

# ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN

im Auftrag des Deutschen Vereins für Vermessungswesen

herausgegeben von

**Dr. Dr.-Ing. E. h. O. Eggert**

Professor  
Berlin-Dahlem, Ehrenbergstr. 21

und

**Dr. O. Borgstätte**

Landesvermessungsrat  
Bernburg, Moltkestr. 4.

Heft 24.

1931

15. Dezember

Band LX

Der Abdruck von Original-Artikeln ohne vorher eingeholte Erlaubnis der Schriftleitung ist untersagt.

## Forschungen und Feldarbeiten mit dem Reduktions-tachymeter Boßhardt-Zeiß in Rußland.

Von Ing. K. N. Smirnoff, Leiter der Instrumental-Abteilung  
des Staatlichen Forschungs-Instituts für Geodäsie und Kartographie.

Zur Zeit werden die Boßhardt-Zeißischen Reduktions-Tachymeter in größerer Anzahl seitens vieler Anstalten und Ämter der UdSSR verlangt und bei Polygonierung und Stadtaufnahmen verwendet. Solche Instrumente wurden in Rußland erstmals von dem Geodätischen Hauptkomitee für dessen Arbeiten angeschafft.

Angaben über Untersuchungen der in Frage kommenden Tachymeter wie auch über deren Anwendung bei Feldarbeiten, fehlen uns in der russischen Literatur leider so gut als gänzlich, was auch nicht verwunderlich ist, da die Instrumente erst seit verhältnismäßig kurzer Zeit gebaut werden.

So sah ich mich denn gezwungen im Laufe des Jahres 1928/29 eine Prüfung der Boßhardt-Zeißischen Tachymeter zu unternehmen, wobei deren für die Praxis wichtigeren Teile besonders berücksichtigt wurden.

Eine solche eingehende Prüfung dürfte wohl ein sicheres Urteil über die Instrumente zu finden gestatten; die erlangten Ergebnisse aber werden die zur praktischen Anwendung der Tachymeter für Arbeiten entsprechender Genauigkeit notwendigen Angaben liefern.

Mit Rücksicht auf die Eigenartigkeit der Konstruktion habe ich die Untersuchungen wie folgt gestaltet:

1. Untersuchung der Distanzfehler,
2. „ „ von d. Beleuchtungsbedingungen herrühr. Fehler,
3. „ „ von der Temperatur und Feuchtigkeitsbedingung herrührenden Fehler,
4. „ „ Fernrohroptik,
5. „ „ Teilungsfehler,
6. „ „ Lattenfehler,
7. „ „ Genauigkeit der Lattenablesung.



Die Horizontaldistanzen werden mit dem Tachymeter direkt abgelesen, ohne Höhenwinkelbestimmung und nachfolgender Reduktion auf den Horizont. Voraussetzung ist dabei, daß das Instrument bezüglich der Reduktion auf den Horizont, der Multiplikations- und Additionskonstanten justiert ist, weswegen es als notwendig erschien, vor Beginn der Arbeiten sämtliche Prüfungen nebst eingehender Justierung durchzuführen.

Die Justierung wurde gemäß der Gebrauchsanweisung zum Reduktionstachymeter Boßhardt-Zeiß, Zeiß Geo 58 und der Schrift „Reduktions-Tachymeter Boßhardt-Zeiß“, Zeiß Geo 88, gestaltet.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen können als Beweis einer vortrefflichen von der Fabrik stammenden Justierung der drei dem Höheren Geodätischen Komitee gehörigen Tachymeter NN 22709, 22710, 22689 und des Instrumentes 26088 der Moskauer Technischen Hochschule, dienen. Eine Ausnahme dürfte vielleicht in einer gewissen Hinsicht für den Tachymeter 22709 zur Geltung kommen: das Abschlußglas vor den distanzmessenden Keilen, das zwecks Justierung der Multiplikationskonstanten selbst als Keil ausgebildet ist, war ein wenig verdreht, was eine gewisse Änderung des parallaktischen Winkels zur Folge hatte. Es war außerdem eine kleine Dejustierung bei der Alhidadenlibelle des Höhenkreises zu bemerken. Das eine wie das andere wäre auf die Transportfolgen zurückzuführen. Nach Justierung erschien das Instrument als arbeitsfähig.

### 1. Untersuchung des Distanzfehlers.

Die Fehler wurden durch optische Distanzmessung gewisser Strecken für alle 10 m von 10 bis 150 m untersucht. Es wurden jedesmal 16 Ablesungen gemacht: je 8 mit rotem und je 8 mit schwarzem Nonius der Latte durch Einstellung zweier verschiedener Nonienstriche. Von 80 m ab wurden die 16 Ablesungen bloß bei dem schwarzen Nonius gemacht. Dabei wurde der parallaktische Winkel in die symmetrische Lage zur Achse der Vertikallatte gebracht.

Bei Auswertung des Materials entsprachen die größeren Fehler den Distanzen unter 40 bis 50 m und denen von 135 bis 150 m; die kleineren den Distanzen von 50 bis 135 m. Im Intervall von 10 bis 50 m sinkt der Wert des Fehlers beständig; im Intervall von 50 bis 135 m bleibt dieser Wert praktisch konstant, etwa  $1/5000$  bis  $1/6000$ , um bei größeren Distanzen bis 150 m allmählich anzuwachsen, einen Relativfehler bis  $1/3000$  erreichend. Dies bei Verwendung der Latte mit 1 cm-Teilung. Die Firma Carl Zeiß konstruiert neuerdings die Latten mit 2 cm Intervallen. Dadurch ist auf die großen Entfernungen über 100 m ein klares und übersichtliches Lattenbild ermöglicht und eine höhere Meßgenauigkeit erzielt.

In den Grenzen bis 80 m wurden Vergleichsdistanzmessungen mit Benutzung der roten und schwarzen Lattennonien ausgeführt, obwohl laut Gebrauchsanweisung bei Entfernungen bis zu 80 m nur der rote Nonius verwendet werden soll. Die Ergebnisse dieser Prüfungen ließen eine Abweichung der entsprechenden Distanzwerte bis 8—10 mm vermuten; dieses war insbesondere bei den Lattenablesungen im ersten und zweiten Dezimeter zu merken. Es wurden in der Weise alle 4 in



Frage kommenden Instrumente untersucht, wobei bei jedem derselben folgende Lattenpaare zum Gebrauch gelangten: Nr. 1233 — 1234, 1276 — 1268, 1269 — 1260 und Nr. 1487 — 1460 der Moskauer Technischen Hochschule.

## 2. Untersuchung der von den Beleuchtungsbedingungen herrührenden Fehler.

Die Untersuchung wurde im Physikalischen Laboratorium bei elektrischer Beleuchtung der Latte durchgeführt; es wurde mit 10 bis 250 Kerzen bei einer Distanz von 25 cm beleuchtet. Die Latte wurde in einer Entfernung von 11,2 m abgelesen. Die relative Helligkeit wurde mit dem Photometer bestimmt. Der Ablesungsfehler wurde aus 24 Lattenablesungen und zwar aus je 12 am roten und schwarzen Nonius bestimmt; ein kleinerer und ein größerer Strichwert wurden je 6 Mal bei jedem Nonius abgelesen.

Der mittlere Fehler einer Ablesung für 10 Kerzen betrug  $\pm 2$  mm; mit anwachsender Helligkeit sank der Fehler allmählich, um bei 30 Kerzen einen konstanten Betrag zu erreichen. Eine Prüfung mit unter 10 Kerzen erwies sich unter den vorliegenden Bedingungen nicht möglich.

## 3. Untersuchung der von den Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen herrührenden Fehler.

Die Untersuchung geschah sowohl im Laboratorium als auch im Felde. Deren Ergebnisse waren folgende:

1. Mit anwachsender Feuchtigkeit sinkt der Distanzfehler.
2. Mit zunehmender Temperatur steigt die Fehlerkurve.

Es ist hierbei zu bemerken, daß in unserem Falle die relative Feuchtigkeit eine Änderung in den Grenzen 25—60% aufwies, die Temperatur schwankte zwischen 17 und 25°.

Im Laboratorium hatten wir eine Beobachtungsdistanz von 11,2 m.

## 4. Untersuchung der Fernrohroptik.

Im Fernrohr eventuell auftretende Bildverzerrungen hätten in einer falschen Optikeinstellung oder einem Herstellungsfehler derselben ihre Ursache haben können. Das Fernrohr des Tachymeters 22709 wurde in dieser Hinsicht einer eingehenden Untersuchung unterzogen.

Da ich einerseits bei meinen Feldarbeiten die besten Erfahrungen mit der Optik des Instrumentes gemacht hatte, und da bei der in Frage kommenden Fernrohrkonstruktion andererseits eine Untersuchung der einzelnen Teile nach Hartmann, Twemann oder Poleschajeff als unmöglich erschien, so blieb mir nur übrig, ein bloß visuelles Untersuchungsverfahren nach Sternen anzuwenden. Es wurde dabei auf die Instruktion des Höheren Geodätischen Komitees, 1928, Rücksicht genommen.

Die Prüfung der Objektivzentrierung geschah mittels Beobachtung der Diffraktionsbilder der Zenitsterne mit ausgezogenem Okular; es waren dabei weder rote oder unregelmäßig gefärbte, noch deformierte Sterne zu finden, was zu Gunsten einer richtigen Linsenzentrierung spricht. Die chromatische Aberration wurde mit ausgezogenem Okular untersucht. Es war dabei ein schwacher roter Ring zu bemerken; es wäre also eine geringe chromatische Aberration zu vermuten. Die im



Fernrohr eventuell vorhandene Astigmatismuserscheinung, welche vom unregelmäßigen Abkühlen des Objektivglases oder nicht einwandfreiem Schliffe einer falschen, das Objektiv deformierenden Fassung herrühren dürfte, wurde mittels Beobachtung zum Mittelpunkt des Sehfeldes reduzierter Zenitsternbilder durchgeführt. Es geschah in außer fokaler Ebene, wobei etwas ovalförmige Diffraktionsringe zu erkennen waren. Es ist jedoch zu bemerken, daß die in Frage kommende Abweichung von einem System diffraktioneller Ringe sehr gering bleibt und keinen Einfluß auf die Optik des Instrumentes ausüben kann.

Die Prüfung für sphärische Abberation und schädliche Spannung ergab dementsprechend ein recht gutes Resultat.

### 5. Untersuchung der Kreisteilung.

Der besonderen Konstruktion des Tachymeters gemäß wurde die Kreisteilung bloß nach dem Heuvelink-Verfahren untersucht. Dieses Verfahren gestattet sowohl eine schnelle als auch sichere Bestimmung der Teilungsfehler.

Es gestattet ferner eine Bestimmung der Durchmesserfehler, was bei Arbeit mit geodätischen Instrumenten hinsichtlich der Richtungsfehler von großem Werte sein dürfte.

Eine ausführliche Darlegung des Verfahrens von Heuvelink ist in dem Aufsatz: „Die Prüfung der Kreisteilungen von Theodoliten und Universalinstrumenten“<sup>1)</sup> zu finden.

Ich ließ eine gewisse Abweichung von der Methode nur in der Hinsicht zu, daß der Anfang eines Satzes für jede Kreislage einem ganzen Gradstriche entsprach.

Bei Anfang eines Satzes mit einem ganzen Gradstrich gestaltet sich die nachfolgende Berechnung wesentlich einfacher, weil ja ein gewisser Teil des Materials für alle zu untersuchenden Instrumente gilt. Diese Abweichung vom Heuvelink-Verfahren dürfte keine praktische Rolle spielen, die Behandlung des Materials bleibt aber viel einfacher und das Ergebnis wird vom Einflusse der kurzperiodischen Teilungsfehler befreit. Vgl. hierzu die entsprechenden Arbeiten von L. Fritz und W. Uhink<sup>2)</sup>. Vom praktischen Standpunkte aus liefert unser Verfahren eine große Arbeitersparnis unter Beibehaltung einer bei meinen Untersuchungen des Wildschen Universaltheodolits gewonnenen Genauigkeit.<sup>3)</sup>

Zum Vergleiche wurde das Beobachtungsmaterial ebenfalls nach dem Zingerschen<sup>4)</sup> und Wild'schen<sup>5)</sup> Verfahren bearbeitet.

Ich begnüge mich, hier das endgültige Ergebnis der Prüfung in Form von Figur 1 und 2 mitzuteilen mit den Angaben der jeweils angewandten Verfahren.

### 6. Lattenuntersuchung.

Die Teilung der Latten wurde mit Hilfe des Genfer Hildebrand'schen Lineals und eines Bamberg'schen Normalmeters untersucht. Die Teilungsfehler nebst Dicke der Striche entsprachen den für die Prüfungsgeräte entsprechenden Genauigkeitsgrenzen.

<sup>1)</sup> Zeitschrift für Instrumentenkunde, Seite 70, 1925.

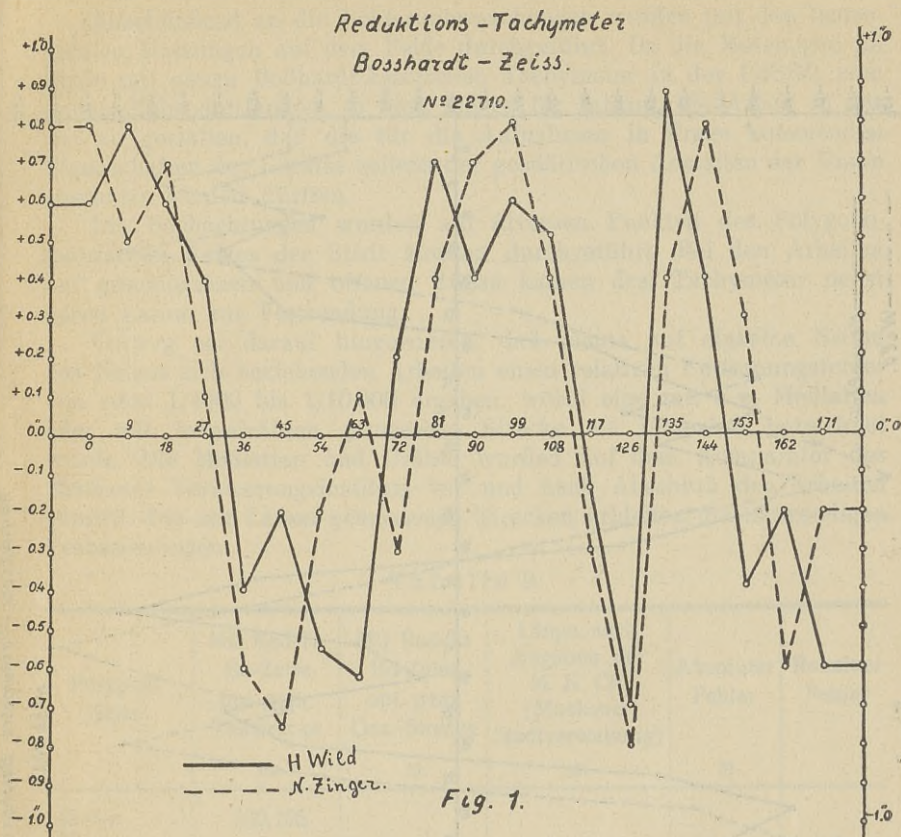
<sup>2)</sup> „Untersuchung eines Breithaupt'schen Kreises nach der Methode von Heuvelink und Bemerkungen zu dieser Untersuchungsmethode“, Z. f. Instr.Kunde, 1928, S. 53.

<sup>3)</sup> K. Smirnof „Untersuchung der Kreisteilungen von Wildschen Universaltheodoliten“, Ztsch. „Geodesis“, 1930 5. Mai u. 6. Juni.

<sup>4)</sup> „Praktische Geodäsie“, Zinger, 1915.

<sup>5)</sup> „Schweizerische Zeitschrift für Vermessungsw. und Kulturtechnik“, 1925, Seite 122.





### 7. Bestimmung der Genauigkeit der Lattenablesung.

Zur Bestimmung der Genauigkeit einer Lattenablesung wurden von mir spezielle Beobachtungen durchgeführt. Sie bestanden in je 100 Ablesungen der Strecken von 25, 50, 75, 100, 125, 130, 135, 140, 145 und 150 m. Die mittleren Fehler einer Ablesung auf die verschiedenen Entfernungen sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1.

Entfernung m	Mittl. Fehler einer Ablesung cm
25	± 0,6
50	± 0,5
75	± 0,6
100	± 0,8
125	± 0,9
130	± 1,0
135	± 0,8
140	± 0,9
145	± 1,0
150	± 1,0



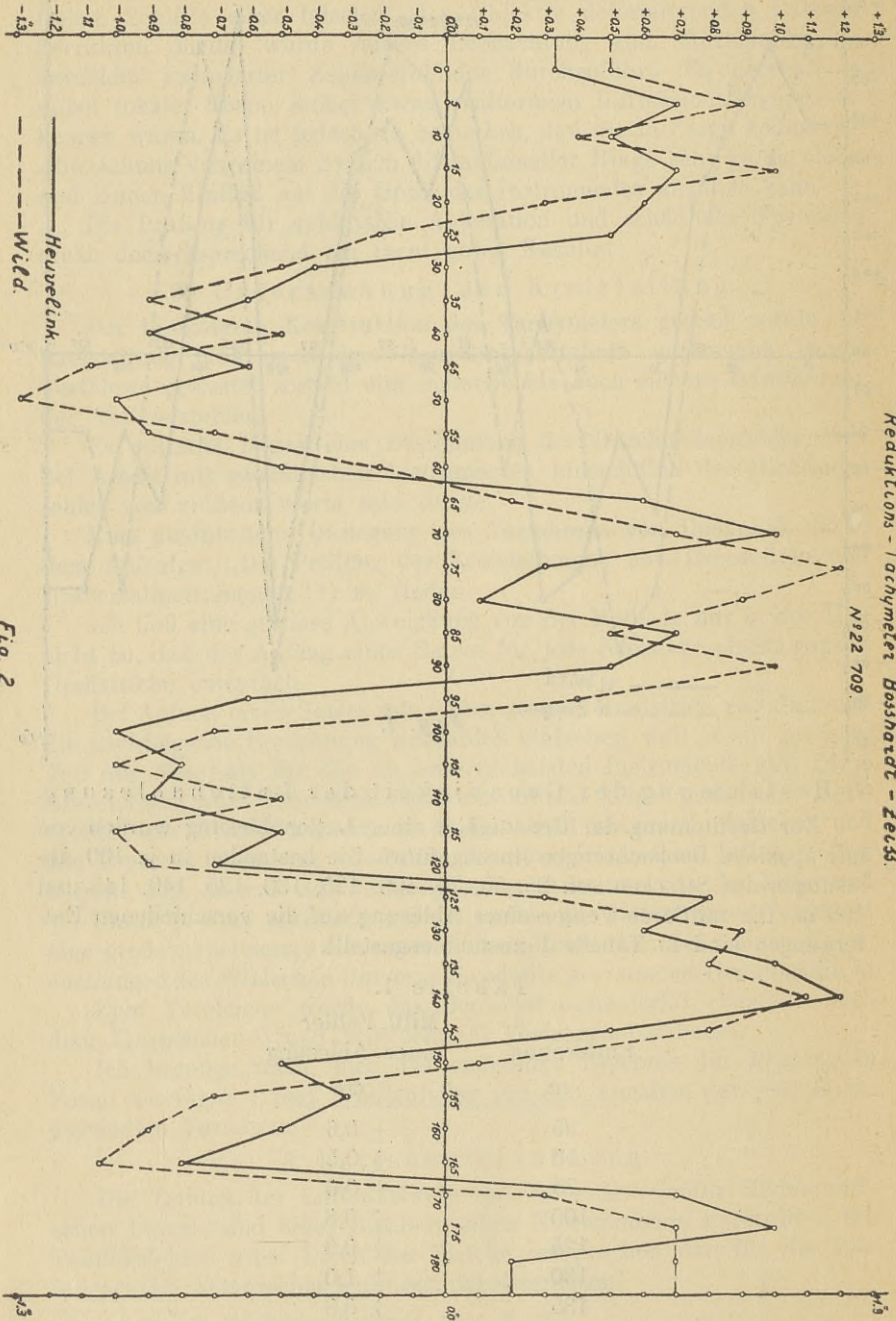


Fig. 2.



Anschließend an die Fehleruntersuchungen wurden mit den Instrumenten Messungen auf dem Felde durchgeführt. Da die Messungen im Felde mit einem Boßhardt-Zeißischen Tachymeter in der UdSSR zum ersten Male stattfanden, so hielt ich es für ratsam, die Arbeit in der Art zu gestalten, daß die für die Aufnahmen in Frage kommenden Eigenschaften des Gerätes seitens der geodätischen Anstalten der Union geschätzt werden dürften.

Die Beobachtungen wurden auf diversen Punkten des Polygonometrischen Netzes der Stadt Moskau durchgeführt. Bei den Arbeiten auf geschlossenen und offenen Zügen kamen drei Tachymeter nebst deren Latten zur Verwendung.

Vorweg sei darauf hingewiesen, daß meine auf einzelne Seiten des Netzes sich beziehenden Arbeiten einen relativen Entfernungsfehler von rund 1/4000 bis 1/10 000 ergaben, wobei eine mit 5 m Meßlatten oder mit Invardrähten gemessene Strecke als fehlerfrei bezeichnet wurde. Die Meßlatten und Drähte wurden auf dem Komparator des Moskauer Vermessungsinstituts vor und nach Abschluß der Arbeiten geprüft. Die mit Latten gemessenen Strecken erhielten die notwendigen Verbesserungen.

Tabelle 2.

Polygon-Seite	Mit Red-Ta Bo-Zeiss opt.-gem. Teilstrecke m	Mit Red-Ta Bo-Zeiss opt.-gem. Ges.-Strecke m	Länge nach Angaben der M. K. Ch. (Moskauer Stadtverwaltung) m	Absoluter Fehler m	Relativer Fehler
<u>45</u> —a	100,105				
a— <u>44</u>	116,241	216,346	216,372	0,026	1/8321
<u>44</u> —a	110,144				
a— <u>43</u>	115,400	225,544	225,577	0,033	1/6836
<u>43</u> —a	100,120				
a—b	100,107				
b—c	100,221				
c— <u>42</u>	119,062	419,510	419,579	0,069	1/6081
<u>302</u> —	114,061	114,061	114,090	0,029	1/3934
— <u>303</u>					
<u>302</u> —					
—301	122,047	122,047	122,018	0,029	1/4207
<u>301</u> —a	105,298				
a—300	110,100	215,398	215,421	0,023	1/9366
<u>300</u> —a	130,000				
a— <u>52</u>	101,011	231,011	231,063	0,052	1/4443
<u>52</u> — <u>51</u>	128,251	128,251	128,262	0,011	1/11 660



Zunächst wurden Vergleichsmessungen auf offenen Polygonzügen des Moskauer Netzes ausgeführt.

Es wurden bei den Entfernungsmessungen je vier Ablesungen gemacht: zwei mit dem roten und zwei mit dem schwarzen Nonius, wobei zwei aufeinander folgende Striche zur Koinzidenz gebracht wurden. Bei Distanzen über 70 m wurde jede Ablesung 4 mal wiederholt, doch bloß am schwarzen Nonius. Die horizontale Meßplatte wurde jeweils so eingeschoben, daß die Zielstrahlen des distanzmessenden Winkels symmetrisch zur vertikalen Standlatte auf die Meßplatte auffielen. Es wurde hin und zurück beobachtet.

Die Ergebnisse einiger willkürlich herausgegriffener Vergleichsmessungen sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Der mittlere Fehler einer gemessenen Strecke von 100 m ist

$$m_{100} = \pm \sqrt{\frac{45,4}{8}} = \pm 2,4 \text{ cm.}$$

Anschließend wurden Seiten und Winkel von geschlossenen Polygonzügen mit dem Reduktions-Tachymeter Boßhardt-Zeiß gemessen.

Die Messungsergebnisse werden für drei Schleifen mitgeteilt.

Die eine Schleife (s. Fig. 3) ist zwischen den Punkten 309—47—46—45—310 des Moskauer Polygonnetzes im Zentrum der Stadt (die Straßen Wolchonka, Maneschnaja, Kropotkinskaja, Nabereschnaja) gemessen worden. Es wurde bei günstigen Verhältnissen beobachtet in

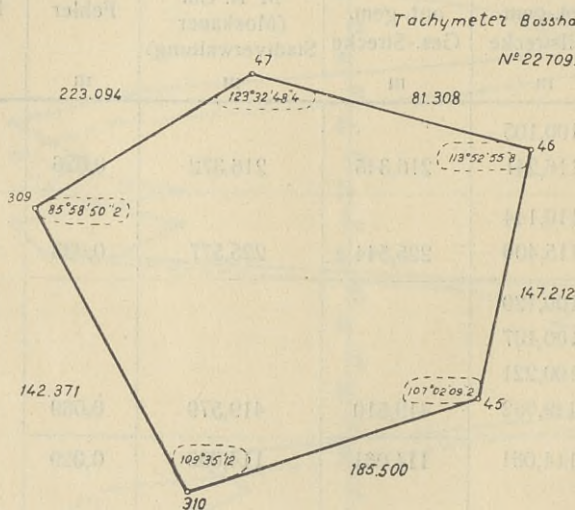


Fig. N<sup>o</sup> 3.

frühen Morgenstunden, bevor ein reger Straßenverkehr begann und ein Vibrieren der Luft nicht festgestellt wurde. Gute Sicht und günstige Beleuchtung bedingten eine hohe Genauigkeit des Resultats. Es wurde je 4 Mal hin und zurück abgelesen, wobei auf dem Rückweg nicht dieselben Hilfspunkte wie auf dem Hinweg gewählt wurden. Die Polygonwinkel wurden in beiden Fernrohrlagen gemessen und das Mittel gebildet. Der Polygonzug wurde mit dem Boßhardt-Zeißischen Tachymeter Nr. 22709 und den Latten Nr. 1233 und 1234 gemessen.

Das Ergebnis der Streckenmessung ist in der Tabelle 3 enthalten.

Tabelle 3.

Polygon-Seite	Mit Red-Ta Bo-Zeiss opt. gem. Teilstrecke m	Mit Red-Ta Bo-Zeiss opt. gem. Ges. Strecke m	Länge nach Angaben der M. K. Ch. (Moskauer Stadtverv.) m	Absoluter Fehler	Relativer Fehler
309— a	120,967				
a—47	102,094	223,061	223,094	0,033	1/6760
47— 46	81,315	81,315	81,308	0,007	1/11615
46— 45	147,209	147,209	147,212	0,003	1/49091
45— 310	185,527	185,527	185,499	0,028	1/6625
310— 309	142,375	142,375	142,372	0,003	1/47457

Der mittlere Fehler einer gemessenen Strecke von 100 m ist

$$m_{100} = \pm \sqrt{\frac{9,0}{5}} = \pm 1,3 \text{ cm.}$$

Tachymeter Bosshardt-Zeiss.

N°22709.

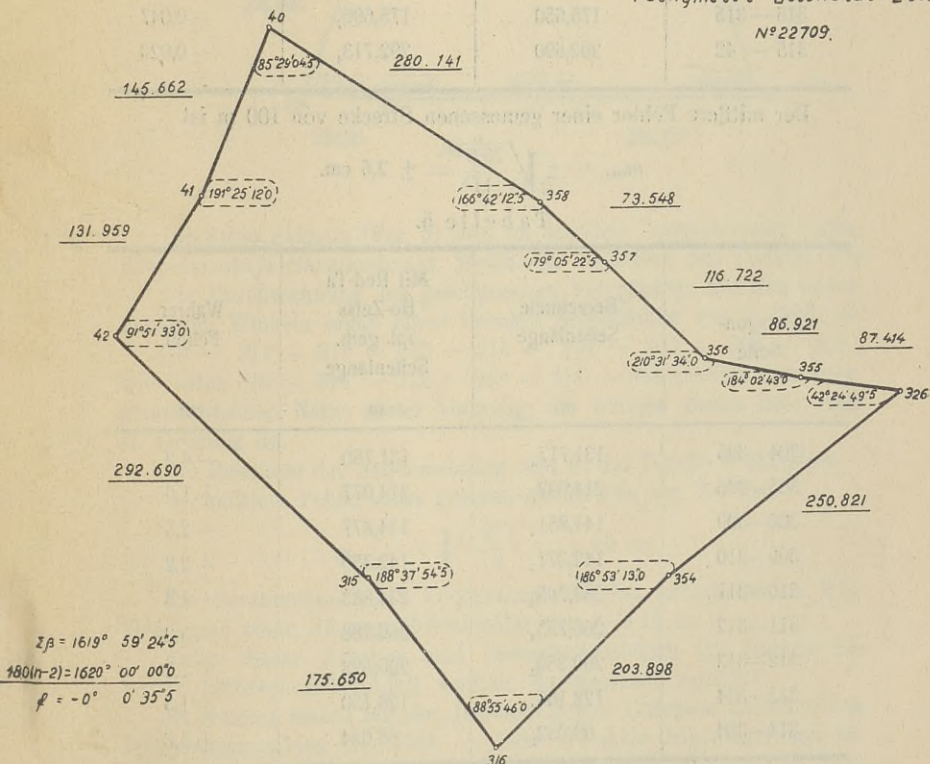


Fig. N°4.



Die zweite Schleife ist in Fig. 4 dargestellt.

Die Entfernungen wurden 3 Mal, (hin und zurück), die Winkel 2 Mal gemessen.

Das Ergebnis der Entfernungsmessung ist in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4.

Polygon-Seite	Mit Red-Ta Bo-Zeiss opt. gem. Längen m	Länge nach Angaben der M. K. Ch. (Moskauer Stadtverw.) m	Absoluter Fehler
42 — 41	131,953	131,917 <sub>0</sub>	+ 0,036
41 — 40	145,662	145,699 <sub>2</sub>	- 0,037
40 — 358	280,141	280,171 <sub>6</sub>	- 0,031
358 — 357	73,548	73,585 <sub>4</sub>	- 0,037
357 — 356	116,722	116,697 <sub>7</sub>	+ 0,024
356 — 355	86,921	86,928 <sub>7</sub>	- 0,008
355 — 326	87,414	87,412 <sub>7</sub>	+ 0,001
326 — 354	250,820	250,858 <sub>2</sub>	- 0,038
354 — 316	203,898	203,937 <sub>0</sub>	- 0,039
316 — 315	175,650	175,696 <sub>7</sub>	- 0,047
315 — 42	292,690	292,713 <sub>4</sub>	- 0,023

Der mittlere Fehler einer gemessenen Strecke von 100 m ist

$$m_{100} = \pm \sqrt{\frac{75,6}{11}} = \pm 2,6 \text{ cm.}$$

Tabelle 5.

Polygon-Seite	Berechnete Seitenlänge m	Mit Red-Ta Bo-Zeiss opt. gem. Seitenlänge m	Wahrer Fehler cm
304 — 305	131,717 <sub>5</sub>	131,760	- 4,2
305 — 306	214,092 <sub>7</sub>	214,077	+ 1,6
306 — 309	144,851 <sub>5</sub>	144,877	- 2,5
309 — 310	142,371 <sub>5</sub>	142,350	+ 2,2
310 — 311	234,705 <sub>8</sub>	234,688	+ 1,8
311 — 312	266,755 <sub>8</sub>	266,788	- 3,2
312 — 313	200,550 <sub>2</sub>	200,528	+ 2,2
313 — 314	128,165 <sub>2</sub>	128,150	+ 1,5
314 — 304	68,052 <sub>1</sub>	68,034	+ 1,8

Tachymeter Bosshardt-Zeiss.

N<sup>o</sup> 22709.

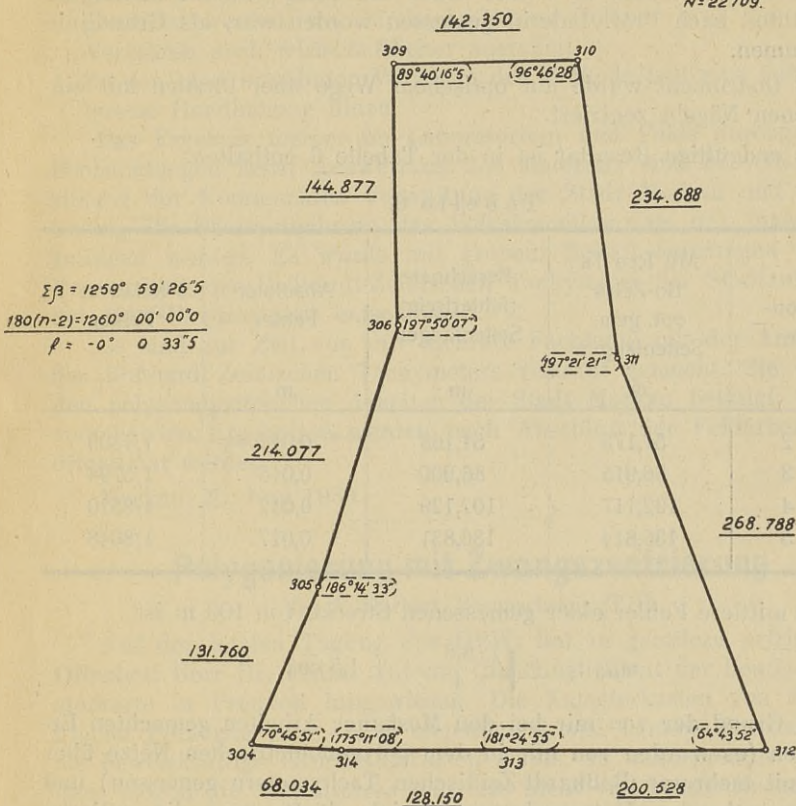


Fig. N<sup>o</sup> 5.

Die dritte Schleife (Fig. 5) liegt im Stadtteil: Saymahowsky Gasse, Kropotkinskaja Nabereschnaja, Wolchonka, zwischen den Punkten 309

Die Durchrechnung des geschlossenen Polygonzugs mit den unverbesserten Winkeln ergab einen linearen Schlußfehler von  $\pm 0,061$  m. — 310 — 311 — 312 — 313 — 314 — 304 — 305 — 306 — 309. Die Seiten 310 — 311 — 312 — 313 — 314 — 304 gehören dem polygonometrischen Netze erster Ordnung, die übrigen Seiten dem Netz II. Ordnung an.

Die Resultate der Seitenmessung sind in der Tabelle 5 enthalten.

Der mittlere Fehler einer gemessenen Strecke von 100 m ist

$$m_{100} = \pm \sqrt{\frac{37,7}{9}} = \pm 2,0 \text{ cm.}$$

Die Durchrechnung des Polygonzugs mit den unverbesserten Winkeln ergab einen linearen Schlußfehler von  $\pm 0,12$  m.

Außer diesen Arbeiten sind Versuchsmessungen für Längen, die vorher rechnerisch ermittelt wurden, durchgeführt worden.

Es wurden hierzu auf der Leningradschen Chaussee zwischen den Polygonnetzpunkten Nr. 1785 — 1786 5 Punkte trigonometrisch bestimmt. Die Entfernungen zwischen den Punkten wurden mit dem



Boßhardt-Zeißischen Distanzmesser bestimmt; die Bestimmung wurde rechnerisch wiederholt, es wurde dabei die Länge einer Strecke, die mit Drähten nach Prof. Jaderin gemessen worden war, als Grundlinie angenommen.

Das Instrument wurde auf optischem Wege über Pfählen mit eingetriebenen Nägeln zentriert.

Das endgültige Resultat ist in der Tabelle 6 enthalten.

Tabelle 6.

Polygon-Seite	Mit Red-Ta Bo-Zeiss opt. gem. Seitenlängen m	Berechnete (fehlerfreie) Seitenlängen m	Absoluter Fehler m	Relativer Fehler
1 — 2	51,175	51,163	0,012	1/4309
2 — 3	86,915	86,900	0,015	1/5794
3 — 4	102,117	102,129	0,012	1/8510
4 — 5	136,814	136,831	0,017	1/8048

Der mittlere Fehler einer gemessenen Strecke von 100 m ist

$$m_{100} = \pm \sqrt{\frac{8,8}{4}} = \pm 1,5 \text{ cm.}$$

Auf Grund der von mir bei den Moskauer Arbeiten gemachten Erfahrungen (es wurden von mir in dem polygonometrischen Netze über 10 km mit mehreren Boßhardt-Zeißischen Tachymetern gemessen) und des entsprechenden Untersuchungsmaterials dürfte man die optische Distanzmessung für die schwierigen Stadtbedingungen als recht geeignet annehmen; die Stadtaufnahmen verlangen mit Rücksicht des regen Straßenverkehrs große Aufmerksamkeit und dabei eine große Genauigkeit. Bei geneigtem und durchschnittlichem Gelände kann die Messung mit Latten oder Drähten als höchst erschwert, ja sogar als nicht möglich erscheinen.

Die Geschwindigkeit der Arbeit ist bei dem optischen Verfahren wesentlich größer als bei den älteren Methoden. Die bei der Messung mit Latten oder Drähten unvermeidlichen Schwierigkeiten, welche nicht bloß die Arbeit aufhalten, sondern den Straßenverkehr selbst zum Stehen bringen können, werden durch das optische Verfahren total ausgeschlossen. Das Personal hat aber keine Gefahr zu laufen, denn man ist im Stande ein Tachymeter nicht bloß an sicheren Orten, sondern auf Balkonen und flachen Dächern aufzustellen.

Die mit dem Boßhardt-Zeißischen Instrument erhaltenen Längen werden automatisch reduziert.

Es können folgende Sätze endgültig zur Geltung kommen:

1. Die Arbeit wird durch automatische Reduktion wesentlich verringert.
2. Die relativen Entfernungsfehler betragen im Mittel 1/5000.



3. Die Kosten bei der in Frage kommenden Methode dürften im Ver-  
gleiche mit dem Meßblattenverfahren um etwa 30 bis 40% niedriger  
geschätzt werden. Bei durchschnittlichem Gelände muß das optische  
Verfahren noch wirtschaftlicher ausfallen.
4. Zu den oben erwähnten Vorzügen der Methode tritt eine äußerst be-  
queme Handhabung hinzu.

Das Ergebnis meiner im Laboratorium und Felde durchgeführten  
Beobachtungen nebst Auswertung des Materials sind bei einer Fach-  
sitzung der Kommunalen Verwaltung der Stadt Moskau und der Ab-  
teilung für Stadtaufnahmen des Volkskommissariats des Inneren vor-  
getragen worden. Es wurde mit großem Beifall empfangen und die  
Verwendung der Boßhardt-Zeißischen Tachymeter bei Stadtaufnahmen  
der UdSSR prinzipiell entschlossen.

Es sind zur Zeit von mir mehrere Fachleute mit der Anwendung  
des Boßhardt-Zeißischen Tachymeters vertraut gemacht. Sie sind bei  
den polygonometrischen Arbeiten der Stadt Moskau betätigt. Die ent-  
sprechenden Ergebnisse werden nach Abschluß der Feldarbeiten ver-  
öffentlicht werden.

Moskau, 20. Juni 1930.

## Polygonierung mit Zwangszentrierung.

Von E. Harbert, Braunschweig, T. H.

Auf der letzten Tagung des DVW. hat in geradezu erfrischender  
Offenheit Herr Rr. Pfitzer auf die Unzulänglichkeit der heutigen Kata-  
sterkarte in Preußen hingewiesen. Die Katasterkarten von 80% der  
Fläche Preußens sind völlig ungenügend und können durchaus nicht  
als beweiskräftige Grundbuchkarten gelten. In außerpreußischen Län-  
dern mögen die Verhältnisse teilweise nicht viel besser liegen. Es er-  
scheint daher eine gebieterische Forderung der Zeit zu sein, hier Ab-  
hilfe zu schaffen. Diese Abhilfe kann aber nicht darin bestehen, daß  
nach dem vielfach üblichen Verfahren Parzelle für Parzelle, selbständig  
für sich kartierbar, gemessen wird, sondern es muß in erster Linie  
für die kommende Nachtrags- und Neumessung der geodätisch einwand-  
freie Rahmen durch eine sachgemäße Polygonierung vorher geschaffen  
werden.

Herr Rr. Pfitzer schlägt zu diesem Zweck für einen oder mehrere  
Regierungsbezirke sog. „polygonometrische Abteilungen“ vor, deren  
Aufgabe es wäre, dieses Netz der Festpunkte als Grundlage zu schaf-  
fen. Wenn auch die Zeit der gegenwärtigen wirtschaftlichen Depression  
für die Inangriffnahme dieser vorbereitenden Messungen jetzt überaus  
ungünstig erscheint, so dürfte diese Schwierigkeit aber in etwa dadurch  
gemildert werden, daß in Preußen in den nächsten Jahren zahlreiche  
Kandidaten des höheren Vermessungsfaches aus den Hochschulen her-  
anreifen, die neben der büromäßigen Ausbildung vor allem auch nach  
landmesserischer Betätigung im örtlichen Vermessungsdienst während  
ihrer 3jährigen Ausbildungszeit verlangen. Die Not der Zeit erfordert  
es, daß neben diesen billigen jungen Kräften möglichst wirtschaftliche  
und rationelle Methoden der polygonometrischen Messung zur Anwen-  
dung gelangen.



Selbst auf die Gefahr hin, vielleicht schon bekanntes zu behandeln, möchte ich die Gelegenheit, wo so viele und amtlich maßgebende Berufsgenossen aus dem ganzen Reich hier zusammen sind, nicht versäumen, um für den Gedanken der Zwangszentrierung bei polygonometrischen Messungen über Tage zu werben.

Bei den polygonometrischen Messungen unter Tage in der Grube hatten die Zwangszentrierungsverfahren seit langem ausgiebige und erfolgreiche Anwendung gefunden. Auch für den Gebrauch dieser Verfahren über Tage sind einige wenige erfreuliche Ansätze vorhanden. Wenn aber trotzdem diese Methoden in der landmesserischen Praxis nicht die allgemein erwünschte Verbreitung fanden, so muß diese Zurückhaltung ihre besonderen Gründe haben.

Das Verfahren der Zwangszentrierung bezweckt die völlige Ausschaltung der sog. Umwechselfehler, die sich bei dem mit gewöhnlichen Mitteln gemessenen Polygonzug dadurch ergeben, daß beim Fortgang der Messung die Achse des Theodoliten nicht genau wieder an die Stelle der Achse der lotrechten Zielbake tritt. Dieser Fehler ist umso wirksamer, je kürzer die Polygonseiten sind. In der Grubenvermessung waren bisher im wesentlichen als Geräte der Zwangszentrierung das Kasseler Steckhülsenverfahren der Firma Breithaupt seit 1840 und das Verfahren der Freiburger Kugel der Firma Hildebrandt seit 1876 in Gebrauch. Bei dem Kasseler Verfahren tragen Theodolit und Signal gleiche konische Zapfen, die in eine konische Steckhülse genau eingepaßt sind. Bei dem Freiburger Verfahren tragen Theodolit und Signal unten am Dreifuß eine Kugel bzw. einen Kugelwulst, genau in die Auflagerplatte des Statives hereinpassend.

Obwohl diese Geräte im markscheiderischen Vermessungsdienst sich allgemein bewährt hatten, konnten sie sich in der landmesserischen Praxis bis heute noch nicht in dem Maße das Feld erobern, wie sie es verdienten. Forscht man nach den Ursachen der Ablehnung bei Tagmessung, so könnte in erster Linie die unterschiedliche Gestaltung polygonaler Züge in der Grubenmessung und in der Landmessung angeführt werden. Bei der Winkelmessung in solchen Netzen, wo oft von einem Knotenpunkt im Gegensatz zur Grubenmessung 5 oder mehr Strahlen nach seitwärts abgehen, reicht das markscheiderische Gerät aus Theodolit und höchstens 2 Signalen bestehend, zur einheitlichen Durchführung der exakten Kasseler oder der Freiburger Zwangszentrierungsverfahren einfach nicht mehr aus. In dem Bestreben die bewährten Instrumente der Markscheidepraxis auch der polygonometrischen Messung über Tage zu Gute kommen zu lassen, wurden in unserem Institut sowohl beim Kasseler als auch beim Freiburger Gerät die verhältnismäßig komplizierten Grubensignale durch einfache Zielstifte in größerer Anzahl ersetzt. Um nun noch beim Freiburger Gerät nicht an eine bestimmte Dimension des Theodoliten gebunden zu sein, wurde auch die bisherige Auflagerplatte, die mittels der Einsatzkugel als Träger für Theodolit und Signal dient, abgeändert.

Die Kasseler Aufstellung erhielt für eine Sonderaufgabe polygonometrischer Messung in Verbindung mit gleichzeitigen trigonometrischen Höhenmessungen ebenfalls besonders gestaltete Zielstifte. Nach den ersten Vorversuchen haben sich die für die Landmesserpraxis abgeänderten Zwangszentrierungsgeräte bei größeren Aufgaben in Lüden-



scheid, Oker und am Harz im luftphotogrammetrischen Prüffeld hinsichtlich der Schnelligkeit und Genauigkeit bestens bewährt.

Über die Ergebnisse dieser Messungen mit dem vereinfachten Zwangszentrierungsverfahren sei kurz folgendes mitgeteilt: Bei der Polygonisierung der Stadt Lüdenscheid wurde die vereinfachte Freiburger Aufstellung mit Metallzielstiften auf 8 Stativen durchgeführt. Zwei Beobachter führten die gesamte polygonometrische Winkelmessung auf 780 Standpunkten in 10,5 Arbeitstagen aus, ohne daß eine Nachmessung später erforderlich gewesen wäre. Die Tagesleistung beträgt also durchschnittlich 75 Standpunkte bei 2 Beobachtern. Von 1105 Polygonseiten erhielten bei der späteren Zugberechnung als Verbesserung der Brechungswinkel:

93 Polygonseiten die Verbesserung	0" ( 8,5 %)
142 " " "	1" (12,8 %)
172 " " "	2" (15,5 %)
141 " " "	3" (12,7 %)
133 " " "	4" (12,0 %)
91 " " "	5" ( 8,3 %)
83 " " "	6" ( 7,6 %)
47 " " "	7" ( 4,4 %)
39 " " "	8" ( 3,6 %)
30 " " "	9" ( 2,7 %)
20 " " "	10" ( 1,8 %)
20 " " "	11" ( 1,8 %)
22 " " "	12" ( 2,0 %)
8 " " "	13" ( 0,7 %)
13 " " "	14" ( 1,2 %)
17 " " "	15" ( 1,5 %)
5 " " "	16" ( 0,4 %)
6 " " "	17" ( 0,5 %)
3 " " "	18" ( 0,3 %)
5 " " "	19" ( 0,4 %)
6 " " "	20" ( 0,5 %)
9 " " "	„größer als 20" ( 0,8 %)

Bei der Polygonisierung in Oker/Harz wurde die vereinfachte Freiburger Aufstellung mit Holzzielstiften auf 7 Stativen verwendet. Von einem Beobachter wurden die 215 Polygonpunkte in 4,25 Tagen beobachtet. Täglich durchschnittlich also 50 Punkte. Das Maximum waren 63 Punkte in 11 Stunden. Von 295 Polygonseiten erhielten:

17 Polygons. d. Verb.	0" ( 5,8 %)	— Polygons. d. Verb.	11" ( — %)
53 " " "	1" (18,0 %)	1 " " "	12" ( — %)
66 " " "	2" (22,2 %)	6 " " "	13" (2,1 %)
63 " " "	3" (21,4 %)	5 " " "	14" (1,7 %)
19 " " "	4" ( 6,4 %)	1 " " "	15" ( — %)
9 " " "	5" ( 3,0 %)	— " " "	16" ( — %)
18 " " "	6" ( 6,1 %)	— " " "	17" ( — %)
9 " " "	7" ( 3,0 %)	6 " " "	18" (2,1 %)
6 " " "	8" ( 2,1 %)	5 " " "	19" (1,7 %)
3 " " "	9" ( 1,1 %)	1 " " "	20" ( — %)
7 " " "	10" ( 2,4 %)		



Bei einer Polygonisierung im luftphotogrammetrischen Prüffeld am Harz, bei der es auf gleichzeitige Durchführung der trigonometrischen Höhenmessung ankam, wurden nach dem Kasseler (Breithaupt-schen) Steckhülsenverfahren 116 Polygonpunkte in 4 Tagen beobachtet, ohne daß eine Nachmessung erforderlich gewesen wäre. Für den Polygonpunkt ergibt sich einschließlich der trigonometrischen Höhenmessung ein Zeitverbrauch von 16 Minuten. Von 124 Polygonseiten erhielten:

18 Seiten d. Verb. 0" od. (14,5%)	4 Seiten d. Verb. 4" od. 3,2%
35 " " " 1" " (28,3%)	12 " " " 5" " 9,7%
18 " " " 2" " (14,5%)	15 " " " 6" " 12,1%
14 " " " 3" " (11,3%)	5 " " " 7" " 4,0%
	3 " " " 8" " 2,4%

Die Firma Zeiß hat nach dem Vorbild der Kasseler konischen Steckhülse schon früher bei den stereophotogrammetrischen Aufnahmegeräten und dann auch für die Zwecke der Polygonisierung eine Zwangszentrierung mittels zylindrischer Steckhülse geschaffen.

Die Firma Wild in Heerbrugg löst die Aufgabe der Zwangszentrierung durch horizontale Spannplatten. Eigentliche Signale sind hier bei der Messung über Tage entbehrlich. Die Winkelmessung im Polygonzug erfolgt in gleichzeitiger Verbindung mit der Streckenmessung nach dreieckigen Marken, die von einem zusammenlegbaren Distanzbalken getragen und durch einen Invardraht im unveränderlichen Abstand von genau 2 Metern gehalten werden. Bei der großen Meßgenauigkeit des Wild'schen Theodoliten läßt sich aus der Differenz der Richtungen nach diesen Marken und dem konstanten Abstand von 2 Metern die Länge der Polygonseite mittels einer Tabelle finden, während das Mittel der beiden Ablesungen die Richtung nach dem benachbarten Polygonpunkt ergibt. Der Distanzbalken wird auf der Zentrierspannplatte mittels seiner Dreifußschrauben waagrecht und dann mittels eines kleinen Zielfernröhrchens senkrecht zur Polygonseite gestellt. Theodolit und Distanzbalken lassen sich auf der Zentrierspannplatte genau und dabei schnell und leicht auswechseln. Die ersten Vorversuche in Braunschweig sind so befriedigend und ermutigend sowohl hinsichtlich der Genauigkeit der Strecken- als auch der Winkelmessung ausgefallen, daß jetzt in den nächsten Wochen eine größere Polygonisierung mit der Wildeinrichtung als Diplomarbeit eines Geodäten durchgeführt werden soll.

Welche Vorteile ergeben sich bei Polygonisierung durch das Zwangszentrierungsverfahren?

1. Größere Geschwindigkeit, weil der Arbeitsvorgang der Winkelbeobachtung zerlegt wird in die mehr untergeordneten Vorgänge des Stativaufstellens und Zentrierens durch die Gehilfen und in die eigentliche Winkelmessung des Landmessers. Es ergibt sich der Zustand einer Arbeit am laufenden Band, in dem die rückwärtigen, erledigten Stative automatisch nach vorn aufrücken, während der Landmesser



gleichsam im Spaziergehen seine Messungen auf bereits vorbereiteten Stativen ausführt. In 13 Neumessungsakten der Regierung Arnberg fand ich als Höchstleistung täglich 18 Polygonpunkte, während hier im Zwangszentrierungsverfahren im 8-Studentag bequem das 2- bis 3fache zu schaffen ist.

2. Die Zwangszentrierung ergibt größere Wirtschaftlichkeit. Auch wenn jedes der 8 Stative mit einem jungen ungelerten Arbeiter besetzt ist — die Aufstellung und Zentrierung vorn im Zuge besorgt ein Techniker — so ergibt sich fast nur der halbe Unkostenbetrag wie bei dem gewöhnlichen Verfahren.

3. Das Verfahren bietet größere Genauigkeit wie die Versuchsmessungen ergeben haben, vor allem in verzwickten Ortslagen, wo oft ganz kurze Seiten im Zuge sich zwangsläufig durch die Örtlichkeit ergeben.

Als Nachteile werden vielfach folgende geltend gemacht,

1. Das strenge Prinzip der Zwangszentrierung läßt sich bei vorkommenden Abzweigungen nicht in aller Strenge durchführen, denn sonst würde man streng genommen fast ebensoviel Stative benötigen, wie Polygonpunkte vorhanden sind. Man kann diesen kleinen Übelstand jedoch mildern, wenn man nur in langen Seiten die zwangsläufig beobachteten Züge unter besonders sorgfältiger Zentrierung zunächst abbricht und später fortsetzt.

2. Es lohnt nicht, einen solchen Apparat anzuschaffen, wenn nur alle paar Jahre eine kleine Polygonierung vorkommt. Das ist ganz recht. Das Verfahren empfiehlt sich auch nur für massenhaft vorkommende Polygonierungsarbeiten und für „polygonometrische Abteilungen“ der Neumessungsbehörden, die heute hier und morgen dort einzusetzen wären.

3. Als Nachteil wird auch gelegentlich geltend gemacht: Was wird, wenn einmal ein Stativ durch Versehen ganz fehlerhaft und exentrisch steht? Dann wird allerdings im Winkelabschluß der Fehler verborgen bleiben und es kann auch vorkommen, daß er im Streckenabschluß nicht entdeckt wird. Es liegt in einem solchen Falle aber eine grobe Nachlässigkeit des vorne im Zuge zentrierenden Technikers vor. Eine solche seitliche Aufstellung müßte jedoch auch der Beobachter bei einiger Aufmerksamkeit bemerken.

4. In der heutigen Zeit der Arbeitslosigkeit ist die Streckung der Arbeit notwendiger als beschleunigte Erledigung. Das ist ein Einwand, der natürlich alle neuzeitlichen Rationalisierungsbestrebungen trifft und daher hier nicht zu diskutieren ist.

Wenn man die großen Vorzüge und die kleinen Nachteile des Zwangszentrierungsverfahrens bei Polygonierungen gegeneinander abwägt, so kommt man bei sachlicher Prüfung gewiß zu dem Ergebnis, daß im Großbetriebe dies Verfahren jedem andern bei weitem an Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit überlegen ist. Es wäre daher zu begrüßen, wenn das Verfahren bei den Neumessungsabteilungen in weitgehendem Maße die gebührende Achtung finden würde. Interessenten stehe ich mit unseren Geräten als Muster und mit unseren Erfahrungen jeder Zeit gern im Interesse der Sache zur Verfügung.



## Neue Möglichkeiten der Luftphotogrammetrie.

Vortrag, gehalten auf der Tagung des Deutschen Vereins für Vermessungswesen  
in Hannover 1931

von Prof. Dr. Ing. Koppmair, Graz.

I. Die Luftphotogrammetrie war bisher nicht wirtschaftlich, das beweisen verschiedene Erscheinungen:

1. Zunächst einmal die Tatsache, daß diese Meßmethode nicht in die laufende Praxis eingegangen ist, sondern einigen wenigen Luftbild-Gesellschaften vorbehalten blieb.

2. Auf Veranlassung des deutschen Beirates für Vermessungswesen wurde eine Prüfung der luftphotogrammetrischen Methoden und Apparate vorgenommen, die zu dem Urteile führte, daß die bisherigen (terrestrischen) Methoden vorläufig noch bevorzugt werden müssen.

3. Die sog. Aerotriangulation hat die in sie gesetzten großen Erwartungen nicht erfüllt.

Auch in anderen Ländern ist die Ansicht vertreten, daß die Luftphotogrammetrie z. Z. nicht wirtschaftlich ist und das äußert sich auch in der dortigen Praxis:

1. Der englische Berichterstatter auf dem internationalen Kongresse für Photogrammetrie in Zürich erklärte, daß England — abgesehen von einigen Entzerrungen — sich bisher nicht mit Luftphotogrammetrie befaßt hat, weil die bisherigen Apparate nicht geeignet schienen. Man wartet vielmehr direkt auf einen Apparat, der auf einfache Weise die äußere Orientierung ermöglicht.

2. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse in Österreich beim Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen und beim Militär; es wurde bisher — und das ist für die eigentliche Heimat der Photogrammetrie bezeichnend — von der Luftphotogrammetrie kein Gebrauch gemacht, ebenfalls weil die bisher vorhandenen Apparate und Verfahren nicht geeignet zu sein scheinen.

3. Dieselbe Anschauung fand ich in Zürich bei den Vertretern von Ungarn und der Tschechoslowakei.

Da muß sich doch wohl jedem Vermessungskundigen, gerade denen, die sich nicht direkt mit dem Gebiete der Luftphotogrammetrie zu befassen haben, erst recht die Frage aufdrängen, wie das möglich ist, wo doch die Luftphotogrammetrie allen anderen Methoden überlegen sein müßte — ausgenommen ist natürlich die Zahlenmethode für Katastervermessungen in hochwertigen Gebieten, da darf man nie erwarten, daß diese Methode von der Luftphotogrammetrie verdrängt wird; — selbst der terrestrischen Photogrammetrie müßte sie überlegen sein wegen der Unabhängigkeit von überhöhten Standpunkten, die im Gelände oft schwer zu finden sind und wer praktisch schon mit der terrestrischen Methode gearbeitet hat, der kennt die „weißen Flecke“, den Schrecken der Photogrammeter. Die Frage ist um so mehr berechtigt, als wir heute mit Stolz die Entwicklung der Luftphotogrammetrie in Deutschland betrachten können und die Maschinen, Meisterwerke deutscher Präzision bewundern, die bisher die Auswertung überhaupt ermöglicht haben.



Nun der Grund warum die Luftphotogrammetrie nicht wirtschaftlich ist, liegt in der Tatsache, daß die Grundaufgabe der Luftphotogrammetrie — die gegenseitige Orientierung, das ist die Wiederherstellung der Aufnahmelage zweier Bilder, wie sie im Raume während der Aufnahme gegeneinander gestanden sind und sodann die Orientierung jeder Aufnahme oder jedes Plattenpaares gegen das Lot — bisher nicht befriedigend gelöst werden konnte.

Darauf fußen folgende Schwierigkeiten: 1. Es sind ausgedehnte, terrestrische Triangulierungen und Signalisierungen notwendig, weil gefordert werden muß, daß auf jeder Aufnahme oder wenigstens auf jedem Plattenpaar mindestens 3 der Lage und Höhe nach bekannte Punkte abgebildet sind. Einen Ausweg aus dieser kostspieligen, terrestrischen Triangulierung suchte die Nadirtriangulierung (bisher war nur Hauptpunkt-Triangulierung möglich), die von Scheimpflug und S. Finsterwalder stammt. Diese Methode schafft sich die Dreieckspunkte selbst, sie mißt die Winkel mit Hilfe der Platte. Da aber der wahre Nadir nie bekannt ist, (die Platte tut uns nämlich selten den Gefallen, daß sie genau wagrecht liegt), so ist die Anwendung dieser Methode sehr beschränkt. Ihren Anwendungsbereich und die Fehlereinflüsse von Plattenneigung und Höhenunterschieden im Gelände habe ich in meiner Dissertationschrift „Nadirtriangulierung“ untersucht und zusammengestellt.

2. Durch das Fehlen jeder äußeren Orientierung wurden die photogrammetrischen Apparate sehr kompliziert und sehr teuer, so daß nur einige wenige Luftbildgesellschaften imstande sind, derartige Geräte anzuschaffen; ferner können nur jahrelang an den Apparaten geübte Beobachter erfolgreich damit ausmessen. Der wunde Punkt der Luftphotogrammetrie liegt also nach wie vor in dem Fehlen der äußeren Orientierung.

II. Vor einem Jahre habe ich in Zürich mitgeteilt, daß ich eine für die Praxis direkt brauchbare Lösung der Grundaufgabe der Photogrammetrie gefunden habe, welche auf der direkten Ausnützung der projektiven Eigenschaften, welche zwei zusammengehörigen Aufnahmen innewohnen, beruht. Damit wird sowohl die gegenseitige Orientierung als auch die Orientierung gegen das Lot gefunden. Ich habe eine rein analytische und auch eine rein mechanische Lösung angegeben, die ich mit Hilfe der stereographischen Projektion abgeleitet habe. Die mathematischen Grundlagen und Beweise hiefür werden in den nächsten Heften der Allgemeinen Vermessungsnachrichten veröffentlicht<sup>1)</sup>; das läßt sich hier nicht darlegen.

Für die Praxis ist nun wichtig, daß ich auf diesen Grundlagen auch einen einfachen Apparat entworfen habe, der die beiden Grundaufgaben lösen läßt. Auch die Art und Wirkungsweise dieses Apparates, der kurz „Orientierungsapparat“ genannt ist, kann ich hier nicht darlegen, ich muß auf die einschlägige Patentschrift<sup>2)</sup> verweisen.

Nur die Grundidee kann ich vielleicht ohne Beweis kurz angeben: Die durch zwei Aufnahmen bestimmten Zielstrahlenbündel sind auf

<sup>1)</sup> Inzwischen abgedruckt in Allg. Verm. Nachr. 1931 Nr. 33 bis 40 „Generelle Lösung der Grundaufgabe der Photogrammetrie“.

<sup>2)</sup> D.R.P. 530 935.



einander bezogen; um die beiden Aufnahmen so zusammenzupassen, wie sie während der Aufnahme im Raume gegeneinander lagen, müssen sie in perspektive Lage gebracht werden und das ist dann erfüllt, wenn einander entsprechende Zielstrahlen in ein und derselben Kernebene liegen.

Da es sich bei der ganzen Aufgabe nur um Winkel dreht, kann man die Basis auf Null zusammenschrumpfen lassen; man vereinigt also die beiden Zielstrahlenbündel mit ihren Mittelpunkten  $O_1, O_2$  in einem Punkte  $M$ , der auf der Kernachse liegen muß. Als Kernachse kann man jede beliebige Raumgerade durch  $M$  annehmen. Dieses System wird nun mit einer Kugel um  $M$  geschnitten; als Schnittprodukte erhält man dann folgendes: Die Zielstrahlenbündel gehen in Punkthaufen auf der Kugel über und die Kernebenen schneiden die Kugel nach einem Meridianbüschel, dessen Achse die Kernachse ist.

Praktisch wird das nun so durchgeführt, daß das Kernebenenbüschel samt Kernachse nicht erst gesucht, sondern als Meridianbüschel auf einer Kugel ein für allemal aufgezeichnet ist. Jetzt wird die Lage der Zielstrahlenbündel bzw. Punkthaufen mit Hilfe von fünf Variationen um den gemeinsamen Mittelpunkt  $M$  solange verändert, bis entsprechende Punkte auf ein und demselben Meridiankreise liegen. Damit ist die Aufgabe gelöst, denn die um  $M$  ausgeführten Drehungen können an angebrachten Kreisen direkt abgelesen werden.

Die Lotrichtung läßt sich in der Flugaufnahme dadurch ermitteln, daß eine terrestrische Aufnahme zu Hilfe genommen wird, die mindestens fünf Punkte abbildet, welche auch auf irgend einer Luftaufnahme enthalten sind. In der terrestrischen Aufnahme ist die Lotrichtung bekannt und wenn nun die Luftaufnahme mit dem Orientierungsapparat an die terrestrische angeschlossen wird, ist die Lotrichtung auch in dieser Luftaufnahme und somit in allen andern angeschlossenen Fliegeraufnahmen bekannt. Der Zeitpunkt der terrestrischen Aufnahme ist in keiner Weise gebunden.

Hinsichtlich der Genauigkeit ist wesentlich, daß sich mit Hilfe des Orientierungsapparates die Aufgaben unter Ausnützung des Optimums des stereoskopischen Effektes ausführen lassen, da beständig in Kernebenen beobachtet wird und außerdem der Maßstab zweier Aufnahmen sich genau gleich groß wählen läßt.

III. Liegt dieser „Orientierungsapparat“, der nun auch gebaut wird, einmal fertig vor, dann lassen sich daraus für die Luftphotogrammetrie folgende Aussichten ableiten:

1. Die Luftphotogrammetrie ist bis auf das Plattenkorn vollständig auf die terrestrische Photogrammetrie zurückgeführt und man kann Luftaufnahmen letzten Endes mit dem Stereoautographen auswerten. Daß dadurch allein die Luftphotogrammetrie rationell gemacht werden kann, erhellt aus folgendem: Bei unseren terrestrischen Winkelmessungen, die im Prinzip dasselbe wie die Messungen mit der Fliegerplatte darstellen, benützen wir für die Orientierung nicht etwa drei koordinierte Punkte, um auf die dadurch bestimmte Raumebene die Stehachse des Instrumentes zu beziehen, sondern lediglich eine ausgezeichnete Richtung, die Lotrichtung. Es genügt also ein eindimensionales Element, die Gerade, während man bei derselben Aufgabe der



Luftphotogrammetrie bisher dreidimensionale Elemente (Lage und Höhe von drei Punkten) notwendig hatte. Daß die Beschaffung von zwei Dimensionen mehr — kostspieliger ist, liegt wohl auf der Hand.

Je nach dem Maßstab, bzw. nach der Genauigkeit ist natürlich auch diesem Verfahren durch die Fehlerfortpflanzung eine Grenze gesetzt. Dem kann aber bequem dadurch Abhilfe geschaffen werden, daß in großen Abständen voneinander je eine terrestrische Aufnahme gemacht wird.

Daß auf diese Weise die Luftphotogrammetrie wirtschaftlicher wird, erhellt in zweiter Linie auch daraus, daß der hierzu benötigte Orientierungsapparat nach vorläufiger Schätzung den Preis von 6000 Mark nicht übersteigen wird. Damit wird es außer einigen großen Luftbildgesellschaften, denen die Luftphotogrammetrie bisher vorbehalten war, mit weit geringeren Mitteln auch anderen möglich sein, diese wichtige Meßmethode anzuwenden.

2. Die Nadirtriangulierung, die bisher nur eine Haupttriangulierung sein konnte, kann nun in jedem Gelände zur Anwendung kommen, da ja der wirkliche Nadirpunkt aufgefunden werden kann; dadurch können mit dem Flugzeuge Triangulierungen bis zu der Genauigkeit, welche den Aufnahmen innewohnt, gemessen werden.

Das hat nun wieder eine entscheidende Bedeutung für die Luftbildentzerrung; bei einem Gelände, das sich überhaupt für Entzerrung eignet, kann diese Methode nunmehr auch in gänzlich unbekanntem Gelände Anwendung finden, weil ja bekannte Punkte durch die nun streng durchführbare Nadirtriangulierung gefunden werden können. Hier sei auch erwähnt, daß der Orientierungsapparat zugleich als Triangulator für die Richtungsentnahme verwendbar ist.

3. Regierungsrat Seidel<sup>3)</sup> hat auf der Berliner Herbsttagung 1930 der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie deutlich den Mißstand ausgesprochen, über den alle Vermessungsfieger klagen, daß es nämlich mit dem besten Willen nicht möglich ist, die Flugbedingungen einzuhalten; ich verstehe darunter gleiche Basislänge und gleiche Konvergenz, deren Nichteinhaltung sich beim Auswerten so störend bemerkbar macht.

Diese Bedingungen lassen sich nach diesem Verfahren dadurch einhalten, daß im Flugzeug das überflogene Gelände auf eine Kugel (bzw. Kugelkalotte) projiziert wird, auf der einige Meridiane und Parallelkreise aufgezeichnet sind. Der Flieger hat nun so zu steuern, daß die zwei Aufnahmen entsprechenden Bildpunkte immer auf demselben Meridiane liegen bleiben, dann hält er eine bestimmte Basis-(Kernachse) ein. Weiterhin läßt sich an Hand der durch den Maßstab vorausbestimmten Flughöhe auch der parallaktische Winkel vorausberechnen, unter dem die Geländepunkte erscheinen müssen, um immer gleiche Basislänge zu haben. Dieser Winkel kann an den Parallelkreisen direkt abgesehen werden.

Die erste Aufnahme muß dabei natürlich solange festgehalten werden, bis die zweite erfolgen kann, was sich dadurch erreichen läßt, daß die Kugel mit einer Leuchtfarbe überstrichen wird, welche ja die Eigenschaft der Fluoreszenz aufweist.

<sup>3)</sup> Bildmessung und Luftbildwesen 1930, Heft 4, Seite 212 „Berichte der Berliner Herbsttagung 1930 der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie über den Züricher Kongreß.“



4. Anwendung auf die Aerodynamik der Flugzeuge und die Bestimmung der Raumkurven von Flugzeugbahnen. Das war bisher nur mit Hilfe des sog. elektrischen Vorwärtsschnittes möglich, was komplizierte, synchronisierte, elektrische Fernauslösungen beanspruchte.

Nunmehr läßt sich die Raumkurve durch die gegenseitige Orientierung festlegen, wenn mit dem Flugzeug eine Kamera starr gekoppelt ist, welche in bestimmten Zwischenräumen oder für genauere Erfassung fortlaufend das überflogene Gelände photographiert. Somit unterscheidet sich also diese Aufgabe nicht mehr von den übrigen der Luftphotogrammetrie.

Will man die Deformation des Flugzeuges studieren, so ist lediglich der Einbau von mehreren derartigen Aufnahmekammern, etwa symmetrisch in beiden Tragflächen, notwendig.

5. Anwendung auf stereoskopische Wolkenmessung, die einen ganz jungen Zweig der Luftphotogrammetrie darstellt. Die Wolkenmessung ist äußerst wichtig für die Meteorologie und damit für die Zukunft des Luftverkehrswesens.

Nach den Mitteilungen <sup>4)</sup> von P. Raethjen haben die bisherigen Versuche überhaupt kein brauchbares Ergebnis geliefert. Das läßt sich nun auf folgende Weise erreichen:

Es werden im Flugzeuge zwei Kammern star so angeordnet, daß eine annähernd horizontal (sie sei kurz Wolkenkamera genannt), die aufziehenden Wolkengebilde, Wolkentürme aufnimmt und eine zweite Kamera, senkrecht nach unten gerichtet, das Gelände aufnimmt (= Bodenkamera). Durch die Orientierung der beiden Bodenkammern mit Hilfe des Orientierungsapparates sind dann automatisch auch die Wolkenkammern gegeneinander und gegen das Lot orientiert und stereoskopisch ausmeßbar. Verändern sich die Wolkengebilde zu rasch, so müssen zwei Flugzeuge in der Weise zusammenarbeiten, daß sie in einem gewissen Abstände (= Basis) annähernd gleichzeitig die Aufnahmen ausführen, für die Herbeiführung der Gleichzeitigkeit werden hier etwa Leuchtkugeln genügen.

Das sind alles Anwendungsmöglichkeiten der Luftphotogrammetrie, die sich auf Grund des oben angedeuteten Verfahrens bereits nachweisen lassen.

IV. Darüber hinaus kann ich folgende Aussichten eröffnen, über welche ich vorerst nur Überschlagsrechnungen anstellen konnte:

1. Die geographische Orts- und Zeitbestimmung im Flugzeuge ist heute bereits in den Vordergrund des praktischen Interesses gerückt. Bei Tag macht das an sich bei bekannten Gegenden und bei einigermaßen sichtigem Wetter keine Schwierigkeiten; hier dienen als Behelfe Kompaß und Fliederkarte. Dagegen gehören Nachtflüge schon zu den Seltenheiten, zumal, wenn es sich um wenig bevölkerte Strecken und um flugplatzarme Gegenden handelt. Das ist auch der Grund, warum man z. B. von Holland nach Niederländisch-Indien mit dem eingerichteten Luftverkehr fast länger braucht als mit dem Schiffe; der Flieger kommt eben nur bei Tag vorwärts, während dem Schiffe auch

<sup>4)</sup> Bildmessung und Luftbildwesen 1931, Heft 2, Seite 49 „Stereoskopische und stereophotogrammetrische Wolkenaufnahmen vom Flugzeuge aus“.



die Nacht zur Verfügung steht, außerdem ist der Flieger an die Distanz der Landungsplätze gebunden.

Die Orientierung im Flugzeuge wird nun bei Nacht dadurch ermöglicht, daß man den Sternhimmel an einer Startstation terrestrisch aufnimmt unter Wahl der Hauptflugrichtung als Kernachse. Der Inhalt der terrestrischen Aufnahme wird dann im Flugzeuge ständig auf eine Kugel mit den mehrfach erwähnten Meridiankreisen projiziert. Nun hat der Flieger nur so zu steuern, daß die direkt gesehenen Sterne sich mit den projizierten Bildern jeweils auf demselben Meridiane befinden, dann fliegt er ständig auf der Kernachse, also in der beabsichtigten Richtung. Bringt man auch Parallelkreise an der Kugel an, so kann er auch die zurückgelegte Strecke im Bogenmaß ablesen. Abweichungen von der Kernachse lassen sich ebenfalls ablesen.

Da sich aber der Sternhimmel dreht, muß sich auch die terrestrische Platte mitdrehen, was durch eine Uhr bewerkstelligt werden kann. Die Uhr wird nun infolge der Erschütterungen im Flugzeug nicht besonders genau gehen, ein Mißstand, dem durch zeitweilige Abnahme des Uhrstandes mit Hilfe des in jedem Flugzeuge heute mitgeführten Empfangsgerätes wirksam begegnet werden kann. Damit hat der Flieger jederzeit seinen Standort vor Augen.

Bei Nebel, in dem für den Luftverkehr die einzige Rettung das drahtlose Anpeilen ist, welches auch heute noch bis auf ca.  $1/2^0$  ungenau wirkt, wird es dem Flieger immer noch möglich sein, über die Nebelschicht zu kommen und damit seinen Standpunkt auf die angedeutete Art festzustellen.

2. Im Zusammenhang mit der Entwicklung der Rakete wird es möglich sein, die Kamera ohne Flugzeug zu verwenden. Ich bin weit davon entfernt, an die Raumrakete zu glauben, solange nicht das „Dreikörperproblem“ gelöst ist, denn das bildet die Voraussetzung hierfür. Daß aber die Düsenrakete heute bereits zur Tatsache geworden ist und nur für die Beförderung von größeren Lasten noch nicht rationell ist, wird gar nicht mehr bestritten. Da jedoch eine photogrammetrische Kamera keine Last in diesem Sinne ist, so wird der Zeitpunkt nicht mehr ferne sein, in dem die photogrammetrische Kamera sich mit der Düsenrakete befördern läßt. In Betracht kommen vorerst, infolge des Plattenkorns, nur Raketen mit mäßiger Geschwindigkeit.

Das liefert aber im Verein mit der oben angegebenen Möglichkeit, jede Aufnahme gegen das Lot orientieren zu können, ernsthafte Möglichkeiten für die Erforschung der restlichen Erdteile ohne das Leben der Menschen zu gefährden, die in ihrem Wagemut und in selbstloser Weise sich der Forschung opfern. Ich denke hier in erster Linie an die Polargebiete.

Wenn ich in den ersten Teilen meiner Ausführungen bereits greifbare Möglichkeiten für die Luftphotogrammetrie gezeigt habe, so habe ich im letzten Teile Aussichten entwickelt, die zeigen, daß unsere Wissenschaft auch in diesem Zweige noch nicht arm an Problemen ist und sich im Kreise der Naturwissenschaften würdig an die Seite ihrer Schwestern stellen kann.



# Ueber den heutigen Stand der Schweremessungen.

Von H. Schmehl, Potsdam.

Die Aufgabe, die Figur der Erde zu bestimmen, kann heute als identisch mit der Aufgabe, das Schwerfeld der Erde zu ermitteln, betrachtet werden. Messungen der Schwere sind nicht nur für die Geodäsie von Bedeutung; auch die Geophysik, die Geologie und der praktische Bergbau können auf die Ergebnisse der Schweremessungen nicht mehr verzichten.

Die grundlegende Erkenntnis, daß die Figur der Erde ein physikalisches Problem ist, führte bekanntlich zu einem Gesetz für die Abhängigkeit der Erddimensionen von den Schwerewerten an der Erdoberfläche, zu dem berühmten Theorem von Clairaut. In erweiterter Fassung ist das Clairautsche Theorem neuerdings noch mehr in den Vordergrund des Interesses gerückt anlässlich der Entscheidung der Frage nach der Elliptizität des Erdäquators<sup>2) 3)</sup>. Im Zusammenhang hiermit spielen Schweremessungen in der Nähe des Äquators, d. h. vornehmlich auf den Ozeanen eine wichtige Rolle<sup>4)</sup>. Auf dem Lande haben Schweremessungen für die Geoidbestimmung einerseits, für die Geologie und den praktischen Bergbau andererseits wertvolle Resultate gegeben. Auch haben die neuzeitlichen Theorien und Praktiken der Schweremessungen in hohem Grade dazu beigetragen, daß den Fortschritten der geodätischen Wissenschaft von einem allgemeiner interessierten Kreise aufmerksame Beachtung geschenkt wurde.

Meine Absicht, Ihnen einen kurzen Überblick über den heutigen Stand der Schweremessungen zu geben, glaube ich am besten zu erreichen, wenn ich Ihnen ein Bild der diesbezüglichen Entwicklungen der letzten Jahre entwerfe<sup>1)</sup>.

Neben der Photogrammetrie gehören die Schweremessungen zu den verhältnismäßig jungen Zweigen der Geodäsie. Es ist deshalb nicht wunderlich, daß die Entwicklung der Meßmethoden und der Meßinstrumente von grundlegender Bedeutung ist.

Die beste Methode zur Messung der Schwerkraft ist bisher die dynamische Methode der Beobachtung der Schwingungen freier Pendel geblieben. Absolute Schweremessungen sind nach dem Kriege nicht ausgeführt worden, indessen relative Schweremessungen in einer großen Anzahl. Diese bestehen bekanntlich im wesentlichen aus Schwingungzeitmessungen, da die Quadrate der an zwei verschiedenen Orten gemessenen Schwingungszeiten eines und desselben Pendels den bezüglichen Schwerewerten umgekehrt proportional sind.

Die Genauigkeit der Beobachtungen beträgt zur Zeit etwa 1 mgal, d. i. ein Millionstel der Schwere; 1 mgal Schweredifferenz entspricht einer Differenz in der Halbschwingungszeit eines Halbskundenpendels von  $3 \cdot 10^{-7}$ .

Vor dem Kriege war es meist notwendig, den Gang der zur Beobachtung benutzten Uhr durch astronomische Zeitbestimmungen an Ort und Stelle zu bestimmen. Jetzt sind die astronomischen Beobachtungen fast durchweg durch die Aufnahme funkentelegraphisch gesandter Zeitzeichen, sogenannter Koinzidenzsignale, ersetzt worden. Hierdurch werden sowohl Genauigkeit als auch Schnelligkeit der Messungen erhöht.



Die Beobachtungsurh kann gänzlich ausgeschaltet werden, wenn die Koinzidenzsignale, entsprechend verstärkt, direkt den Koinzidenzapparat treiben. Von dem Gange der die Zeitsignale auslösenden Uhr kann man sich freimachen, wenn nach dem Referenzpendel-Verfahren beobachtet wird, in der Weise, daß die Zeitsignale zwei oder mehrere Koinzidenzapparate auf verschiedenen Stationen betreiben. Statt des Koinzidenzapparates kann schließlich auch ein Registrierapparat verwendet werden, der die Zeitsignale und die Pendelschwingungen nach einem geeigneten Verfahren aufzeichnet.

Neuzeitliche Pendelbeobachtungen werden in evakuierten Pendelapparaten ausgeführt <sup>6)</sup>. Die Vorteile sind: Geringe Amplitudenabnahme, langes Schwingen der Pendel, Unabhängigkeit von dem Luftdruck.

Das störende Mitschwingen des Pendelstativs wird heute vollständig oder zum größten Teil eliminiert durch die Beobachtung zweier gleichzeitig auf dem gleichen Stativ in entgegengesetzter Phase schwingender Pendel <sup>5) 7)</sup>. Das Zweipendelverfahren ist von F. A. Vening-Meinesz in weitgehender Weise ausgenutzt durch Verwendung sogenannter „hypothetischer Pendel“, dessen Schwingungszeiten von jeglicher Horizontalbewegung des Pendelstativs unabhängig sind. Auf der Verwendung hypothetischer Pendel beruht im wesentlichen die Möglichkeit, relative Pendelmessungen in einem fahrenden Unterseeboot auszuführen und damit über die Schwereverhältnisse auf dem Meere weitgehend Auskunft zu erhalten. Vening-Meinesz hat eine große Zahl von

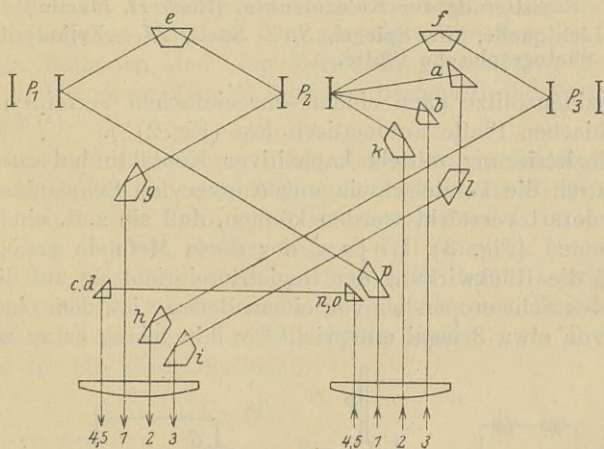


Fig. 1.

Lichtwege in dem Dreipendelapparat von F. A. Vening-Meinesz.

$P_1, P_2, P_3$  = Pendel,  $\psi_1, \psi_2, \psi_3$ , = deren Elongationen.

Es registrieren:

1.  $\psi_1 - \psi_2$  (hypothetisches Pendel).
2.  $\psi_2 - \psi_3$  (hypothetisches Pendel).
3.  $\psi_2$  (einfaches Pendel zur Reduktion); Prismen  $a$  und  $b$  sind an einem Hilfspendel befestigt, das in einer zur Hauptschwingungsebene parallelen Ebene schwingt.
4. Die Lufttemperatur (Metallthermometer).
5. (über 4.) Die Bewegung des Pendelapparates mit Bezug auf ein zweites Hilfspendel, das in einer Ebene senkrecht zur Hauptschwingungsebene schwingt.



Pendelmessungen im Unterseebot auf sämtlichen Ozeanen ausgeführt<sup>4)</sup> Die Genauigkeit dieser Messungen beträgt etwa 4 mgal. Die Pendelschwingungen registrierte er photographisch (Fig. 1). Eine automatische Registrierung ist auf See notwendig. Auf festem Boden ist bisher visuell beobachtet worden. Indessen sind vielerorts umfassende Versuche zur allgemeinen automatischen Registrierung der Pendelschwingungen an gestellt worden.

Von Interesse sind insbesondere: Das Martinsche Koinzidenzverfahren, die Registrierung mittels kapazitiver Kontakte, die Registrierung mittels Photozellen. Martin hält die bisher visuell beobach-

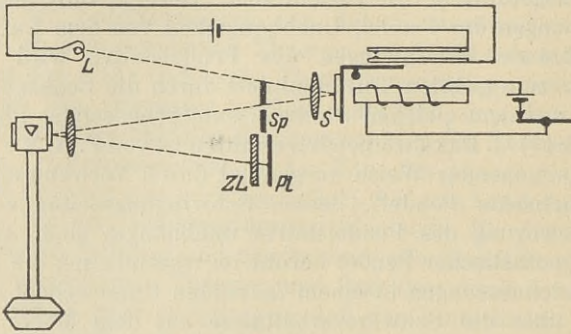


Fig. 2.

Registrierung der Koinzidenzen. (Nach H. Martin.)

$L$  = Lichtquelle,  $S$  = Spiegel,  $Sp$  = Spalt,  $ZL$  = Zylinderlinse,  $Pl$  = photographische Platte.

teten Koinzidenzblitze nach einem sehr einfachen Verfahren auf einer photographischen Platte automatisch fest (Fig. 2)<sup>9)</sup>.

Die Registrierung mittels kapazitiver Kontakte hat zum Prinzip, daß die durch die Pendelschwingungen erzeugten Schwankungen einer Kapazität derart verstärkt werden können, daß sie z. B. ein Relais betätigen können (Fig. 3). Lejay, der diese Methode angegeben hat, zeigte, daß die Rückwirkung der Registriereinrichtung auf die Schwingungszeit des Schwerependels von einem Betrage ist, dem eine Schwereänderung von etwa 3 mgal entspricht<sup>10)</sup>; mir gelang es zu zeigen, daß

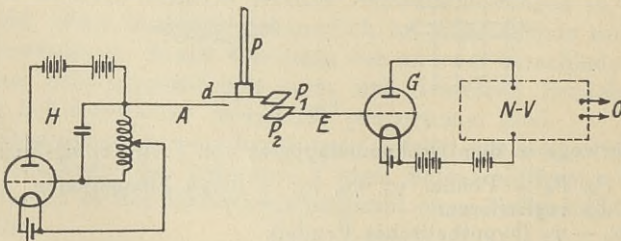


Fig. 3.

Registrierung der Pendelschwingungen  
mittels hochfrequenter elektrischer Schwingungen. (Nach P. Lejay.)

$H$  = Sender (Heterodyn-Apparat),  $A$  = Sendeantenne,  
 $P$  = Pendel mit Stift  $d$  und Platte  $P_1$ ,  $E$  = Empfangsantenne  
mit Platte  $P_2$ ,  $G$  = Empfängerröhre,  $N-V$  = Niederfrequenzver-  
stärker,  $O$  = Oszillograph.

die Rückwirkung noch nicht  $\frac{1}{10}$  dieses Wertes ausmacht, obgleich die Apparatur mit einer viel größeren Energie und weit längere Zeit, als bei Feldbeobachtungen nötig ist, arbeitete <sup>11)</sup>.

Versuche zur Registrierung der Pendelschwingungen mittels Kaliumzellen hat u. a. E. A n d e r s e n in Kopenhagen erfolgreich durchgeführt <sup>12)</sup>. — Es wird Sache der praktischen Beobachter sein, zu untersuchen, welche der erwähnten Registriereinrichtungen sich auf Feldstationen am besten bewährt. —

Ein Wort über die Form der Pendel. Bisher bestand ein sogenanntes invariables Pendel im wesentlichen aus einer Stange, an deren unterem Ende eine schwere Masse, an deren oberem Ende eine Schneide befestigt war. Nach Angabe von E. K o h l s c h ü t t e r gibt man neuerdings einem Schwerependel noch eine andere Form, und zwar die eines zylindrischen Stabes <sup>8)</sup>. Die Schneide wird an der Stelle des Stabes eingesetzt, für die die Schwingungszeit von kleinen Verrückungen der Schneide unabhängig ist. Die mathematische Bedingung für diese Konstruktion lautet: Der Abstand Schwerpunkt—Schneide muß gleich der halben mathematischen Pendellänge sein. —

Bis heute sind mit Hilfe der dynamischen Methode der Beobachtung frei schwingender Pendel die besten Ergebnisse zur Bestimmung der Schwere erhalten worden. Indessen sind trotz aller Neuerungen auf dem Gebiete der Pendelmessungen die Beobachtungen immer noch mühsam und zeitraubend im Verhältnis zu einigen neueren statischen Verfahren zur Bestimmung der Schwere. Die wichtigsten in den letzten Jahren entwickelten Methoden sind: Die Verwendung astasierter Pendel nach G. I s i n g und N. U r e l i u s <sup>13)</sup> und das barometrische Verfahren nach H. H a a l c k <sup>14)</sup>.

Das Isingsche Verfahren dürfte besonders in Ihrem Kreise hier interessieren, da es im wesentlichen auf Präzisions-Winkelmessungen beruht. Die einfachste Form eines astasierten Pendels ist durch einen vertikalen Stab gegeben, dessen unterer Teil elastisch biegsam ist. In der Praxis läßt sich ein derartiger Stab z. B. durch Ausziehen eines Quarzstabes (Fig. 4) herstellen. Nach einer kleinen Drehung  $\Theta$  des oberen Stabteiles aus der Vertikalrichtung greifen zwei Drehmomente das Pendel an: ein zurückdrehendes

$$Q_1 = -h \cdot \Theta,$$

worin die (positive) Konstante  $h$  die elastische Direktionskraft bedeutet, und ein weiterdrehendes

$$Q_2 = +k \cdot \Theta;$$

$k$  ist der Schwere  $g$  proportional. Man bezeichnet

$\frac{k}{h-k}$  als Astasierung des Pendels. Der Begriff

Astasierung wird Ihnen wohl von dem astatischen Galvanometer oder von dem Wiechertschen astatischen Horizontal-Seismographen bekannt sein.



Fig. 4.

Astasiertes Pendel.

(Erstes Versuchsinstrument nach G. Ising u. N. Urelius.)



Die Messung der Astasierung  $N$  geschieht folgendermaßen. Man neigt das Instrument um einen Winkel  $\varphi$ , alsdann möge der obere Teil des Pendels mit der Vertikalen den Winkel  $\varphi + \vartheta$  einschließen. Wie leicht nachzuweisen, gilt alsdann

$$\vartheta = N \cdot \varphi.$$

Bestimmt man auf verschiedenen Stationen durch Messung zusammengehöriger Winkelpaare  $\varphi, \vartheta$  die Astasierungen  $N_1$  und  $N_2$ , so gibt die Beziehung

$$\frac{g_2 - g_1}{g_1} = \frac{1}{N_1} \cdot \frac{N_2 - N_1}{1 + N_2}$$

das Prinzip dieser relativen statischen Schweremessung wieder.

Der in Fig. 4 wiedergegebene Stab hat sich in der Praxis schlecht bewährt. Ising und Urelius wählten daher für ihre Messungen einen festen Stab, der auf einem horizontalen Torsionsdraht befestigt ist (Fig. 5). Das ganze Instrument wurde aus geschmolzenem Quarzglas hergestellt. Bei großem  $N$  (praktisch etwa 1000) muß der Winkel  $\varphi$  sehr klein sein. Mittels einer geeigneten Mikrometeranordnung konnte  $\varphi$  bis auf weniger als  $1/100''$  genau bestimmt werden. Durch Anschluß

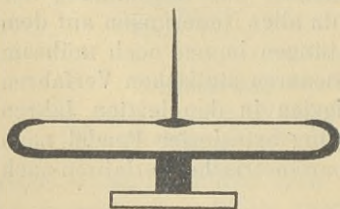


Fig. 5.

Astasiertes Pendel.  
(G. Ising und N. Urelius.)

an Potsdam bestimmte Urelius die Schwere in einigen Hauptpunkten und erhielt folgende Abweichungen von den durch relative Pendelmessungen gewonnenen Werten: Stockholm +3 mgal, Kopenhagen +6 mgal, München -8 mgal, Bern -4 mgal. Die Übereinstimmung ist überraschend gut.

Der Schweremesser von Haalck beruht auf dem bekannten Prinzip, die Schwereänderung durch die Änderung

der Höhe  $h$  einer Quecksilbersäule zu messen, die durch den Druck  $p$  einer abgeschlossenen Gasmasse  $v$  im Gleichgewicht gehalten wird.

Ist  $g$  die Schwere,  $\sigma$  die Dichte des Quecksilbers, so folgt aus

$$p = h \sigma g$$

die Beziehung

$$\frac{dp}{p} = -\frac{dv}{v} + \alpha dt = \frac{dh}{h} + \frac{d\sigma}{\sigma} + \frac{dg}{g},$$

worin  $\alpha$  den Ausdehnungskoeffizienten der Gase und  $dt$  die Temperaturänderung bedeutet. Hieraus folgt, daß eine Genauigkeit von  $10^{-6}$  in der

Messung von  $\frac{dh}{h}$  etwa einer Schwereänderung von 1 mgal entspricht.

Um diese Genauigkeit zu erreichen, wird das Quecksilbergefäß an einem oder an beiden Enden stark erweitert; über die Quecksilbermasse bringt man eine leichte Flüssigkeit (Toluol), die bis in eine Kapillare reicht (Fig. 6). — Weit bedeutender ist der Einfluß der Temperatur-



änderung. Ändert sich die Temperatur um etwa  $0,001^{\circ} \text{C}$ , so würde sie eine Änderung des Meniskus hervorrufen, der eine Schwere-änderung von 1 mgal entspricht. Hieraus erkennen Sie, daß die Entwicklung eines auf dem barometrischen Prinzip beruhenden statischen Schweremessers lediglich ein wärmetechnisches Problem darstellt. Auf den ersten Blick muß es als technisch unmöglich angesehen werden, eine derartige Temperaturkonstanz zu erzielen bzw. die Temperatur mit einer solchen Genauigkeit zu messen oder eine hinreichend genaue Temperaturkompensation zu konstruieren. Haalck erzielte eine Temperaturkompensation nach folgendem Prinzip: Die Räume  $v_1$  und  $v_2$  (Fig. 6) werden sehr groß hergestellt und in möglichst viele Einzelräume unterteilt. Die Teilräume  $v_1$  und  $v_2$  werden einzeln ineinander geschachtelt, wobei das Material und die Dimensionen so gewählt werden, daß infolge der verschiedenen Ausdehnung des Materials die Teilräume von  $v_1$  und  $v_2$  sich derart in der Größe ändern, daß der Temperatureinfluß gerade kompensiert wird. Versuchsmessungen mit dem Instrument auf der unteren und der oberen Haltestelle des Fahrstuhls im Funkturm zu Berlin-Charlottenburg ergaben für die Differenz der Schwere folgende Werte: 60, 28, 9, 47, 47, 46, 29, 49, 33, im Mittel also 39 mgal. Der Höhenunterschied der beiden Haltestellen beträgt 120 m, so daß die Schwere an der oberen Haltestelle um 37 mgal kleiner sein muß als unten. Das Ergebnis muß als vollkommen befriedigend angesehen werden, zumal die Temperaturverhältnisse recht ungünstig waren. Haalck hat inzwischen einen größeren Apparat bauen lassen, der eine größere Genauigkeit geben soll. —

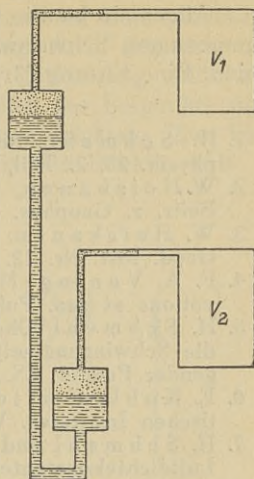


Fig. 6.  
Prinzip des statischen  
Schweremessers  
von H. Haalck.

Noch einige Angaben über die Anzahl der nach dem Kriege ausgeführten Schwere-messungen. Von den Beobachtern des Geodätischen Instituts in Potsdam wurde die Schwere in Preußen, Braunschweig und Mecklenburg auf insgesamt 133 Stationen gemessen<sup>16)</sup>. Die Bayerische Kommission für die Internationale Erdmessung bestimmte die Schwere auf 53 Stationen (11 Stationen außerhalb Bayerns). Von den Beobachtungen in fremden Staaten hebe ich hervor: Dänemark (140 Stationen), Finnland (106), U.S.S.R. (528). — Im Rahmen der Arbeiten der Baltischen Geodätischen Kommission wurde mir der Auftrag zuteil, die Schwere auf den Zentralstationen des Ostseeringes durch relative Messungen mittels Anschlusses an Potsdam zu bestimmen. Im Jahre 1930 beobachtete ich in Kopenhagen (Dänemark), Stockholm (Schweden), Helsingfors (Finnland), Pulkowo (U.S.S.R.), Reval (Estland), Riga (Lettland), Kaunas (Litauen), Danzig. Ein kurzer Bericht befindet sich in den Verhandlungen der Baltischen Geodätischen Kommission zu Kopenhagen<sup>15)</sup>.



Allgemein konnte festgestellt werden, daß fast alle nach dem Kriege gemessenen Schwerewerte auf das Potsdamer Schweresystem bezogen sind. Eine Ehrung für Helmerl!  
Schmehl.

#### Literatur.

1. H. Schmehl, Schwerkraftmessungen. Handbuch der Experimentalphysik. 25, 2. Teil, S. 192, 1931.
2. W. Heiskanen, Ist die Erde ein dreiaxsiges Ellipsoid? Gerlands Beitr. z. Geophys. 19, 356, 1928; Astr. Nachr. 232, 305, 1928.
3. W. Heiskanen, Über die Elliptizität des Erdäquators. Veröff. Finn. Geod. Inst. Nr. 12, Helsinki 1929.
4. F. A. Vening-Meinesz, Theory and practice of pendulum observations at sea. Publ. Netherl. Geod. Comm. Delft 1929.
5. H. Schmehl, Über den Einfluß der Elastizität des Pendelstativs auf die Schwingungszeiten zweier gleichzeitig auf demselben Stativ schwingender Pendel. ZS. f. Geophys. 3, 157, 1927.
6. E. Kohlschütter, Der neue Pendelapparat des Preußischen Geodätischen Institutes. Verh. Balt. Geod. Komm. Helsinki 1928, S. 91
7. H. Schmehl und W. Jenne, Bestimmung der Temperatur- und der Luftdichtekonstanten von Schwerkraftpendeln nach dem Zweipendelverfahren. ZS. f. Instrkde. 49, 398, 1929.
8. E. Kohlschütter, Über Pendelformen. Verh. Balt. Geod. Komm. Helsinki 1928, S. 83.
9. H. Martin, Das photographische Koinzidenzverfahren. ZS. f. Geophys. 5, 148 und 316, 1929.
10. P. Lejay, Sur un procédé d'enregistrement des oscillations de pendule libre, et son application aux mesures de gravité. C. R. 186, 1827, 1928.
11. H. Schmehl, Die Registrierung der Schwingungen eines Schwerkraftpendels mittels hochfrequenter elektrischer Schwingungen und ihre Rückwirkung auf das Pendel. ZS. f. Geophys. 5, 53, 1929.
12. E. Andersen, Photoelektrische Registrierung der Pendelschwingungen. Verh. Balt. Geod. Komm. Helsinki 1931, S. 215.
13. G. Ising und N. Urelius, Die Verwendung astasierter Pendel für relative Schweremessungen. I, II, Kungl. Sv. Vetenskapsak. Handl. Stockholm (3), 6, Nr. 4, 1928; III, (3), 9, Nr. 9, 1931.
14. H. Haalck, Ein statischer Schwerkraftsmesser. ZS. f. Geophys. 7, 95, 1931.
15. N. E. Nörlund, Bericht über die relativen Schweremessungen auf den Landes-Zentralstationen im Sommer 1930. Verhandl. Balt. Geod. Komm. Helsinki 1931, S. 149.
16. A. v. Flotow, A. Berroth, H. Schmehl, Relative Bestimmung der Schwerkraft auf 115 Stationen in Norddeutschland. Veröff. Preuß. Geod. Inst. Neue Folge Nr. 106, Potsdam 1931.

## Koordinatenumformung.

Von Stadtlandmesser **Schieferdecker**, Hildesheim.

Die Einführung der Gauß-Krügerschen konformen Koordinaten wird manchen Stellen ziemliche Rechenarbeiten durch die Umformung der Koordinaten von dem vorhandenen System in das neue bringen (vergl. Runderlaß des Pr. Fin.-Min. v. 20. 4. 1927).

Es dürfte daher angebracht sein, einmal an Hand eines praktischen Beispielen einige Hinweise zu geben.

Für das Stadtgebiet Hildesheim waren im Jahre 1926 11 trigonometrische Punkte, 172 Polygon- und 200 Kleinpunkte im Soldner'schen Katastersystem bestimmt worden. Die Aufgabe war, diese Punkte in das konforme System umzuformen, da die Stadtriangulation im Jahre 1930 erweitert und für letztere die konformen Koordinaten eingeführt

wurden. Um die Rechenarbeit auf ein Mindestmaß an Zeit zurückzuführen, wurde eine gebietweise Umformung nach dem trigonometrischen Formular 24 ins Auge gefaßt. Die Umformung sollte zunächst für das trigonometrische Netz einschließlich der Beipunkte und dann für die Polygon- und Kleinpunkte zusammen erfolgen. (Zur Verdeutlichung ist eine Lageskizze der trigonometrischen Punkte, Abb. 1,

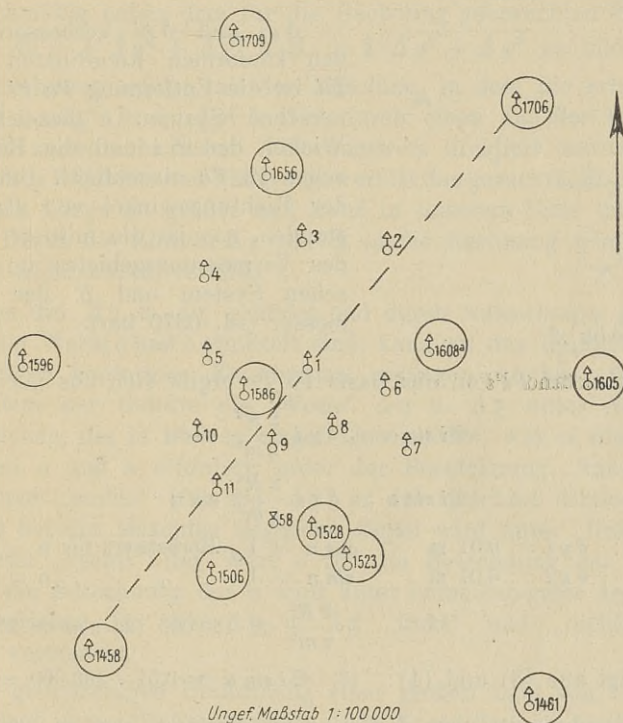


Abb. 1.

beigegeben.) Eine ebene Umformung ließ von vornherein Verzerrungen erwarten, die unerlaubte Abweichungen bringen mußten. Daher wurde zu deren Kenntnis eine Umformung der in und um das Umformungsgebiet zerstreut liegenden trigonometrischen Punkte der Landesaufnahme (Abb. 1 eingekreist), deren konforme Koordinaten das Reichsamt für Landesaufnahme auf Antrag mitgeteilt hatte, in einem Rechnungsgange eben vorgenommen. Als Basis  $Pa Pe$  wurde die etwa 8,7 km lange Entfernung von  $\hat{\odot} 1458$  bis  $\hat{\odot} 1706$  benutzt. Die Abweichungen in  $x$  und  $y$  ergaben sich aus den Unterschieden der gegebenen konformen Koordinaten und den aus der Umformung errechneten. Sie betragen je nach dem Abstände der Punkte von  $Pa Pe$  durchschnittlich 10–20 cm. Zur Festlegung der Ausdehnung des Gebietes, in dem eine ebene Umformung ausgeführt werden kann, ohne daß diese Fehler größer als etwa 1 cm ausfallen, wurde nach den Untersuchungen von Prof. Samel (Allgem. Verm. Nachr. Jahrg. 40 Heft 32, Seite 505 u. ff.) folgendes ausgeführt:



Nach Samel ist (Seite 510 a.a.O.):

$$(1) \quad \delta y_i = \frac{\mathfrak{S}i \cdot \eta m^2}{2 R^2} \cdot \sin \alpha \cos n$$

$$(2) \quad \delta x_i = \frac{\mathfrak{S}i \cdot \eta m^2}{2 R^2} \cdot \sin \alpha \sin n$$

Hierin sind (Abb. 2):

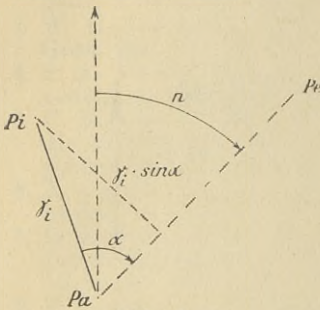


Abb. 2.

$\delta y_i$  und  $\delta x_i$  Verbesserungen in den konformen Koordinaten von  $P_i$ ,  $\mathfrak{S}i$  ist die Entfernung  $Pa P_i$  im Soldnerschen System.  $\alpha$  bezeichnet den Winkel, den  $\mathfrak{S}i$  und die Rechnungsachse  $Pa Pe$  einschließt. Unter  $n$  ist der Richtungswinkel von  $Pa Pe$  verstanden.  $\eta m$  ist die mittlere Ordinate des Vermessungsgebietes im Soldnerschen System und  $R$  der Erdhalbmesser (rd. 6370 km).

Der Abstand  $P_i$  von der Basis  $Pa Pe$  ergibt sich aus (1) und (2):

$$(3) \quad \mathfrak{S}i \sin \alpha = \delta y_i \frac{2 R^2}{\eta m^2} \cos n$$

$$(4) \quad \mathfrak{S}i \sin \alpha = \delta x_i \frac{2 R^2}{\eta m^2} \sin n$$

Wir setzen:  $\delta y_i = 0,01 \text{ m}$        $\cos n = 1$  (Höchstwert für  $n = 0^\circ$ )  
 $\delta x_i = 0,01 \text{ m}$        $\sin n = 1$       „      „       $n = 90^\circ$ )

$$\frac{2 R^2}{\eta m^2} \cong 130\,000 \quad (\text{da } \eta m \cong 25\,000 \text{ m})$$

Es folgt aus (3) und (4): (5)  $\mathfrak{S}i \sin \alpha \cong 0,01 \cdot 130\,000 = 1300 \text{ m}^*$

Das Ergebnis ist also, daß man im Abstände von rd. 25 km vom Meridian durch den Nullpunkt des Soldnerschen Systems in Gebietstreifen eben umformen kann, deren Breite 2,6 km nicht überschreitet. Der dann noch in  $x$  und  $y$  auftretende Fehler bleibt unter 1 cm. Die Richtung eines solchen Rechnungstreifens ist dabei beliebig, da für  $\cos n$  bzw.  $\sin n$  Höchstwerte eingesetzt wurden. Die Länge von  $Pa Pe$ , über die die Formel nichts aussagt, wurde zu 4 km\*) aus der praktischen Durchführung der Rechnung ermittelt.

Die Rechnungen selbst haben die theoretischen Erwägungen bestätigt.

Die Umformung geschieht zweckmäßig mit der Rechenmaschine nach den Formeln:

$$y_n = y_n - 1 + a \Delta y_n + o \Delta \xi_n$$

$$x_n = x_n - 1 + a \Delta \xi_n - o \Delta y_n$$

worin  $a$  und  $o$  aus  $\Delta y$ ,  $\Delta \eta$  und  $\Delta x$ ,  $\Delta \xi$ , sowie der Basislänge  $\mathfrak{S}$  (Soldnersches System) zu berechnende Größen sind.

\*) Entsprechend den Untersuchungen des Oberlandmessers i. R. Bötzel, Hildesheim.

Wir haben bis zu 70 Polygon- und Kleinpunkte in einem Rechnungsgange umgeformt. Ein zuverlässiger Gehilfe diktiert alle Werte in die Maschine. Es ist nicht unbedingt nötig, die Koordinaten des Soldnerschen Systems in das Formular einzuschreiben, da nur die Unterschiede  $\eta_n - \eta_{n-1}$  bzw.  $\xi_n - \xi_{n-1}$  gebraucht werden. Diese lassen sich einfach mit der Maschine ermitteln, wenn der Gehilfe die Koordinaten aus dem vorhandenen Koordinatenverzeichnis in die Maschine diktiert. Die Unterschiede werden durch ihre Summe geprüft. Es ist ferner zweckmäßig neben dem für die Rechnung gebrauchten  $\mathfrak{S}^2$  auch die Längen  $\mathfrak{S} = \sqrt{\Delta \eta^2 + \Delta \xi^2}$  u. S. =  $\sqrt{\Delta y^2 + \Delta x^2}$  zu bilden.

Die Berechnung erfolgt mit der Maschine, in dem die erhaltenen Werte  $\Delta \eta^2 + \Delta \xi^2$  bzw.  $\Delta y^2 + \Delta x^2$  durch einen aus der Quadrattafel schnell zu entnehmenden Näherungswert dividiert werden. Das Mittel aus dem Ergebnis und Näherungswert ist das gesuchte  $\mathfrak{S}$ . bzw.  $S$ . Die konforme Länge ist größer und zwar in unserem Falle um 5 cm auf 1 km. Durch die Einführung von  $\mathfrak{S}$  in die Rechnung wird dieser Unterschied automatisch verteilt.

Nachdem die  $\Delta \eta$  u.  $\Delta \xi$  gebildet und durch Aufrechnung geprüft, außerdem die Werte  $a$  und  $o$  ermittelt sind, kann an das Herauskurbeln der endgültigen konformen Koordinaten gegangen werden. Dies geschieht, indem der Gehilfe die Werte  $\Delta \eta$  u.  $\Delta \xi$  unter Nennung ihrer Vorzeichen, die in Blei so eingetragen werden, wie es die Multiplikation mit  $o$  und  $a$  erfordert, unter der Bezeichnung „links“ (für die  $\Delta \eta$ ) und „rechts“ (für die  $\Delta \xi$ ) in die Maschine diktiert. Auf einem dicht bei der Maschine liegenden Zettel wird unter „links“ der Wert  $a$ , unter „rechts“ der Wert  $o$  für die Berechnung der  $y$  vermerkt. Für die Berechnung der  $x$  wird unter entsprechender Änderung der Bleivorzeichen für die  $\Delta \eta$  u.  $\Delta \xi$  „links“ und „rechts“ auf dem Zettel vertauscht.

Bei der gleichzeitigen Umformung einer großen Zahl von Punkten wird man nach etwa 10 Neupunkten einen Kontrollpunkt einschalten. Es ist dies ein schon bekannter trigonometrischer Punkt oder ein im vorhergehendem Rechnungsgange ermittelter Polygon- oder Kleinpunkt. Auch kann man für die ersten Rechnungsgänge den Weg der einzutragenden Punkte schleifenförmig wählen, so daß dieselben Punkte noch einmal erscheinen.

Mit der geschilderten Methode war es möglich, die Umformungsaufgabe in überraschend kurzer Zeit zu lösen.

### Zusammenfassung:

Wenn die mittlere Ordinate des Soldnerschen Systems für das Umformungsgebiet verhältnismäßig klein (Beispiel 25 km) und die Rechnungsbasis  $Pa Pe$  verhältnismäßig kurz ist (Beispiel 4 km), so kann die ebene Umformung in konforme Koordinaten nach Gebietstreifen erfolgen, deren Breite einem bestimmten Betrag (Beispiel 2,6 km) nicht übersteigt.



# Anpassung der städtischen Kartenwerke an die Bedürfnisse und wirtschaftlichen Verhältnisse der Gegenwart.

Von Vermessungsrat C. Rohleder-Frankfurt a. M.

Personal- und Etatsmittelbeschränkungen werden auch in anderen kommunalen und staatlichen Vermessungsbetrieben Veranlassung geben, das Kartenwesen dem ökonomischen Prinzip anzupassen. Darum werden die Richtlinien von Interesse sein, die die Stadtvermessung Frankfurt in Zukunft zu verfolgen gedenkt und die aus der obengenannten Veranlassung heraus entstanden sind.

I. Das Kartenwesen zur Zeit.

II. Allmähliche Umstellung des städtischen Kartenwesens auf ein einziges Grundkartenwerk.

III. Die Umdruckkartenwerke.

IV. Übergangszeit.

I. Das Kartenwesen zur Zeit.

A. Die Stadtvermessung Frankfurt am Main besitzt zur Zeit folgende Kartenwerke:

1. Das Planwerk 1:250 von der Innenstadt, ferner von den Ortslagen Oberrad, Niederrad, Bockenheim und dem Industriestadtteil an der Mainzer Landstraße. Es sind dies die Urkarten, auf welche auch das Katasterkartenwerk aufgebaut ist.

2. Neumessungspläne 1:500 von einem Teil des an die Innenstadt anschließenden Außengebietes, insbesondere vom Osthafengelände und Industriegebiet Osten, von der Ortslage Seckbach, der Heimgartensiedlung, Riederwaldsiedlung, Siedlung am Rebstöcker Wald.

3. Pläne 1:1000 auf Karton von der Innenstadt und dem anschließenden Stadterweiterungsgebiet, ferner von 6 Blättern der Innenstadt Darstellung auf Celluloidplatten und die Ortslage Niederrad auf Pauspapier. Diese Niederräder Blätter sind stark beschädigt.

4. Das Planwerk 1:2000 vom Gesamtgebiet der Stadt zum Teil auf Celluloidplatten, zum Teil auf Pauspapier gezeichnet und umgedruckt. Je ein Umdruckplan des aus 132 Blättern bestehenden Planwerkes dient als Fortführungs-(Stand-)Plan.

Die neueren Pläne (auf Zelluloid gezeichnet) haben eine angemessene geometrische Genauigkeit, die älteren Pläne (auf Pauspapier) sind geometrisch nicht zuverlässig, zum Teil stark vergilbt und eingeschrumpft, zum Teil auch durch den langjährigen Gebrauch zerfetzt und durch Rasuren verletzt.

5. Planwerk 1:5000 auf Pauspapier gezeichnet und umgedruckt. Letzte Auflage 1922/23. Die Pausen sind daher stark veraltet und auch äußerlich in schlechtem Zustande. 5 Umdruckpläne sind als Großgrundbesitzpläne bearbeitet.

6. Kopien der Katasterkarten von den im Norden, Westen und Osten eingemeindeten Vororten. Der Zustand dieser Karten ist zum Teil sehr schlecht.

7. Planwerk 1:10000 (Topographische Karte) auf Zelluloidplatten gezeichnet. Zustand gut.



Alle Kartenwerke sollten der ständigen Fortführung und Nachtragung unterliegen; denn veraltete Pläne werden mit der Zeit wertlos. Diese Aufgabe hat in der Nachkriegszeit nicht erfüllt werden können. Die Veraltung ist zum Teil sehr weit vorgeschritten. Es wird in Zukunft mit dem eingeschränkten Personal erst recht nicht möglich sein, die Karten auf den Gegenwartsbestand zu bringen und zu erhalten.

Als weiterer Mangel kommt hinzu, daß mit Erlaß der Zellhornverordnung vom 25. X. 30 RGBl. S. 467 die Branddirektion und die Baupolizei der Stadtvermessung erhebliche und kostspielige Auflagen macht, um die Gefahren der Zelluloidplatten bei Ausbruch eines Brandes zu verhindern.

## II. Allmähliche Umstellung des städtischen Kartenwesens auf ein einziges Grundkartenwerk.

A. Die wirtschaftlichen Verhältnisse der Gegenwart zwingen dazu, auch im Kartenwesen der Stadt das ökonomische Prinzip zur Geltung zu bringen. Das kann geschehen, indem man sich in Zukunft nur auf ein durch Zeichnung entstandenes und fortzuführendes Grundkartenwerk beschränkt, welches die Aufgaben eines Katasterkartenwerkes und eines Entwurfskartenwerkes gleichzeitig zu übernehmen hat. Zur Behebung der Brandgefahr sind die brennbaren Zelluloidplatten durch den nichtbrennbaren Goldfilm zu ersetzen, sobald dieser zu einer brauchbaren Zeichengrundlage geworden ist.<sup>1)</sup> Goldfilm ist ein Zellulosepräparat, das im Feuer nur schmilzt, dabei keine giftigen Gase entwickelt wie das Zelluloid.

B. Die Kartenwerke der Stadt sind zu sichten. In einem Übersichtsblatt sind die Kartenwerke mit ihren Blatteinteilungen kenntlich zu machen. Die erneuerungsbedürftigen Kartenblätter sind durch Flächenfärbung hervorzuheben.

### C. Herstellung des Grundkartenwerkes:

#### 1. Allgemeines.

a) Das Grundkartenwerk besteht in vollbezeichneten Randkarten 1:1000, gezeichnet auf durchsichtigem Material (Goldfilm).

b) Aus dem Grundkartenwerk 1:1000 sollen alle übrigen Karten und Pläne, insbesondere auch die Umdruckpläne 1:2000 auf rein photographischem Wege gewonnen werden.

c) Für die Randkarten 1:1000 ist die gegenwärtige Blatteinteilung des 2000er Kartenwerkes maßgebend. Eine Umstellung auf die Blatteinteilung der Topographischen Grundkarte, die an und für sich wünschenswert wäre, erscheint heute noch nicht durchführbar. Es sind aber in alle Kartenblätter die Blattgrenzen der Topographischen Grundkarte einzurechnen und einzutragen.

d) Tunlichst sind je 4 Blatt 1:1000 im Rahmen eines 2000er Blattes gemeinschaftlich zu erneuern. Sind diese fertiggestellt, dann sind die davon betroffenen Katasterkartenblätter und die 2000er Urpauise aus dem ordentlichen Geschäftsverkehr zu ziehen.

<sup>1)</sup> Zur Zeit ist noch die Mattierung zu schwach. Verhandlungen mit der herstellenden Firma J. G. Farbenindustrie, Agfa, Berlin SO., sind eingeleitet.



## 2. Die Herstellung des Grundkartenwerkes.

a) Die Pläne auf Karton in 1:1000 — cf. I. A Ziffer 3 — sind Ausgang für das Grundkartenwerk 1:1000. Diese sind im beschleunigten Verfahren auf den neuesten Stand zu bringen und auf Goldfilm zu übertragen. Es sind nur gut abgelagerte Goldfilmpplatten zu verwenden.

b) In den Außenbezirken, über die Kartons 1:1000 nicht angelegt sind, sind die Katasterkarten, sofern sie eine angemessene geometrische Genauigkeit besitzen, weitgehend auszuwerten. Der Inhalt der Karte ist auf die mit Quadratnetz versehene Pausplatte Quadrat für Quadrat zu übertragen.

c) Soweit die Karten unzuverlässig sind, sind Supplementblätter nach folgendem Verfahren anzulegen. Es sind Vorrisse nach dem Muster für Handrisse, Kat.-Anweisung II, herzustellen. Die Messungen sollen auf das geringste Maß beschränkt werden und nur die Schaffung eines festen Gerippes zum Ziel haben. Die Neuaufnahmen und der Inhalt der Vorrisse sind in einem Supplementblatt zu kartieren. Die Kartierung ist auszuziehen, aber nicht weiter zu bearbeiten. Die Neukartierung ist auf die Urpausplatte zu übertragen. Der Rest ist aus der alten Katasterkarte zu übernehmen.

d) Das neue Urpausblatt ist mit der Örtlichkeit an Hand einer entnommenen Lichtpause zu vergleichen. Soweit erforderlich ist Fehlendes aufzumessen, in der Urkarte oder dem Supplementblatt zu kartieren und von dort aus auf das Urpausblatt zu übertragen. Das neue Urpausblatt ist auch hinsichtlich der Genauigkeit der Kartierung sorgfältig nachzuprüfen.

e) Die nunmehr auf dem Gegenwartsbestand befindliche Urpause ist auf Zink zu übertragen. Es sind davon Umdrucke herzustellen, und zwar 5 Stück auf gutem Pauspapier (mit Bronzepulver eingestäubt), und 3 Stück auf bestem Zeichenpapier, unterklebt mit Leinen.

f) Die Bronzepausen dienen zur Herstellung von Auszügen oder Abzügen im Lichtpausverfahren. (Die Urpausen dürfen hierzu nicht benutzt werden.)

g) Von den Umdrucken auf Kartenpapier dient ein Blatt als Standplan zur Zeit des Umdruckes. Er darf durch Eintragungen nicht verändert werden. Ein zweites Blatt ist als fortzuführender Standplan zu behandeln. Er soll stets den neuesten Bestand anzeigen. Das dritte Blatt wird als Reserveblatt abgelegt.

h) Die Fortführung ist zunächst in den Urkartierungen auszuführen und dann mit Pauspapier unter Beobachtung größter Sorgfalt auf den fortzuführenden Standplan zu übertragen. Nicht mehr Bestehendes ist durch Rasur zu beseitigen.

i) Die Urpausen sind sorgsam zu verwahren. Sie werden nach dem Standplan I, 2, G (Fortführungsstandplan) in angemessenem Zeitabstand auf den Gegenwartsbestand berichtigt, indem alles nicht mehr Gültige entfernt, Neues in Schwarz nachgetragen wird. Dies geschieht auch, wenn die Urpause zur Herstellung von Umdruckkarten verwendet werden soll, oder wenn neue Bronzepausen hergestellt werden sollen.

k) Angeforderte Pläne 1:500 werden durch photographische Ver-



größerung aus dem Planwerk 1:1000 hergestellt. Straßenpläne 1:250 werden durch photographische Vergrößerung der in 1:500 kartierten Ortslagen gewonnen.

### III. Umdruckkarten 1:2000 und 1:5000.

1. Die Umdruckkarten sollen auf rein photographischem Wege aus dem Grundkartenwerk 1:1000 gewonnen werden.

2. Das geschieht nach folgendem Verfahren: a) Von den Urpausen 1:1000 wird in Kontaktübertragung auf Zink je ein Chromoabzug hergestellt. b) Je 4 zusammengehörige Chromoabzüge 1:1000 werden im vorgezeichneten Blattrahmen zusammengesetzt, in der Reproduktionskamera unter Beobachtung größter Sorgfalt auf Erreichung geometrischer Genauigkeit auf 1:2000 verkleinert. c) Die Verkleinerung wird im Kontakt auf Zink übertragen und dann umgedruckt. d) Die Chromoabzüge sind vor dem Verkleinern mit Deckweiß und Neubeschriftung zu behandeln. e) Sollen Umdruckkarten in 1:5000 hergestellt werden, dann ist (entsprechend dem Übergang von 1:1000 auf 1:2000) aus Chromoabzügen 1:2000 auf 1:5000 Zinkplatte überzugehen.

### IV. Übergangszeit.

1. Die Planpausen 1:2000 sind, soweit sie erheblich beschädigt sind und eine Neuzeichnung auf Pausplatten in 1:1000 noch nicht in Frage kommt, durch photographische Übertragung auf Goldfilm zu retten; dabei ist der Karteninhalt auf den neuesten Stand zu bringen.

Das geschieht nach folgendem Verfahren: a) Die alte Pause ist im Kontakt auf eine Trockenplatte zu übertragen. An Hand des zugehörigen Standplanes 1:2000 ist alles nicht mehr Vorhandene auf der Negativplatte auszudecken. b) Von der behandelten Negativplatte ist eine Kopie auf Bromsilberpapier<sup>2)</sup> herzustellen. c) Dieser Bromsilberabzug ist nach dem Standplan 1:2000 zu berichtigen. Von dem berichtigten Abzug ist eine Lichtpause zu entnehmen. Diese ist mit der Örtlichkeit zu vergleichen, Fehlendes ist zu kreuzen, Neues g. F. einzumessen. d) Das Neue ist in den berichtigten Bromsilberabzug nachzutragen, das nicht mehr Vorhandene mit Deckweiß auszudecken. e) Nunmehr ist der auf den neuesten Stand gebrachte Bromsilberabzug in der Reproduktionskamera erneut aufzunehmen. Hierbei sind etwaige Schrumpfungen durch entsprechende Einstellung nach dem auf der Mattscheibe vorgesehenen Quadratnetz bzw. der Skala zu beseitigen. f) Die neue Aufnahme ist nunmehr in Kontakt auf eine lichtempfindlich gemachte Goldfilmplatte<sup>3)</sup> zu übertragen. Diese Platte ist dann der Ersatz für die zerfallene alte Urpause.

2. Soweit das Planwerk 1:1000 (Kartons) besteht, sind lediglich diese Kartons mit ihren Supplementblättern fortzuführen. Alle in diesen Planumfang fallenden Pläne 1:250, 1:500, 1:2000 sind nicht mehr fortzuführen. Außerhalb sind vorläufig die 2000er Pläne und die Katasterkarten fortzuführen bis der Umfang des Planwerkes 1:1000 sich bis dorthin ausgedehnt hat.

3. Sobald ein Plan in 4 Blättern 1:1000 fertig ist, werden die sonstigen Pläne des betroffenen Gebietes aus dem ordentlichen Geschäftsgang gezogen.

<sup>2)</sup> Geeignet ist das lichtpausfähige, dünne Kontophotpapier der Kontophot G. m. b. H., Berlin.

<sup>3)</sup> Das geschieht im gleichen Verfahren, wie bei Herstellung der Zinkplatten.



## Die Entwicklung der Mieten in den Geschäftsstraßen und ihre Beziehungen zu den Grundstückswerten.\*)

Von Regierungs- und Steuerrat Buhr, Köln.

Meine Herren! Es ist müßig darüber zu streiten, ob die Werte von Grundstücken durch den Ertrag bestimmt werden oder ob die Grundstückswerte den Ertrag fordern. Ganz sicher sind beide, Wert und Ertrag, von einander abhängig; ob dem einen Faktor größere Bedeutung zukommt oder dem anderen, wird sich nach der Wirtschaftslage richten. Eine ruhige, stetige Wirtschaftslage schafft hohe Werte und langsame Veränderung der Erträge. Eine unruhige Wirtschaftslage schafft schwankende Erträge, bald außerordentlich hohe, bald zu niedrige, ändert aber an den Wertverhältnissen nicht viel.

Die Erträge sind deshalb für die Einschätzung der Grundstücke von derselben Wichtigkeit wie die Werte, die in den gezahlten Kaufpreisen ihren Ausdruck finden.

Man sollte nun meinen, da viele Fachleute mit Schätzungen und Wertfeststellungen zu tun haben, daß eine umfangreiche Literatur — sowohl über Kaufpreisverarbeitungen als auch über Mietpreisbildungen — sich finden würde, so daß die schwierigsten Probleme allein übrig geblieben wären. Doch dem ist nicht so. Gering sind die Abhandlungen über die Gesetze bei der Wertbildung, noch geringer sind aber die Abhandlungen über die Mietpreisbildung.

Gerade die Mietpreisbildung hätte aber die berufenen Leute beschäftigen müssen, denn selbst, wenn sie zwangsweise durch Gesetze gebunden ist, kann der Gesetzgeber nicht an ihren wirtschaftlichen Zusammenhängen vorübergehen. Vielmehr aber mußte sie bei nicht zwangsbewirtschafteten Räumen — und das sind die Geschäftsgrundstücke — den Fachmann reizen, um ihre Gesetze zu ergründen und zu verwerten.

Meine Herren, seitdem die Hauszinssteuer, gewiß eine harte und hohe Steuer, auf dem Althausbesitz ruht, spielt nicht nur für den Katasterbeamten, sondern für alle, die mit Schätzungen zu tun haben, die Miete eine so starke Rolle, daß die Gesetze der Mietpreisbildung Gemeingut jedes Sachverständigen sein müßten.

Ferner hat das Reichsbewertungsverfahren die Ermittlung der Grundstückswerte — Einheitswerte —, die allen Steuern sowohl Reichs- als Staats- und Gemeindesteuern zu Grunde liegen sollen, auf die Rohmiete zum größten Teil abgestellt, hat also damit anerkannt, daß die Miete, d. i. der Ertrag wesentlich ist für die Wertbildung. Den Einschätzungsbehörden liegt die Prüfung, ob, ob die Angaben in den Steuererklärungen richtig sind. Sie müssen ferner fehlende Angaben ergänzen.

Ich kann in diesem Vortrag die Gesetze der Mietpreisbildung allgemein nicht behandeln, ich habe deshalb ein Gebiet, nämlich die Mietpreisbildung in den Geschäftsstraßen herausgenommen und ich glaube, daß Sie Anregungen genug in diesem kurzen Vortrage finden werden. Wenn ich auch meine Erfahrungen aus mehreren großen und

\*) Kurzvortrag, gehalten am 10. August 1931 auf der Tagung des DVW. in Hannover.



kleinen Städten verwertet habe, so können sie es doch verstehen, daß in der Hauptsache nur umfangreiches, gleichmäßiges Material ein einigermaßen zutreffendes Bild geben kann und solches Material hat man nur dann zur Verfügung, wenn man direkt vor der Bearbeitung steht und meistens nicht nur aus einer Stadt.

Alle anderen Erfahrungen können dann nur als Probe Verwertung finden. So auch hier. Die Masse des Materials stammt aus Köln und ich möchte die Zuhörer bitten, später die Gesetze auf die ihnen bekannten Orte anzuwenden, um festzustellen, ob sie als allgemein gültig angesehen werden können, wie ich vorläufig annehmen muß.

Die Verwertung des umfangreichen Materials war nicht leicht, da doch kaum einige Grundgedanken feststanden.

Bei einer Hauszinssteuersache, es handelt sich um die Frage, ob eine verlangte Miete wesentlich übersetzt war, wurde mir entgegengehalten, daß aus den Mietpreisen für vermietete Räume in der Nachbarschaft kein Bild gewonnen werden könnte. Denn es seien vermietet:

14 qm für 4950 Mk., also für 1 qm = 354 Mk.

17 qm für 4650 Mk., also für 1 qm = 273 Mk.

19 qm für 5450 Mk., also für 1 qm = 287 Mk.

28 qm für 6450 Mk., also für 1 qm = 230 Mk.

51 qm für 8950 Mk., also für 1 qm = 176 Mk.

Die Grundstücke lagen in ziemlich gleicher Lage und Güte und die Läden hatten ungefähr gleiche Breite.

Durchschnitte sollten sich nicht ziehen lassen. Ja meine Herren, Durchschnitte sollten auch nicht allgemein gezogen werden, denn dieselben Grundsätze, welche bei der Kaufpreisbildung sich zeigen, mußten sich meiner Ansicht nach, auch hier zeigen. Ebenso, wie zum Beispiel das Bauland überall in Vorder- und Hinterland zerlegt wurde, wo das Hinterland etwa 0,5—0,3 des Vorderlandwertes hatte, müsse man die Mieten zerlegen. Das heißt, man müsse Durchschnitte ziehen nur für Gleichartiges.

Auf unser Beispiel angewandt, hätten zunächst wir den Durchschnitt, aus den drei ersten Mieten für 1 qm = 300 Mk.

Dieser Durchschnitt auf Miete Nr. 4 angewandt, zerlegt die Miete für die ersten 17 qm auf 5100 Mk. und für den Rest von 11 qm auf 1350 Mk., also auf 123 Mk. für 1 qm, gleich  $\frac{4}{10}$  des Vorderlandpreises.

Bei Beispiel 5 hätten wir dann für 17 qm = 5100 Mk.

für weitere 17 qm = 2120 Mk., für 1 qm = 125 Mk.

und für den Rest 17 qm = 1730 Mk., für 1 qm = 102 Mk.

Schon dieses kleine Beispiel zeigt, daß große Unterschiede in den Mieten nicht vorhanden waren, daß die Mittel ganz gut brauchbar waren zur Feststellung der Gesetze der Preisbildung und daß die Gesetze, welche den Wert und Preis des Baulandes bestimmen auch hier gültig sein werden.

Um diese Feststellungen weiter zu prüfen, ließ ich Friedensmieten der Hauptgeschäftsstraßen Kölns sammeln und entnahm aus älteren Zusammenstellungen die Anzahl der Quadratmeter der vermieteten Räume. Sodann wurde eine graphische Darstellung angefertigt für gleichartige Lagen. Als Abszisse wurde die Größe des vermieteten Raumes in Quadratmeter genommen und als Ordinate der Preis für ein Quadratmeter. Es waren mehrere Tausend Mietpreise, die hier Verwen-



ding fanden, also eine ausreichende Zahl. Das Ergebnis ist in Abbildung 1 dargestellt.

Es hätte nahe gelegen, die Tiefe der Grundstücke als Abszisse zu wählen. Es hätte jedoch die Arbeit erheblich erschwert, da neue Feststellungen nötig waren. Eine der nächsten Arbeiten wird es aber sein müssen, die Abstufung der Mietpreisbildung nach der Tiefe der vermieteten Räume allein zu verfolgen. Nach ungefähren Berechnungen kann für den Quadratmeterwert von 2400 bis 2000 Mk. eine Durchschnittsbreite von 5,4 m und für die Quadratmeterwerte von 1500 und 1000 Mk. eine Breite von 6,0 m und für den Rest von 6,5 m angenommen werden.

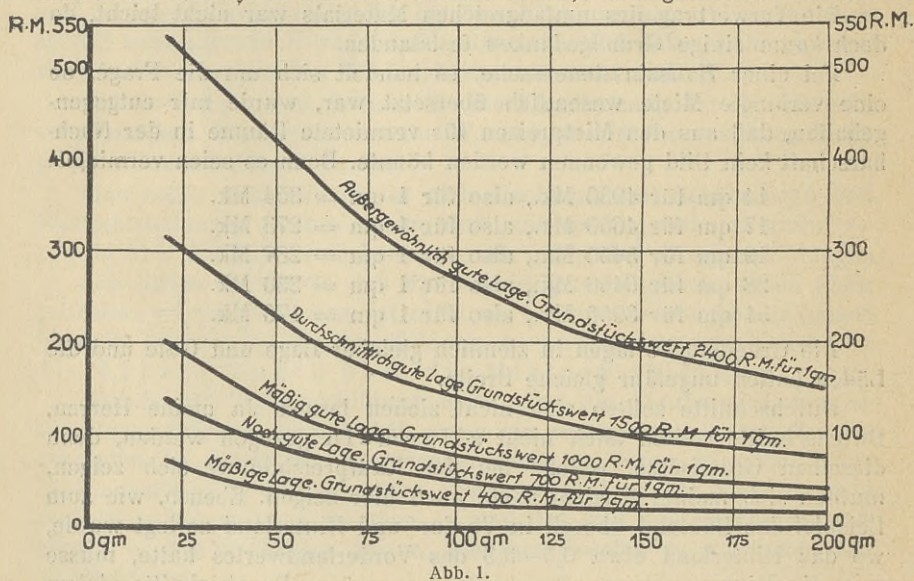


Abb. 1.

Aus den Kurven der Abbildung 1 sieht man die Abhängigkeit der Mieten von den Grundstückswerten und von der Größe des vermieteten Raumes. Man sieht, daß im wesentlichen der Verlauf der Kurven derselbe ist, daß aber bei geringeren Werten für den Grund und Boden die Steigerung nicht so stark scheint.

Tabelle I

Die Friedensmietpreise für Läden usw. betragen für 1 qm.

Bei einer Größe von	Bei einem Grundstückswert von RM für 1 qm:					
	2400	2000	1500	1000	700	400
20 qm	535	435	315	202	142	72
30 "	495	400	286	176	115	55
50 "	420	330	225	125	85	36
75 "	330	260	170	95	60	25
100 "	270	210	137	74	46	20
125 "	223	170	112	62	39	18,5
150 "	192	150	96	53	34	17
200 "	147	115	75	42	28	15



Tabelle II

Die Friedensmietpreise für Läden usw. betragen für 1 qm in % (100 qm : 100 % gesetzt).

Bei einer Größe von	Bei einem Grundstückswert von RM:					
	2400	2000	1500	1000	700	400
20 qm	198	208	230	272	308	360
30 "	183	191	210	238	250	275
50 "	155	157	164	169	185	180
75 "	132	125	125	128	131	125
100 "	100	100	100	100	100	100
125 "	83	81	82	84	85	92
150 "	71	71	70	72	74	85
200 "	54,5	55	55	57	61	75

In einer kleinen Zusammenstellung habe ich die Ergebnisse zahlenmäßig aufgestellt; zuerst mit positiven Zahlen und dann in Prozentzahlen. Mit Hilfe der vorhin angegebenen Breiten für die verschiedenen Grundstückswerte kann man die Zahlen auch für die Tiefe der vermieteten Läden usw. umrechnen. Sie sind jedoch nicht so zuverlässig wie direkt gefundene Zahlen.

Bei allen diesen Feststellungen bin ich nach langem Schwanken von der Friedensmiete ausgegangen, aber erst jetzt sehe ich vollständig ein, daß es richtig war. Denn die Mieten stiegen im Jahre 1926 auf 190 bis 220% der Friedensmiete, wo nicht längere Verträge vorlagen. Im April 1930 begann ein Fallen, im Januar 1931 betragen sie nur noch 135% im Mittel, stellenweise liegen sie jetzt noch darunter.

Für Köln können die Kurven unmittelbar angewandt werden zur Prüfung angegebener Rohmieten oder zur Ermittlung fehlender Rohmieten durch Multiplikationen der aus der Tabelle ermittelten Zahlen mit 1,25.

Für andere Orte wird der Kurvenverlauf auch ungefähr Verwendung finden können, da die Verzinsungsfaktoren und die Gesetze der Mietpreisbildung vor dem Kriege in den einzelnen Städten nicht sehr verschieden waren.

Eine weitere Frage ist die, wie die Breite der Grundstücke auf die Mietpreisbildung einwirkt. Diese Frage ist außerordentlich schwer zu lösen, obgleich es für jeden nachdenkenden Fachmann feststeht, daß die Auslage die Breite der Schaufenster eines Geschäftes den Wert des Grundstücks und der Miete beeinflusst. Reklame ist viel wert. Der Abdruck einer Seite der Kölnischen Zeitung kostet 500 Mk. Ein Schaufenster ca. 2,5 m breit in einer guten Geschäftsstraße kostet einen Monat nur zu Ausstellungszwecken, also für tägliche Reklame 250 Mk. Ich glaube, daß die letztere besser wirkt als ein einmaliger Abdruck in der Zeitung.

Für Läden an Straßenecken werden im Durchschnitt 35—40% mehr bezahlt als für Läden in der Reihe. Mein Material reichte aber nicht aus, um Richtsätze festzustellen.



Nicht schlechte Ergebnisse erzielte ich durch Bewertung der vor-  
 dersten 5 bzw. 10 m nach den erhöhten Sätzen für kleinere Läden. Mir  
 will scheinen, als ob mit Kurven für die Tiefe der Ladenlokale auch  
 diese Frage gelöst werden kann.

Eine letzte Frage wirft sich dann noch auf, wie die Mieten  
 sich nach den Stockwerken abstufen. Während in Wohnhäusern das  
 Gesetz etwa durch die Zahlen

- 0,9 für das Erdgeschoß
- 1,0 für den ersten Stock
- 0,85 für den zweiten Stock
- 0,75 für den dritten Stock
- 0,7 für den vierten Stock und
- 0,4 für den letzten Stock

ausgedrückt wird, die sagen, daß im ersten Stock die Miete am höch-  
 sten ist und daß sie in allen anderen Stockwerken nur Bruchteile da-  
 von beträgt, so müssen wir uns schon bei oberflächlicher Betrachtung  
 sagen, daß dieses Gesetz auf Geschäftsstraßen keine Geltung haben  
 kann, denn der Vorteil des Erdgeschosses ist so groß, daß sicher an-  
 dere Grundsätze obwalten. Vor allem wird die Verzinsung  
 des teureren Bodens in der Hauptsache nur durch  
 die Erdgeschoßmiete erreicht werden können. Aus  
 einer Zusammenstellung ergaben sich bei den hochwertigsten Grund-  
 stücken folgende Zahlen.

Tabelle III

Verhältnis der Mieten in den Stockwerken bei einer  
 Raumgröße von 100 qm und darüber.

	Bei einem Boden-Werte von:						
	1600 RM u. darüber	1500 RM	1000 RM	700 RM	400 RM	200 RM	100 RM { Reine Wohnlage
Erdgeschoß	5	4,5	4,0	3,3	2,5	1,8	0,8 mit Laden — 1,5 1,2
I. Stock	1	1	1	1	1	1	1
II. "	0,9	0,9	0,9	0,85	0,85	0,85	0,85
III. "	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
IV. "	0,5	0,5	0,5	0,55	0,65	0,65	0,7
V. "	0,3	0,35	0,35	0,35	0,4	0,4	0,4

Das Bild ist nicht vollständig, denn es behandelt nur die Grund-  
 stücke mit Läden von etwa 100 Quadratmeter Inhalt. Es müßte aber  
 auch vor allem die kleineren Grundstücke behandeln und die großen  
 Grundstücke mit kleinen Läden. Auch die Grundstücke, in denen der  
 erste und zweite Stock nur als Wohnung und nicht mehr als Ge-  
 schäftslokal dient, haben eine andere Verteilung.

Mit etwas Nachdenken aber und Verständnis für wirtschaftliche  
 Fragen kann man aus den mitgeteilten Zahlen sich neue Tabellen über  
 das Verhältnis der Mieten in den Stockwerken zusammensetzen.

Zum Schluß möchte ich hervorheben, daß die gesamten Ergebnisse  
 nicht nur für eine Stadt zutreffend sein werden, sondern daß sie, wenn



auch mit Einschränkungen für andere Städte angewandt werden können. Ihre Sammlung war schwer, denn es bestanden kaum einige Erfahrungssätze. Selbst Grundstücksgesellschaften, die über Millionen Gebäudewerte hatten, konnten mir nicht angeben, wie sie sich vor dem Bau die Verteilung der Mieten auf die einzelnen Stockwerke gedacht hatten. Sie waren später bezüglich der Mieten der Erdgeschoßräume enttäuscht gewesen, da diese den Anschlag nicht erreichten und über die Höhe der Mieten des ersten Stockwerkes angenehm überrascht, da sie höher waren als erwartet wurde.

## Berichtigung.

Von Herrn Professor Boltz bin ich dankenswerter Weise darauf aufmerksam gemacht worden, daß ich in meinem Vortrage vor der Geodätischen Konferenz in Helsingfors<sup>1)</sup> Helmert versehentlich und mittelbar einen Vorwurf gemacht habe. Ich habe nämlich im Zusammenhang mit der von Helmert angegebenen astronomisch-geodätischen Ausgleichung eines Polygonnetzes aus geodätischen Linien, die anstelle von Dreiecksketten treten, von den Zwangsfehlern gesprochen, mit denen die Ausgleichung des preußischen Dreiecksnetzes behaftet ist, die die Landesaufnahme für ihre eigenen Zwecke benutzt. Ich stand damals unter dem frischen Eindruck der Veröffentlichung von Herrn Boltz über das Entwicklungsverfahren, in dem er auf diese Zwangsfehler eindringlich hinweist. Ich habe dabei aber übersehen, daß Helmert diese Ausgleichung der Landesaufnahme nicht verwendet hat, sondern zweite Ausgleichungen der einzelnen Ketten, die ohne Zwangsanschlüsse an die Nachbarketten durchgeführt waren. In die Helmertschen Arbeiten sind also die Zwangsfehler, von denen ich im zweiten und dritten Absatz meines Vortrages gesprochen habe, nicht eingegangen. Man kann sie also auch ohne Anwendung des Boltzschen Verfahrens vermeiden.

Ferner fühlt sich Herr Professor Boltz dadurch beschwert, daß die Darstellung, die ich von seinem Entwicklungsverfahren an derselben Stelle gegeben habe, nicht genau seiner Veröffentlichung<sup>2)</sup> entspricht. Dies trifft zu, weil ich bei meinen Ausführungen den unanschaulichen Begriff der Korrelate vermeiden wollte. Ich habe zu dem Zweck angenommen, daß das Verfahren in der Weise erweitert sei, daß die Korrelaten-Entwicklungen in die Korrelatengleichungen eingesetzt seien. Dann bekommt man eine Entwicklung der Richtungsverbesserungen oder, wenn man noch einen Schritt weiter geht, der Winkelverbesserungen nach den Widersprüchen. Diese selbstverständliche kleine Erweiterung ändert den Grundgedanken des Boltzschen Verfahrens nicht, denn für die Entwicklung und ihre Konvergenz ist es gleichgültig, ob man die Korrelaten in der algebraischen Form ihrer Entwicklungen oder als berechnete Zahlenwerte in die Korrelatengleichungen einsetzt. Ich habe mich später davon überzeugt, daß man

<sup>1)</sup> Verhandlungen der in Helsingfors vom 28. Juni bis 2. Juli 1924 abgehaltenen Geodätischen Konferenz, redigiert von Generalsekretär Ilmari Bonsdorff, Anhang. Helsinki 1925.

<sup>2)</sup> Boltz, H.: Entwicklungsverfahren zum Ausgleichen geodätischer Netze nach der Methode der kleinsten Quadrate. Veröffentlichung des Preußischen Geodätischen Institutes, Neue Folge Nr. 90, Berlin 1923.



bei der praktischen Anwendung von dieser Erweiterung allerdings nur dann Gebrauch machen wird, wenn es darauf ankommt, vor Augen zu führen, welche Beträge die einzelnen Widersprüche zu den Richtungs- oder Winkelverbesserungen beisteuern. In solchen Fällen gibt die Erweiterung der Entwicklung bis zu den Winkelverbesserungen sehr anschauliche und lehrreiche Ergebnisse. Bei größeren Ausgleichungen wird man jedoch von dieser Weiterführung der Entwicklung absehen, da die Rechenarbeit erheblich größer ist, als wenn man bei den Korrelaten-Entwicklungen stehen bleibt und die berechneten Zahlenwerte der Korrelaten in die Korrelatengleichungen einsetzt. Da es sich bei meinen Ausführungen in Helsingfors nicht darum handelte, Rechenvorschriften zu geben, sondern nur ganz kurz und möglichst anschaulich den Grundgedanken des Verfahrens darzustellen, habe ich damals keine Überlegungen über die rechentechnische Seite der angenommenen Erweiterung angestellt.

Da Herr Professor Boltz der Ansicht ist, daß meine Ausführungen in Helsingfors die Ursache dafür sind, daß sein Verfahren teilweise auf Ablehnung gestoßen ist, erweitere ich sie dahin, daß wenn man bei der Entwicklung der Korrelaten stehen bleibt, wie es der Originalarbeit von Herrn Boltz entspricht, zu setzen ist:

auf Seite 109 „Bedingungen“ statt „Dreiecke“ und „Korrelate“ statt „Winkel“ und „Winkelverbesserung“;

auf Seite 144 letzte Zeile „Korrelaten-Zuwächse“ statt „Teilverbesserungen“ und „Korrelate“ statt „Richtung“,

auf Seite 145 entsprechend Seite 144.

Ich bin überzeugt, daß jeder, der ein maßgebliches Urteil über die praktische Anwendung des Entwicklungsverfahrens abgegeben oder sich gebildet hat, dies auf Grund der Originalarbeit von Professor Boltz getan hat. Wenn diese Annahme nicht zutreffen sollte, bitte ich die Betreffenden, ihre Stellungnahme an Hand der Boltzschen Veröffentlichung nachzuprüfen.

Potsdam

Dr. E. Kohlschütter.

## Bücherschau.

A. Morpurgo. *Die wiederholte Einzelausgleichung.* Ein Verfahren zur vereinfachten Ausgleichung vermittelnder Beobachtungen mit vielen Unbekannten. Teubners Technische Leitfäden. Band 26. Als Manuskript gedruckt. B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1930. 45. S. Preis kart. 3.40 RM.

Das Verfahren der wiederholten Einzelausgleichung besteht darin, daß z. B. bei Fehlergleichungen mit drei Unbekannten  $x, y, z$  zunächst genäherte Werte  $y_0$  und  $z_0$  angenommen werden, mit denen aus den Fehlergleichungen ein Wert  $x_1$  berechnet wird. Mit den Werten  $x_1$  und  $z_0$  berechnet man einen Wert  $y_1$  und mit  $x_1$  und  $y_1$  einen Wert  $z_1$ . Hiermit beginnt das Spiel von neuem, so daß der Reihe nach stets ein neuer Wert einer der Unbekannten unter Benützung der vorhergehenden Werte der andern beiden Unbekannten gefunden wird. Diese Einzelausgleichung wird so oft wiederholt, bis sich keine Änderungen für die Werte der Unbekannten mehr ergeben.

Als Beispiel einer größeren Ausgleichung gibt der Verfasser die Anwendung dieses Verfahrens auf die gleichzeitige Einschaltung dreier Punkte in ein gegebenes Netz an. Nachdem sämtliche Fehlergleichungen für die drei Neupunkte  $P_1, P_2, P_3$  aufgestellt sind, ergibt sich folgender Rechnungsgang: Man nimmt die Verbesserungen der Nähruingskoordinaten von  $P_2$  und



$P_3$  gleich Null an, stellt die beiden Normalgleichungen für den Punkt  $P_1$  auf und vermittelt seine Verbesserungen  $\delta x_1 \delta y_1$ . Hiermit und mit  $\delta x_3 = \delta y_3 = 0$  stellt man die Normalgleichungen für  $P_2$  auf und findet  $\delta x_2 \delta y_2$ . Endlich ergeben sich mit  $\delta x_1 \delta y_1$  und  $\delta x_2 \delta y_2$  die Werte  $\delta x_3 \delta y_3$ . Hierauf beginnt man wieder mit  $P_1$  usw. Da der Einfluß der Koordinatenverbesserungen zweier Punkte auf die des dritten Punktes verhältnismäßig gering ist, so wird man mit dieser fortgesetzten Näherungsausgleichung einigermaßen rasch zum Ziel kommen. Dieser Einfluß wird um so geringer sein, je mehr Anschlüsse für die drei Neupunkte an gegebenen Punkten vorliegen. Es tritt also die mehrfache Auflösung von je zwei Normalgleichungen mit zwei Unbekannten an die Stelle der einmaligen Auflösung von 6 Normalgleichungen mit 6 Unbekannten.

Ein zweites Zahlenbeispiel behandelt die Ausgleichung eines Nivellementsnetzes, bei dem allerdings erst nach sechsmaliger Wiederholung der Einzelausgleichung die endgültigen Höhen gefunden werden.

Man kann naturgemäß aus diesen beiden Beispielen noch keinen Schluß auf die allgemeine Brauchbarkeit des Verfahrens ziehen; indessen möchten wir letzteres doch zur weiteren Anwendung und Prüfung in der Praxis empfehlen.

Eggert.

## Neue Karten des Reichsamts für Landesaufnahme — Zweigstelle Landesaufnahme Sachsen —

Das Reichsamt für Landesaufnahme — Zweigstelle Landesaufnahme Sachsen — hat die nachstehend genannten Karten nach Neubearbeitung (Berichtigung usw.) neu herausgegeben:

a) **Meßtischblätter 1 : 25 000, dreifarbig**; Nr. 66 Dresden; Nr. 123 (3128) Greiz; Nr. 141 (3241) Gefell;

b) **Sonderkarten 1 : 100 000**: Umgebungskarte Leipzig in Schwarz, Preis 1,30 RM.; Umgebungskarte Leipzig in 5 Farben, Preis 1,80 RM.; Umgebungskarte Zwickau-Glauchau in Schwarz, Preis 1,— RM.

## Mitteilungen der Geschäftsstelle.

### Bereinsnachrichten.

**Preuß. Landesfachgruppe: Höh. Verm.=Beamte im Kommunaldienst.** Infolge mehrwöchentlicher Erkrankung des Unterzeichneten kann das nächste Rundschreiben Nr. 4/1931 erst gegen Ende Dezember herausgegeben werden. Es soll die zurzeit schwebenden Fragen, besonders die bisherigen Ergebnisse der Durchführung der Preussischen Sparnotverordnung, ihre Folgen und die von uns weiter zu unternehmenden Schritte, behandeln.

Zum p f o r t, I. Vorsitzender.

**Berein der höheren Vermessungsbeamten Thüringens.** Die diesjährige Hauptversammlung fand am 15. November in Erfurt statt. Der Vorsitzende Dipl.-Ing. Friedel gab in seinem Geschäftsbericht einen kurzen Überblick über die Tätigkeit des Vereins und der übergeordneten Verbände im verflossenen Jahre. Im besonderen betonte er, daß es Pflicht eines jeden Kollegen sei, der Berufsorganisation die Treue zu halten. Eine rege Aussprache fand statt, teils über beamtenpolitische Belange, teils über fachtechnische Fragen u. a. besonders über die neuen thüringischen Gesetze. Den Kassenbericht erstattete anschließend Kollege Wencke, der dringend ermahnte, rückständige Beiträge alsbald einzuzahlen. — Gemeinsam mit dem Gauverein Preussisch Thüringen trafen sich die Kollegen am Nachmittag im Saale der Reichsbahndirektion zu zwei Vorträgen. Es sprach Kollege Stadtvermessungsrat Brandenburg über: „Die Ausführung von Messungen in den 4 Jahrhunderten von 1400—1800 und das darüber vorhandene Schriftentum“, und Kollege



Rat.-Dir. Dwig über: „Die neueren Koordinatensysteme“. — Gemeinsames gemütliches Beisammensein der Kollegen beider Vereine beschloß die Tagung.

**Gau Nassau.** Am 8. November fand im Ratskeller zu Wiesbaden die Hauptversammlung des Gauess Nassau statt. Nach Entgegennahme des Geschäfts- und Kassenberichts und nach deren Erörterung erfolgte die Neuwahl des Vorstandes, die folgendes Ergebnis hatte: Vorsitzender: Vermessungsrat Müller, Wiesbaden, Kaiser Friedrich Ring 64/III; Schriftführer: Katasterdirektor Man, Wiesbaden, Rüdeshheimerstr. 13; Kassenführer: Vermessungsrat Spieker, Wiesbaden, Seerobenstr. 22/III; Postcheckkonto Frankfurt a. M. 53 483. Beisitzer: Die jeweiligen Vorsitzenden der Ortsgruppen. Als jährlicher Gaubeitrag wurde je Kopf eine Reichsmark festgesetzt mit der Maßgabe, daß für 1931 ein Beitrag nicht erhoben wird. — Am Nachmittag fand auf Veranlassung der Ortsgruppe Wiesbaden eine gesellige Zusammenkunft im Kurhaus statt, welche zahlreiche Kollegen mit ihren Damen für mehrere Stunden gemütlich vereinigte.

Müller.

### Personalnachrichten.

Seinen 80. Geburtstag feierte am 7. Dezember der oldenburgische Obersteuerrat Paulj, Birkenfeld (Nahe). Nach dem Abiturentenexamen am Realgymnasium in Trier i. J. 1872 war er 2 Jahre bei Neumessungen in den Kreisen Biedenkopf und Lingen beschäftigt. Ein Semester studierte er in Gießen Landwirtschaft (Prof. Thaer), 6 Semester in Aachen Ing.-Wissenschaften (Geodäsie und Kulturtechnik — Prof. Helmert und Vogler). 1877/78 diente er als Einj.-Freiwilliger beim Art.-Regt. 14 Karlsruhe. Das old. Staatsexamen machte er 1879. Berufliche Beschäftigung fand er im Herzogtum Oldenburg bis 1889 und dann in seiner Heimat Birkenfeld, bes. seit 15. 1. 1904 als Referent der Regierung Birkenfelds in Landesökonomiewesen, Vermessung und Kataster. 1917 wurde er Obersteuerrat, 1919 trat er in den Ruhestand. — Er suchte den Kollegen die Verbindung von Geodäsie, Kulturtechnik und Landwirtschaft nahe zu bringen und trat in seiner Eigenschaft als Lokalabteilungsdirektor des Landw. Vereins für Rheinpreußen für den Ausbau der Ugrargesetzgebung ein. Er schuf ein Rinderviehzuchtgesetz, gründete die Landw. Schulen, schaffte die Grundlage für ein Flurbereinigungsgesetz. Den Wiesenbau förderte er stark. Der Landw. Verein ehrte sein Verdienst durch die große silberne Medaille. — Auf vielseitiges Wissen bedacht, trat der Jubilar überall, wo es galt den Stand zu heben, für den deutschen „Vermessungs-Ingenieur“ ein.

Thomas.

**Bayern.** Dem am 1. September ds. Js. wegen Erreichung der Altersgrenze in den Ruhestand getretenen mit dem Titel und Rang eines Regierungsobervermessungsrates ausgestatteten Messungsamtsdirektor Ludwig Wolf in Dillingen wurde bei diesem Anlaß die Anerkennung für seine Dienstleistung ausgesprochen.

### Inhalt.

**Wissenschaftliche Mitteilungen:** Forschungen und Feldarbeiten mit dem Reduktionstachymeter Boßhardt-Zeiß in Rußland, von Smirnow. — Polygonierung mit Zwangszentrierung, von Harbert. — Neue Möglichkeiten der Luftphotogrammetrie, von Koppmair. — Ueber den heutigen Stand der Schwermessungen, von Schmehl. — Koordinatenumformung, von Schieferdecker. — Anpassung der städtischen Kartenwerke an die Bedürfnisse und wirtschaftlichen Verhältnisse der Gegenwart, von Rohleder. — Die Entwicklung der Mieten in den Geschäftsstraßen und ihre Beziehungen zu den Grundstückswerten, von Buhr. — Berichtigung, von Kohlschütter. — Bücherschau. — Neue Karten. — Mitteilungen der Geschäftsstelle. — Titel und Inhaltsverzeichnis für Band LX (1931).