

2691

# Bildmessung und Luftbildwesen

Beiheft der  
Allgemeinen Vermessungs-Nachrichten  
unter Mitarbeit der  
Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie E. V.



Herausgegeben von Herbert Wichmann, Berlin / Bad Liebenwerda.  
Schriftleiter: Kurd Slawik, Vermessungsingenieur.  
Anschrift: Berlin NW 7, Karlstraße 14.

---

10. Jahrg.

Dezember 1935

Heft 4

---

## **I n h a l t**

Die photogrammetrischen Arbeiten am Nanga-Parbat und ihr Ergebnis, S. 157 / Beitrag zu Theorie und Praxis von Aeropolygonierung und Aeronivellement, S. 167 / Photogrammetrische Bezugsnetze auf Grund von Wechselschnitten an schiefen Kreis Kegeln und mit Hilfe von Geradenbüscheln, S. 191 / Einrichtung und Wesen des Katasters, S. 202 / Luftbildmessung — Reichsbodenschätzung — Kataster, S. 208. Jenaer Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, S. 215 / Die 5. Rhönexkursion des Lehrstuhls für Photogrammetrie der T. H. Berlin, S. 219

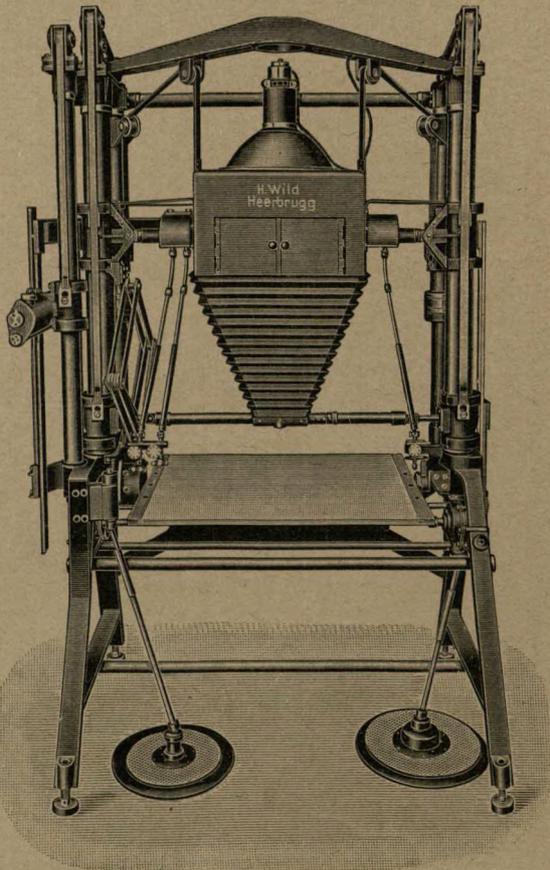
---

**Wichtige Adressen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie:**  
Postscheckkonto: Berlin Nr. 284 56, Deutsche Ges. f. Photogramm., Berlin NW 21, Emdener Str. 50. Kassierer und Versand: J. Unte, Berlin NW 21, Emdener Str. 50. An diesen sind auch Reklamationen und Nachbestellungen von Druckschriften zu richten. Schriftführer: Oberregierungsrat O. Koerner, Berlin-Halensee, Karlsruher Str. 1.



# WILD

## NEUES ENTZERRUNGSGERÄT



### ODENCRANTS-WILD

Vollautomatisch

5 Freiheitsgrade

Vergrößerung b.  $4\frac{1}{2}$  fach

Verkleinerung bis  $\frac{1}{3}$

Nur ein Objektiv  
für alle Einstellungen

Entzerren von Platten  
und von ganzen und  
zerschnittenen Filmen

Größtes Bildformat  
 $18 \times 24$  cm

Größte Höhe des  
Gerätes 2,60 m

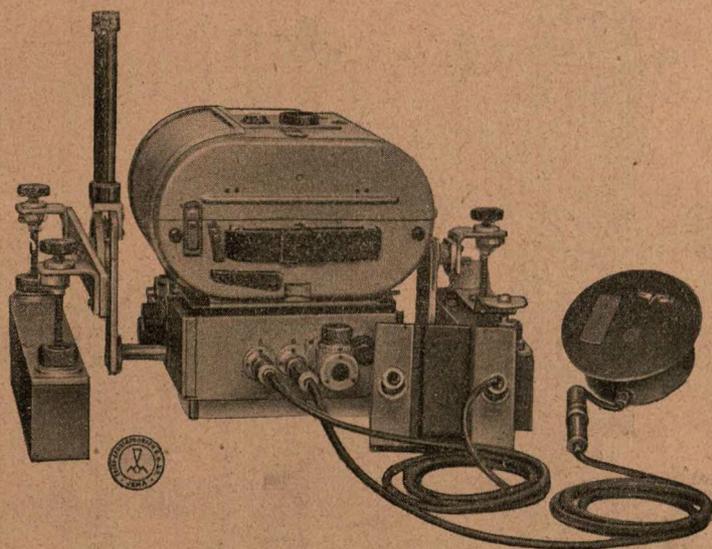
Gewicht 500 kg

Die bisher bekannten Wild - Instrumente für Photogrammetrie haben durch die unerreichte Präzision, durch den einfachen Aufbau und die leichte Handhabung in allen Gegenden der Erde das Zutrauen der Fachleute errungen. Die gleichen Eigenschaften zeichnen auch dieses neuartige Entzerrungsgerät aus und stellen es als Vorbild weit über jede Nachahmung. Es ist eben ein echtes Produkt der Wildschen Werkstätten.

## A.-G. HEINRICH WILD ♦ HEERBRUGG

Vertreter: Gebr. Wichmann m. b. H., Berlin NW 7, Karlstr. 13-14

# Alle Instrumente für die Photogrammetrie



## Der neue Weitwinkel - Messreihenbildner RMK. P 10

mit Objektiv Zeiss - Topogon, Öffnungswinkel  $103^\circ$ ,  
Format  $18 \times 18$  cm, erschliesst neue Möglichkeiten,  
insbesondere in Verbindung mit Aerotriangulation  
für Grossflächen - Vermessung bei spärlichen geo-  
dätischen Unterlagen.

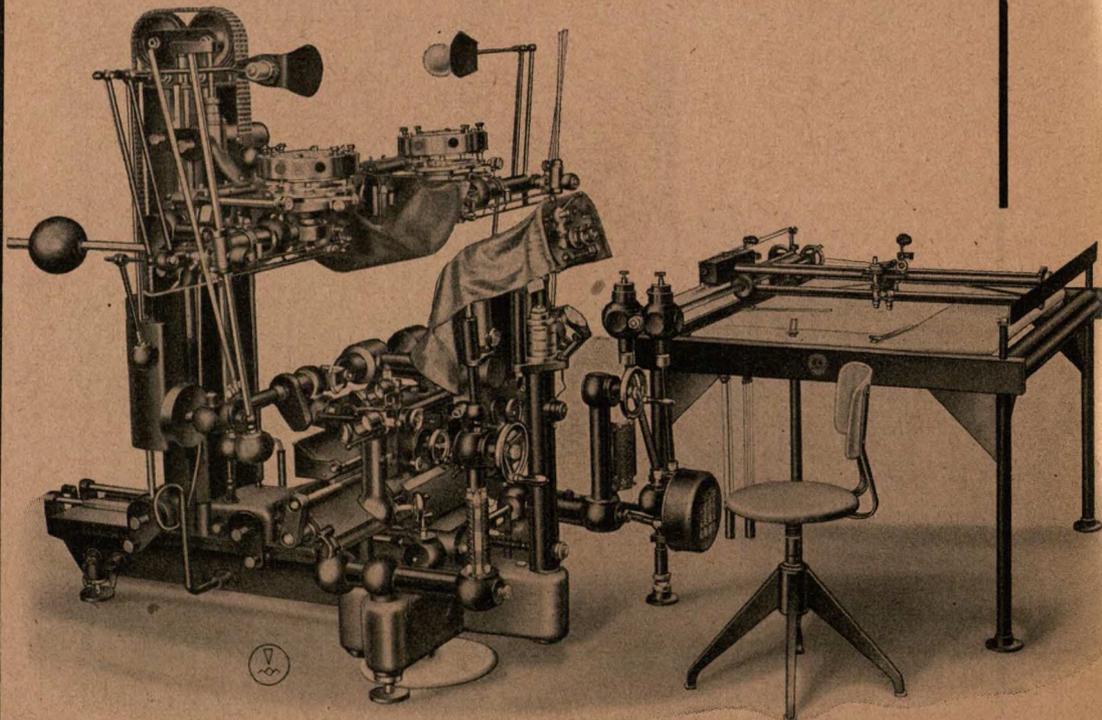
Das Zeiss-Topogon liefert Messbilder, die unmittelbar im Stereoplanigraph oder Aeroprojektor Multiplex ausgewertet werden können.



**ZEISS-AEROTOPOGRAPH** G.m.  
b.H.  
Postfach 117  
**JENA**

30jährige Erfahrung auf dem Gebiete der Photogrammetrie

# Alle Instrumente für die Photogrammetrie



## Stereoplanigraph

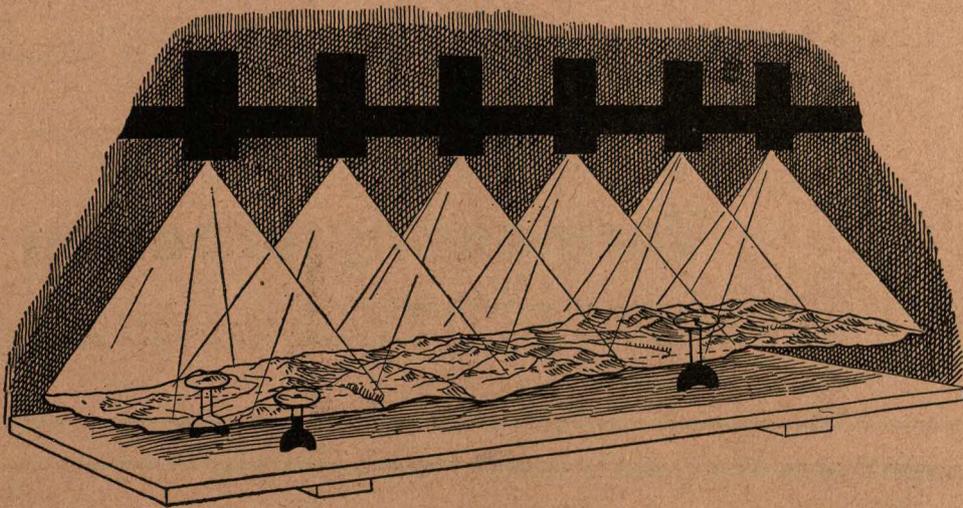
das universellste Stereoauswerte- und Triangulations-Gerät für photogrammetrische Vermessung, bietet neben seinen sonstigen grossen Vorzügen auch die Möglichkeit, weitwinklige Aufnahmen unmittelbar auszuwerten / Passende Bildträger zur Auswertung von Aufnahmen des neuen Weitwinkel-Messreihenbildners RMK. P 10 mit Objektiv Zeiss-Topogon, Bildwinkel  $103^{\circ}$ , sind lieferbar.



**ZEISS-AEROTOPOGRAPH G.m.  
b. H.**  
Postfach 117  
**JENA**

30jährige Erfahrung auf dem Gebiete der Photogrammetrie

# Alle Instrumente für die Photogrammetrie



Für die Auswertung von Messbildern des neuen Weitwinkel-Messreihenbildners RMK. P 10 mit Objektiv Zeiss-Topogon, Bildwinkel 103°, dient der

## Weitwinkel-Multiplex

Das Gerät entspricht im grundsätzlichen Aufbau unserem bekannten Aeroprojektor Multiplex für Einfachkammer-Aufnahmen.

Der Weitwinkel-Multiplex ist lieferbar in 3fach- und 6fach-Ausrüstung. Wir bitten um Ihre Anfrage.

**ZEISS - AEROTOPOGRAPH** G. m. b. H.

Postfach 117

**JENA**



30jährige Erfahrung auf dem Gebiete der Photogrammetrie



# Max Hildebrand

G. m. b. H.

**Freiberg i. Sa.**

liefert in anerkannter Vollendung alle  
Instrumente und Geräte für

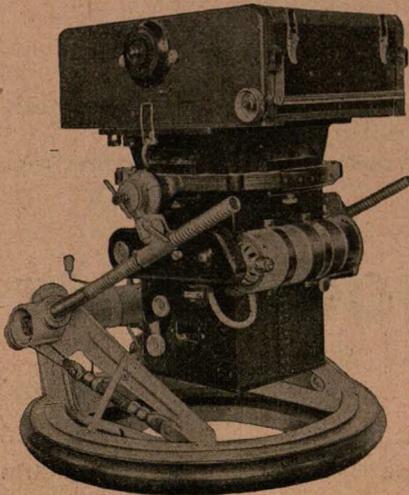
## Vermessungsarbeiten

über und unter Tage

jeder Größe, jedes Umfanges, jeder Genauigkeit

**Groupement d'Industriels de la Photographie Aérienne**

**12, rue de l'Arcade, PARIS**



**Alle neuzeitlichen Instrumente  
und Geräte für Bildmessung und  
Luftbildwesen**

**Aufnahmeapparate,  
Entzerrungsgeräte, Auswertegeräte**

**Bürogeräte und Instrumente  
für Flächenmessung,  
Höhenmessung, Kataster u. Kartenwesen**

Or 2691

# Bildmessung und Luftbildwesen

10. Jahrgang 1935

Beiheft der

**Allgemeinen Vermessungs-Nachrichten**

unter Mitwirkung der

Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie E. V.



---

Herausgegeben von Herbert Wichmann, Berlin-Bad Liebenwerda  
Schriftleiter: Vermessungs-Ingenieur Kurd Slawik

## Namenverzeichnis

- Brand:** Die Bedeutung der Luftbildmessung für das Kataster 50.
- Buchholtz, Dr.:** Über einen neuen Umzeichner 141.
- Burkhardt:** Photogrammetrische Aufnahmen zur Festlegung von Gebäudeschäden 124.
- Ewald, Dr.:** Die 4. Internationale Ausstellung für Photogrammetrie in Paris 74.
- Finsterwalder, Dr.:** Die photogrammetrischen Arbeiten am Nanga-Parbat und ihr Ergebnis 157.
- Gefner:** Luftbildmessung — Reichsbodenschätzung — Kataster 208.
- v. Gruber:** Beitrag zu Theorie und Praxis von Aeropolygonierung und Aeronivellement 127, 167.
- Johannsen:** Die 5. Rhönexkursion des Lehrstuhls für Photogrammetrie der Technischen Hochschule Berlin 219.
- Kint:** Anwendung der Radialtriangulation in Niederländisch-Indien 64.
- Köhnle, Dr.:** Das photographische Bild als objektiver Zeuge bei Gericht 101.
- Kurandt:** Einrichtung und Wesen des Katasters 202.
- Lacmann, Dr.:** Die photogrammetrische Erfassung atomarer Vorgänge 121.
- Lampadarios:** Aerophotogrammetrische Arbeiten in Griechenland 72.
- Lüscher, Dr.:** Anwendung und Fortschritte auf dem Gebiete der Photogrammetrie in Deutschland 1.
- Raab:** Über die Bedeutung der neuen photogrammetrischen Methoden für das Vermessungswesen unter besonderer Berücksichtigung der Architekturvermessung 16. — Photogrammetrische Bezugsnetze auf Grund von Wechselschnitten an schiefen Kreiskegeln und mit Hilfe von Geradenbüscheln 191.
- Töpfer, Dr.:** Sonderflugzeuge für photogrammetrische Katastervermessung 62.
- Walther, Dr.:** Photogrammetrische Katastervermessung 60.
- Zaar, Dr.:** Über ein Auswertungsverfahren in der Architektur-Bildmessung 11.

## Jahres-Schlagwortverzeichnis

- Aerophotogrammetrie** — Aerophotogrammetrische Arbeiten in Griechenland 72.
- Aeropolygonierung u. Aeronivellement** — Beitrag zu Theorie und Praxis von A. 127, 167.
- Architektur-Bildmessung** — Über ein Auswertungsverfahren in der A. 11. — Über die Bedeutung der neuen photogrammetrischen Methoden für das Vermessungswesen unter besonderer Berücksichtigung der A. 16.
- Ausstellung** — Die 4. Internationale Ausstellung für Photogrammetrie in Paris 74.
- Auswertungsverfahren** — Über ein A. in der Architektur-Bildmessung 11.
- Besprechungen** — Rapport de la commission permanente de photographie aérienne pour le congrès international de géographie 40. — Theorie und Entwicklung der Umbildgeräte, insbesondere der Entzerrungsgeräte 97. — Forschung am Nanga-Parbat, Deutsche Himalaja-Expedition 1954 154.
- Bezugsnetze** — Photogrammetrische B. auf Grund von Wechselschnitten an schiefen Kreiskegeln und mit Hilfe von Geradenbüscheln 191.
- Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie** — Jahresversammlung der D. G. f. Ph., Jena, 13. u. 14. September 1955 49, 215.
- Gebäudeschäden** — Photogrammetrische Aufnahmen zur Festlegung von G. 124.
- Kataster** — Die Bedeutung der Luftbildmessung für das K. 50. — Grundsätzliche Bemerkungen zur Frage „Photogrammetrie und K.“ 57. — Photogrammetrische Katastervermessung 60. — Einrichtung und Wesen des Katasters 202. — Luftbildmessung — Reichsbodenschätzung — K. 208.
- Kleine Mitteilungen** — XIII. Einführungskurs in Photogrammetrie 59. — XIV. Einführungskurs in Photogrammetrie 96. — Sonderkurs „Photogrammetrie und Kataster“ 59. — Internationale Luftfahrtausstellung Mailand 1955 59. — Institut für Forstingenieurwesen u. Luftbildmessung 59. — Geheimrat Prof. Dr. Sebastian Finsterwalder 96. — Luftbilderkundung von Tyrus 96. — 50 Jahre Meßbildanstalt 153. — J. Th. Sacconey gestorben 153. — Ehrung 153.
- Luftbildmessung** — Die Bedeutung der L. für das Kataster 50. — L. — Reichsbodenschätzung — Kataster 208.
- Nachrufe** — Paul Seliger 95. — Erwin Reibenschuh 94. — Prof. Dr. Carl Koppe 149. — Rudolf Illner 152.
- Nanga-Parbat** — Die photogrammetrischen Arbeiten am N.-P. und ihr Ergebnis 157.
- Photogrammeter-Kongreß** — 4. Ph.-K. in Paris 22, 82.
- Photogrammetrie** — Anwendung und Fortschritte auf dem Gebiete der Photogrammetrie in Deutschland 1. — Grundsätzliche Bemerkungen zur Frage „Ph. und Kataster“ 57. — Die 4. Internationale Ausstellung für Ph. in Paris 74. — Das photographische Bild als objektiver Zeuge bei Gericht 101. — Die photogrammetrische Erfassung atomarer Vorgänge 121.
- Radialtriangulation** — Anwendung der R. in Niederländisch-Indien 64.
- Rhönexkursion** — Die 5. R. des Lehrstuhls für Photogrammetrie der Technischen Hochschule Berlin 219.

#### IV

**Umzeichner** — Über einen neuen U. 141.

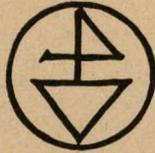
**Vereinsnachrichten** — Internationales Archiv für Photogrammetrie, Band VIII 1954/55 47. — Bilder vom Pariser Photogrammeterkongreß 47. — Amerikanische Gesellschaft für Photogrammetrie 47. — Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie 1955 47. — Kassenangelegenheit 48. — Ernennungen 48. — Vorstand der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie 100. — Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie 100.

**Vermessungswesen** — Über die Bedeutung der neuen photogrammetrischen Methoden für das V. unter besonderer Berücksichtigung der Architekturvermessung 16.

# Bildmessung und Luftbildwesen

Beiheft der  
**Allgemeinen Vermessungs-Nachrichten**  
unter Mitarbeit der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie E. V.

Herausgegeben von  
H. Wichmann, Berlin/Bad Liebenwerda



Schriftleiter:  
Kurd Slawik, Vermessungsingenieur

Anschrift: Berlin NW 7, Karlstraße 14.

Nachdruck von Originalartikeln nur mit ausdrücklicher Genehmigung gestattet.

Manuskripte für Aufsätze und Fachberichte für das nächste Heft bitten wir bis zum 10. Jan. 1956 an Ober-Reg.-Rat O. Koerner, Berlin-Halensee, Karlsruher Str. 1, zu senden.

Die Schriftleitung.

---

---

10. Jahrg.

Dezember 1955

Nr. 4

---

---

## Die photogrammetrischen Arbeiten am Nanga-Parbat und ihr Ergebnis

Von Prof. Dr. Richard Finsterwalder.

Die drei wissenschaftlichen Arbeitsgebiete der Nanga-Parbat-Expedition 1955 waren Geodäsie, Geographie und Geologie. Die Photogrammetrie hat im Rahmen des erstgenannten, der Geodäsie, eine wesentliche Rolle gespielt, war aber auch für die anderen von Bedeutung; denn sie stand in gewissem Sinne am Ausgangspunkt der wissenschaftlichen Arbeit. Der Deutsche und Österreichische Alpenverein hatte die Aufgabe gestellt, vom Arbeitsgebiet der zunächst ja rein bergsteigerischen Expedition eine Karte herzustellen, die ähnlich wie die jedes Jahr erscheinenden Karten des Alpenvereins nach den besten und neuesten Methoden hergestellt sein sollte. Für die Beschaffung der geometrischen Unterlagen der Karte bedeutet dies heutzutage Anwendung der Stereophotogrammetrie bei Aufnahme und Auswertung. Die langjährige Erfahrung, die dank dem Deutschen und Österreichischen Alpenverein und der Deutschen Forschungsgemeinschaft auf dem Gebiet der Hochgebirgsphotogrammetrie in den Alpen und in Zentralasien (Pamir) zur Verfügung stand, ließ auch am Nanga-Parbat einen Versuch, die Photogrammetrie bei der Aufnahme dieses wilden Himalaja-Gebirgsstocks anzuwenden, als aussichtsreich erscheinen. Die zu erwartende genaue Karte war dann die Anregung für weitergehende wissenschaftliche Arbeiten in dem geographisch wie geologisch ebenso hochinteressanten wie wenig erforschten Expeditionsgebiet.

Hier soll die Rede von den speziell photogrammetrischen Arbeiten sein und auf Nachbargebiete nur insoweit eingegangen werden, als dies unbedingt notwendig ist. Entsprechend der engen Verflechtung der Photogrammetrie mit der Geodäsie müssen aber doch auch die Vermessung und die kartographische Arbeit wenigstens kurz erwähnt werden.

Die geodätisch-kartographische Aufgabe<sup>1</sup> am Nanga-Parbat war vor der Expedition nur ganz allgemein gestellt; Maßstab und Umfang der aufzunehmenden Karte mußten sich aus den Verhältnissen im Expeditionsgebiet bei der Expedition ergeben, denn es waren wohl im großen in den Alpen und im Pamir schon umfangreiche Erfahrungen gesammelt worden, im einzelnen jedoch waren am Nanga-Parbat ganz andere Arbeitsbedingungen zu erwarten. Arbeitsverfahren und Arbeitsinstrumente standen auf Grund früherer Erfahrungen fest. Es sollten der bewährte leichte Feldphototheodolit<sup>2</sup> 15 × 18 cm

---

<sup>1</sup> R. Finsterwalder, Die geodätischen und photogrammetrischen Aufgaben der deutschen Himalaja-Expedition 1934. (Allg. Vermess.-Nachr. 1934.)

<sup>2</sup> R. Finsterwalder, Der leichte Feldphototheodolit der Firma C. Zeiss und seine Verwendung bei der Alai-Pamir-Expedition 1928, in O. v. Gruber, Ferienkurs in Photogrammetrie, Stuttgart 1930.

*Okte. D. 1190/64*

der Firma Zeiss und das an ihn gebundene „leichte Aufnahmeverfahren“<sup>3</sup> Verwendung finden, bei dem die Elemente der äußeren Orientierung im Feld nur mit der wirklich notwendigen Genauigkeit gemessen werden. — Außer mir sollte auch der Geograph der Expedition, Dr. Walter Raechl, der drei Sommer bei den kartographischen Arbeiten des Alpenvereins die moderne Aufnahmetechnik erlernt hatte, bei der photogrammetrischen Aufnahme mitwirken. Für die beiden von Raechl und mir zu bildenden Arbeitsgruppen nahmen wir je einen Phototheodoliten mit, dazu einen in Reserve, zusammen also drei dieser Instrumente, ferner 600 Spiegelglasplatten 15×18 cm, begossen mit der bei terrestrischer Photogrammetrie üblichen feinkörnigen Topoemulsion der Firma Perutz, München. Weit schwieriger war, die zur Bestimmung der photogrammetrischen Standpunkte nötige Triangulation zu Hause vorzubereiten; denn sie ist auf Expeditionen in Anlage und Durchführung wohl noch mehr von den Verhältnissen abhängig als die photogrammetrische Aufnahme. Die Pamir-Expedition<sup>4</sup> hat gezeigt, daß gerade sie oft schwere Aufgaben stellt. Um für alle Möglichkeiten gerüstet zu sein, wurden ein kleines Hildebrand-Universal, ein Theodolit Zeiss I und ein Theodolit Zeiss II mitgenommen. Letzterer war als Hauptarbeitsinstrument vorgesehen. Es sollte versucht werden, dieses verhältnismäßig leichte, sehr genaue und mit sehr guter Optik versehene Instrument beim Aufbau einer Triangulation zu verwenden und damit eine der wichtigsten Neuerungen des Apparatebaues in den Dienst der Photogrammetrie auf Forschungsreisen zu stellen.

#### Die Feldarbeit (siehe dazu die Kartenbeilage 1).

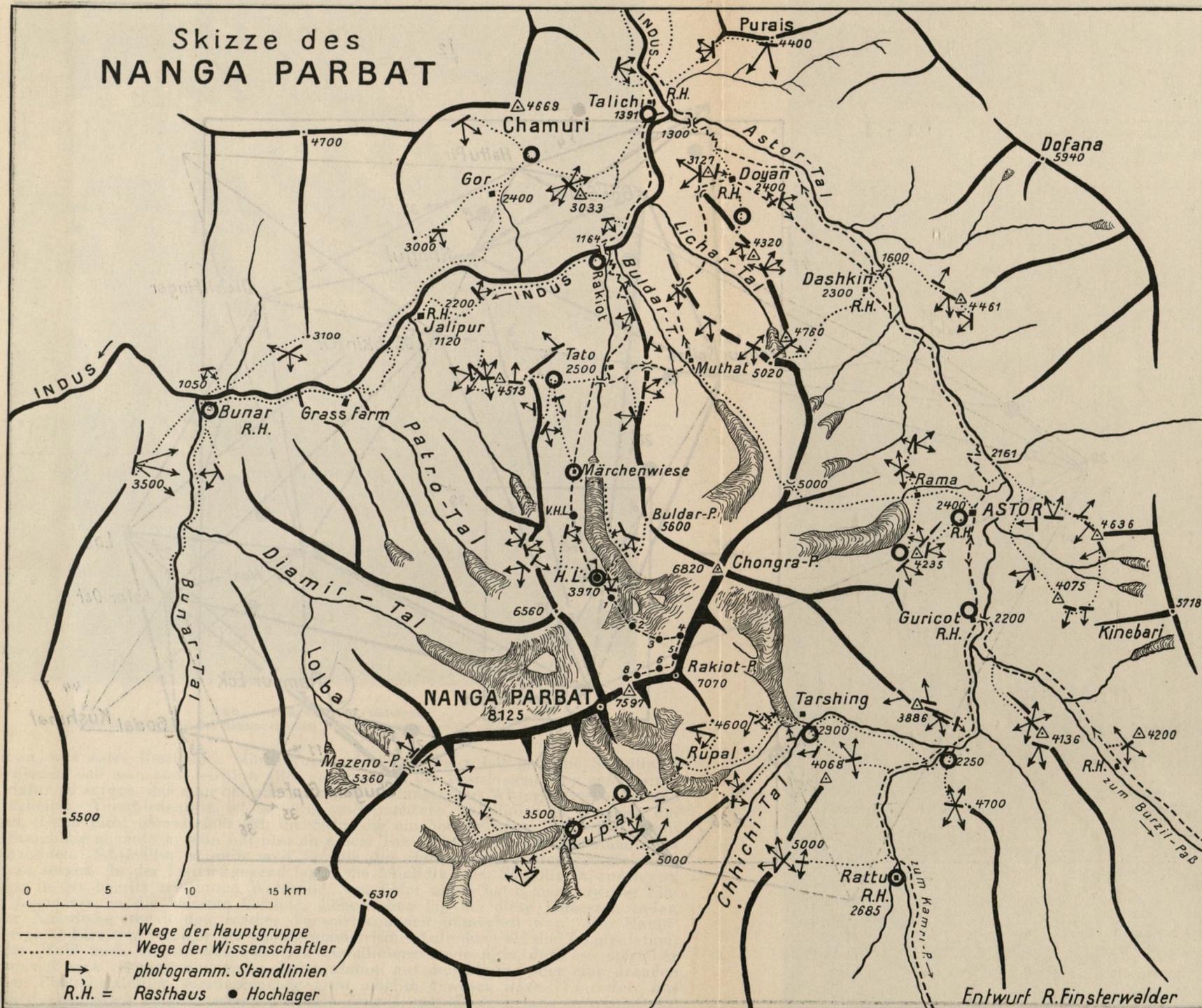
Zunächst ist es zweckmäßig, auf die Entwicklung der Aufnahmearbeit am Nanga-Parbat einzugehen. Am 7. Mai traf die Expedition, bestehend aus 10 Bergsteigern und 3 Wissenschaftlern, am Fuße des Nanga-Parbat in Astor ein, nachdem sie das Expeditionsgepäck unter ziemlichen Mühen mit 600 Trägern über zwei hohe und noch tief unter Schnee liegende Himalajakämme hinübergeschafft hatte. An wissenschaftliche Arbeit war noch nicht zu denken, das Wetter war schlecht, und der Aufmarsch mußte mit dem ganzen Gepäck bis ins obere Rakhiottal fortgesetzt werden. Mitte Mai traf man dort ein und errichtete am Fuße des eigentlichen Gipfelaufbaus in 3500 m das vorläufige Hauptlager (V.H.L.). Höher oben lag noch mehrere Meter tiefer Winterschnee und machte wissenschaftliche Arbeit unmöglich. Während die Bergsteiger den Gipfelangriff vorbereiteten, um ihn bei besser werdenden Verhältnissen zu beginnen, sollten die Wissenschaftler versuchen, in den tieferen, zum Teil sehr heißen Gebieten am Indus mit der Expeditionsarbeit zu beginnen, dann die Randgebiete im Osten (Astor) und Süden (Rupaltal) zu bearbeiten und schließlich Anfang Juli, zur Zeit des eigentlichen Gipfelangriffs, wieder im Rakhiottal zu sein. Dann sollten die zentralen Gebiete aufgenommen werden. Weitere Pläne wurden von dem Ausgang des Gipfelunternehmens abhängig gemacht.

Am 21. Mai brach die wissenschaftliche Gruppe mit einer kleinen Karawane von 20 Einheimischen und 4 erlesenen Darjeeling-Trägern auf, außer dem Verfasser der Geograph Raechl und der Geologe Misch, und zwar, dem Plan entsprechend, zuerst ins extrem heiße Industal, das hier auf nur 1100 m Höhe liegt und den über 8000 m hohen Nanga-Parbat-Stock im Norden begrenzt. In 3000—4500 m Höhe liegen beiderseits des Indus Randberge, die mit steilen, wüstenhaften Hängen aus dem Industal aufsteigen und erst ab 2900 m zum Teil üppigen Hochwald tragen. Die obere Waldgrenze liegt auf 3600 m Höhe. Die ersten Standlinien wurden in der Nordostecke des Expeditionsgebiets angelegt, dessen Grenzen sich daraus ergaben, daß unser Vordringen in der verfügbaren Zeit infolge der Geländeschwierigkeiten über bestimmte Punkte nicht ausgedehnt werden konnte. In einem 2500 m Höhenunterschied überwindenden Anstieg erreichte ich zunächst südwestlich Bunar einen hervorragenden Aussichtspunkt (P. 3500); das Wetter war herrlich, man übersah mit einem Blick die gewaltigen Nordgrate des Nanga-Parbat, die sich zerzackt und schwach gegliedert gegen das Industal absenken und dann aus 4500 m meist jäh zum Indus abbrechen. Es gelang, eine schöne Standlinie gegen Industal und Nanga-Parbat anzulegen, man sah auch an anderen Stellen der Berge indusaufwärts Möglichkeiten, ähnlich ergiebige und schöne Standlinien gegen die Nordflanken des Nanga-Parbat, zum Teil auch von dessen Nordflanken gegen die Chamurigruppe, nördlich des Indus, zu entwickeln. Die Anlage einer jeden solchen Standlinie ist auf Expeditionen meist ein kleines Problem; man muß sie zunächst in meist völlig unwegsamem Gebiet

<sup>3</sup> Eine Beschreibung dieses Verfahrens findet sich in dem nächstens in der Sammlung Wichmann erscheinenden Büchlein „Alpenvereinskartographie“.

<sup>4</sup> R. Finsterwalder, Wissenschaftliche Ergebnisse der Alai-Pamir-Expedition 1928. 2 Bde. D. Reimer, Berlin 1932.

# Skizze des NANGA PARBAT



- - - - - Wege der Hauptgruppe  
 . . . . . Wege der Wissenschaftler  
 T photogramm. Standlinien  
 R.H. = Rasthaus • Hochlager

○ Astronomische Punkte

Entwurf R. Finsterwaller

Astronomische Punkte  
 Höhenpunkte  
 Aufnahme im Buch veröffentlicht  
 Netz-Ordnung

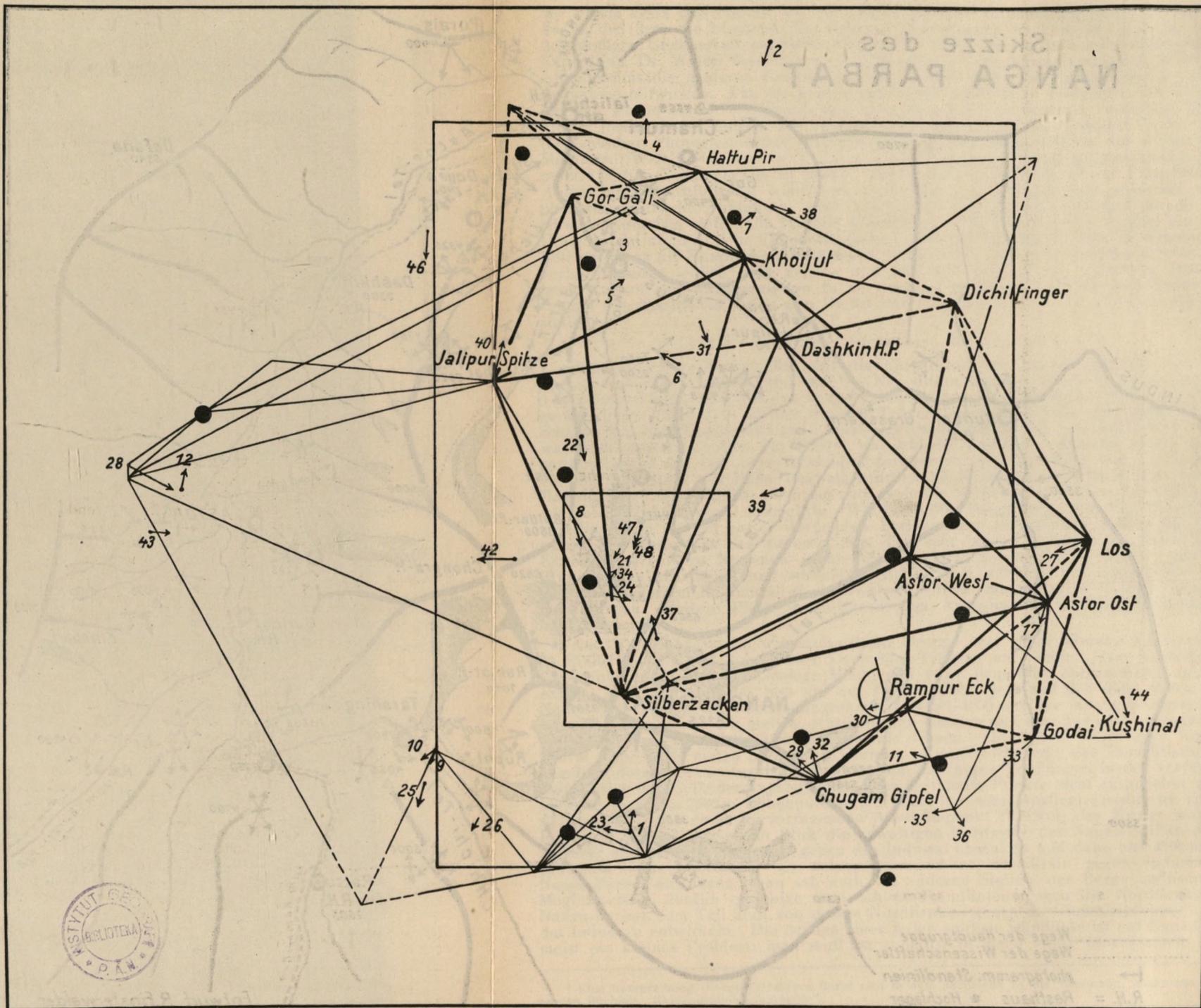




Abb. 1. Nanga-Parbat (Südwand).

Aus „Mitteilungen der hannoverschen Hochschulgemeinschaft“, Heft 16, 1935.

erreichen, was unter Umständen einige Tage erfordert. Dann hat man die Standlinien so anzulegen, daß man auch wirklich alles einsieht und die Basislängen groß genug sind; dann dafür zu sorgen, daß man bei günstigen Beleuchtungs- und Witterungsverhältnissen oben arbeitet. Verschiedentlich ist es nötig, auch mehrere Standlinien in Gruppen anzulegen. Denn nicht überall läßt sich die Sicht, die ein hochgelegener Platz bietet, mit einer Standlinie ausnutzen; man hat also an einem Tag mehrere, bis zu vier, Standlinien zu bearbeiten. Schließlich ist auch noch für die die Standpunkte festlegende Triangulation zu sorgen. In der Indusgegend lagen die Möglichkeiten, Standlinien anzulegen, zunächst in der bereits erwähnten Waldzone; von tiefer unten hatte man zuwenig Einblick, besonders in die höheren Gebiete, höher oben lag um diese Jahreszeit tiefer, weicher Naßschnee, durch den rasches Vorwärtskommen unmöglich war. Die Hauptschwierigkeit bereitete weniger die photogrammetrische Aufnahme als die Triangulation; war der Wald auch in dem ausgewählten Standliniengelände nicht dicht, so störte er doch so, daß eine photogrammetrische Triangulation aus den Platten oder eine drauften mit dem Phototheodoliten vorzunehmende nicht möglich gewesen wäre. Es rettete uns die lichtstarke, 28fach vergrößernde Optik des Zeiss II; mit dieser gelang es wenigstens, vom Rasthaus in Bunar aus die oben in der Waldzone gelegenen Standpunkte zu er-

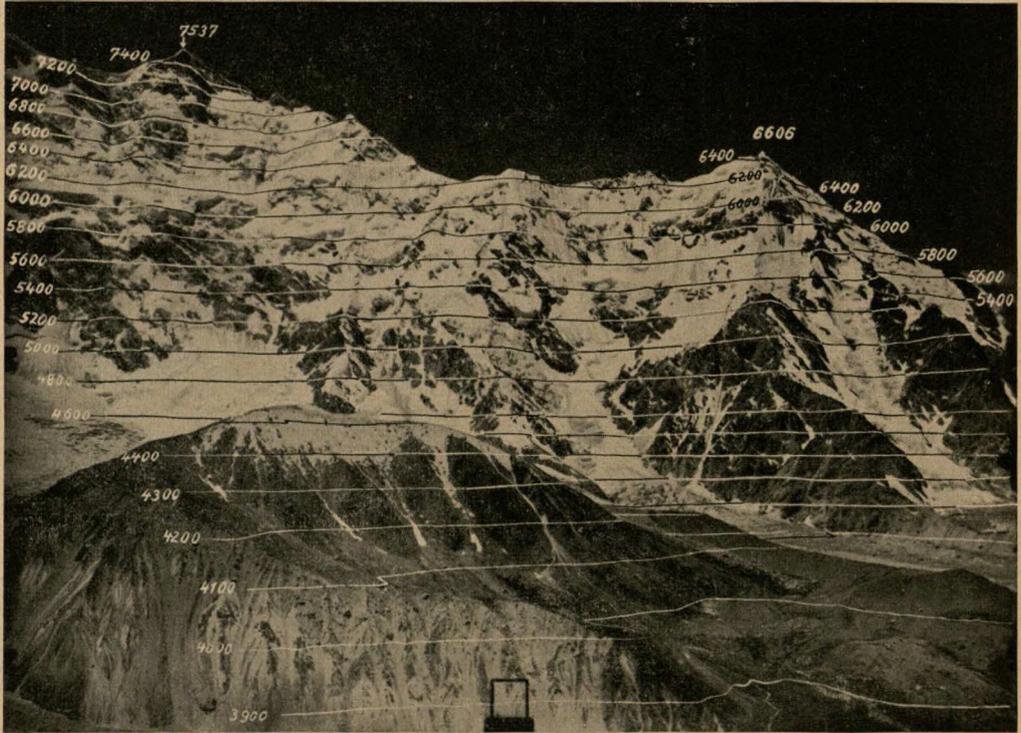


Abb. 2. Von P. 4370 gegen Nanga-Parbat (Nordwand). Große Moräne und Gegend des Hauptlagers.

kennen und einzuschneiden und mit Hilfe einiger weiterer Visuren zwischen den Standpunkten ein „Punktfeld“ zu bestimmen, dessen Orientierung durch Azimut- und Breitenbestimmung in Bunar und dessen Maßstab durch die photogrammetrischen Basismessungen festgelegt waren.

Beim weiteren Vordringen längs des Nordrandes des Expeditionsgebiets schritt die photogrammetrische Aufnahme besser vorwärts als die Triangulation. Infolge schlechten Wetters und der noch ungünstigen Schneeverhältnisse scheiterte die Besteigung des Chamuri (4669 m), des einzigen in unserem Gebiet vorhandenen Punktes 1. Ordnung. Er war anlässlich der englisch-russischen Grenztriangulation 1911 bestimmt worden.

Als wir am 4. Juni bei Talichi über den nun durch die immer stärker einsetzende Schneeschmelze angeschwollenen Indus setzten, waren wohl alle nördlich des Indus aufzunehmenden Standlinien fertig, die Triangulation aber noch nicht in Gang gebracht. Statt des Chamuri war P. 3035 signalisiert, im übrigen die Jalipurspitze (P. 4513) und der rechte Silberzacken (P. 7597) als natürliche, scharfe Ziele als Eckpunkte für die Triangulation ins Auge gefaßt und mehrfach anvisiert worden.

Während Raehl am Purais arbeitete und signalisierte, nahm ich am P. 4520 oberhalb Doians zwei Standlinien auf, entdeckte dort einen zentrisch mit einer Stange signalisierten, noch tief im Winterschnee steckenden Steinmannrest, den indischen Punkt 2. Ordnung Khoijut, und, was nicht minder wichtig war, mit dem 18fachen Zeiss'schen Feldstecher eine Stange auch auf dem Gipfel des Chamuri. Da von beiden Punkten geographische Koordinaten vorhanden waren, eröffnete sich u. U. die Möglichkeit, eine regelrechte Triangulation an diese Punkte anzuschließen, um der späteren Karte die feste und genaue Grundlage zu sichern, die ihrer hohen, der Photogrammetrie zu dankenden inneren Genauigkeit entsprach. Von nun an wurde der Gedanke einer regelrechten Triangulation mit Nachdruck verfolgt.

Unter teilweiser Zurückstellung der sehr schwierigen Aufnahme der Astorschlucht zwischen Doian und Dashkin ging es jetzt nach Astor (2400 m), wo zwischen 4000 und 4700 m gut erhaltene, alte Landoberflächen, die jetzt auch schon teilweise schneefrei

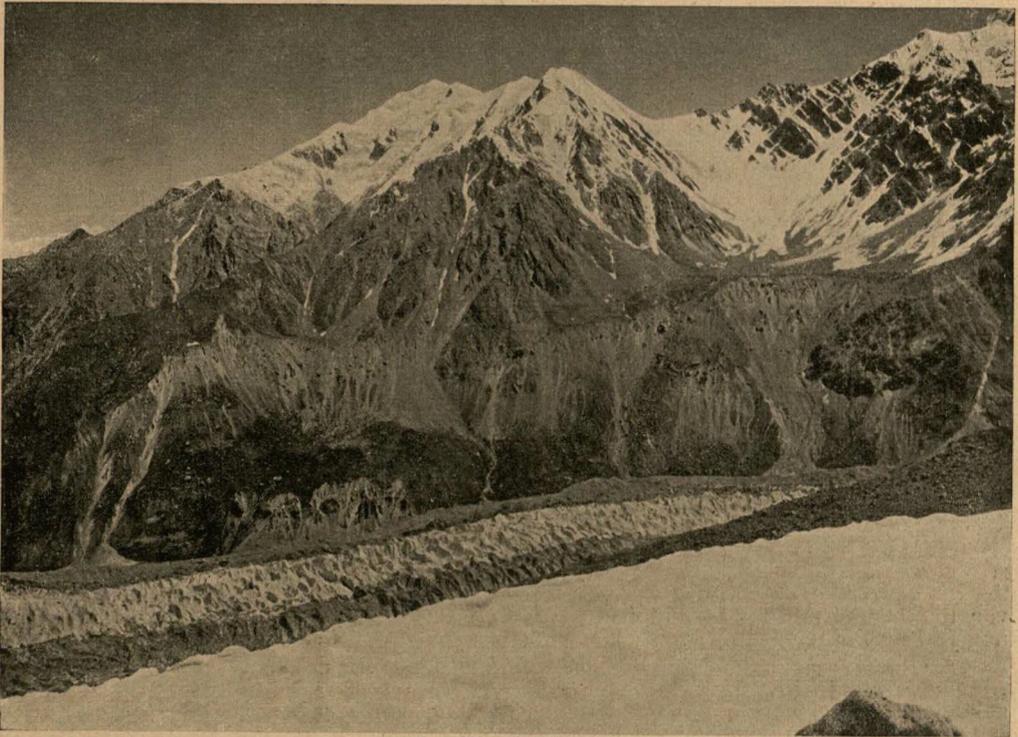


Abb. 3. Von der großen Moräne gegen Buldar Peak und mittleren Rakhiotgletscher.

waren, verhältnismäßig leichtes Arbeitsgelände boten. Ein Festpunktsdreieck: Astor-Ost (P. 4075), Los (P. 4656), Astor-West (P. 4255) wurde signalisiert und beobachtet, dabei gleichzeitig ergiebige Standliniengruppen angelegt. Während bei Astor eine Schönwetterperiode die Arbeiten begünstigt hatte, folgten nun im südlich anschließenden Gebiet Rampur-Eck (P. 3886), Godai (P. 4156) und Kushinat (P. 4200) Tage mit starker Bewölkung und Nebel in den Hochlagen über 5000 m, so daß nur die Arbeit im Gelände zu beiden Seiten des Astortals gefördert werden konnte. Dann aber ermöglichte ein strahlend schöner Tag am Chugamgipfel (P. 4068) mit einem Schläge die Aufnahme der gewaltigen Südostflanke des Nanga-Parbat und die Ausdehnung der Triangulation bis zur Linie Silberzacken—Chugamgipfel—Kushinat. An einem Tage mußten hier von einer Arbeitsgruppe vier große Standlinien, Winkelmessungen mit dem Zeiss II an zwei Punkten und abends noch eine Polhöhenbestimmung erledigt werden. — Schlechteres, rasch wechselndes Wetter und Nebel in den Hochlagen erschwerten während der folgenden zehn Tage die Arbeit im engen, von den furchtbaren Südwänden des Nanga-Parbat überhöhten Rupalatal (Abb. 1).

Der Rückweg über Astor—Dashkin—Doian und die das Lichar- und Buldartal begrenzenden Kämme ins Rakhiot gab bei allerdings mehrfach wechselndem Wetter die Möglichkeit zur Schließung der Lücke in der Astorschlucht zwischen Doian und Dashkin und zur Anlage von Standlinien, die nun die Hintergründe des Lichar- und des Buldartaales und damit schon Teile der zentralen Gruppe, wo inzwischen die Schneeverhältnisse günstiger geworden waren, erfaßten.

Das furchtbare Unglück, das in der Zwischenzeit über die Bergsteiger hereingebrochen war, lähmte den Fortgang der Arbeiten. Alle verfügbaren Kräfte standen bis zum 20. Juli im Dienst von Rettungs- und Bergungsversuchen. Als alles Menschenmögliche leider vergeblich versucht war, galt es, das große Unternehmen in Ordnung abzuwickeln, das Verbliebene zu sichern und den Rest der Expedition heimzuführen. In diesem Sinne wurde auch auf unserem Arbeitsgebiet nur noch das Nötigste erledigt: die Aufnahme des hinteren Rakhiotals in einfachster Weise abgeschlossen, ebenso die bereits be-

gonnenen photogrammetrischen Geschwindigkeitsmessungen am Rakhiotgletscher. Eine Gruppe von Standlinien und die wichtige Triangulation an der Jalipurspitze wurden dem Monsun abgerungen und dadurch photogrammetrisch und trigonometrisch eine Verbindung zum anfangs aufgenommenen Gebiet im Norden und Nordwesten (Bunar) des Expeditionsgebiets hergestellt. Am Rückweg über Astor nach Rattu erfolgte durch letzte Wiederholungsbeobachtungen auf einigen Hauptnetzpunkten der endgültige Ausbau der Triangulation. Einige photogrammetrische Aufnahmen bei Rattu beendeten die Aufnahmearbeit am 12. August.

Zusammenfassend läßt sich über die Feldarbeit etwa folgendes sagen: Trotzdem die Geländebeziehungen schwierig waren, konnte die photogrammetrische Aufnahme eingehender als erwartet gestaltet werden; es war auch möglich, den Großteil des Expeditionsgebiets mit einer genauen Triangulation zu überspannen. Eine große Erleichterung waren die guten Verbindungswege in den Tälern (Astor- und Industal), von ausschlaggebender Bedeutung für das Gelingen der Triangulation war die Möglichkeit, einen Teil der Umkreisung des Nanga-Parbat zwei- bzw. dreimal durchzuführen. Die Wetterverhältnisse waren im ganzen mittelmäßig und ähnelten praktisch denen unserer Alpen. Die körperlichen Anstrengungen waren recht groß infolge der Steilheit und erheblichen relativen Höhe der meisten Anstiege, trotzdem die Mehrzahl der Standlinien und trigonometrischen Punkte nicht auf die höchsten Grate und Gipfel gelegt wurde. Die großen Höhenunterschiede bedingten vielfach extreme Temperaturschwankungen von der glühenden Hitze im Industal bis zu den tiefen Temperaturen in der Schneeregion. Doch haben die Menschen und die Instrumente die oft sehr jähren Klimawechsel gut überstanden.

#### Das photogrammetrische Ergebnis.

Im ganzen, etwa 3000 qkm großen Expeditionsgebiet wurden während 2½ Monaten von Raechl und mir 115 Standlinien, darunter 7 für glaziologische Zwecke, aufgenommen und rd. 350 Platten belichtet.

Man darf sagen, daß sich die terrestrische Photogrammetrie nach dem bei den Alpenvereinsaufnahmen ausgebildeten „Leichten“ Verfahren auch in schwierigem Himalajagebiet gut bewährt hat. Das Aufnahmegebiet ist dem terrestrischen Verfahren wegen im ganzen geringer Bodenbedeckung günstig, doch ist das Relief steil und gegliedert und enthält gewaltige, bis 7000 m gehende Höhenunterschiede.

Die Genauigkeit reicht in den äußeren Gebieten für den Maßstab 1:100 000 hin, ein größerer Fehler als 0,2 mm der Lage nach ist nicht zu erwarten. Nach den Rändern zu treten verschiedentlich Lücken auf.

Das in der Mitte gelegene Hauptgebiet, 1800 qkm, ist so aufgenommen, daß im Maßstab 1:50 000 größere Lagefehler als 0,2 mm nur an etwa 10 % des Gebiets auftreten werden, außerdem werden etwa 6 % photogrammetrisch unauswertbar bleiben, da sie durch Aufnahmen nicht erfaßt sind. Das Hauptgebiet umfaßt den eigentlichen Nanga-Parbat-Stock in seiner ganzen Ausdehnung und seinem ganzen Höhengaufbau. Es reicht vom Chamuri im Norden bis südlich des Rupaltals im Süden, schließt im Osten Astor ein und geht im Westen bis in die Nähe des Mazonopasses.

Bei sämtlichen Standlinien wurden die Elemente der äußeren Orientierung mit genügender Genauigkeit bzw. genügend guter Näherung bestimmt, insbesondere wurden grundsätzlich die gegenseitigen Visuren zwischen beiden Punkten einer Basis in einer Richtung, fast ausnahmslos auch in der anderen, gemessen und die Aufnahmen danach orientiert.

Eine das Hauptgebiet überspannende regelrechte Triangulation, über die gesondert berichtet wurde<sup>5</sup>, sichert die Bestimmung aller photogrammetrischen Punkte mit hinreichender Genauigkeit. Ihr Gelingen ist den Möglichkeiten zu danken, welche durch die modernen Theodoliten, in diesem Fall einen Zeiss II, gegeben sind.

#### Zahlenmäßige Übersicht.

Eine zahlenmäßige Übersicht, die statistischen Wert hat, ist in dem geschlossen aufgenommenen Hauptgebiet möglich; es ist in der ersten Zeile der Tabelle 1 angeführt. Die einzelnen Spalten der Tabelle 1 sind wohl ohne eingehende Erklärung verständlich. In Spalte 4 sind alle Arbeitstage, einschließlich Marsch- und Schlechtwettertage, mitgerechnet. Spalte 5 enthält die an einem Tage aufgenommene Fläche.

<sup>5</sup> R. Finsterwalder, Haupttriangulation am Nanga-Parbat. (Allg. Vermess.-Nachr. 1935.)

Das in Zeile 2 angeführte Fedtschenko-Tanimas-Gebiet wurde bei der Alai-Pamir-Expedition 1928, das in Zeile 3 angeführte Zillertal für den Deutschen und Österreichischen Alpenverein vom Verfasser aufgenommen. Die Angaben der letzten Zeile gelten für die Hochgebirgsaufnahmen der Schweizer Landestopographie. Sie sind dem Lehrbuch der Stereophotogrammetrie von Baeschlin-Zeller, Zürich 1934, S. 315, entnommen.

Tabelle 1.

	Fläche qkm	Lücken		Feldarb.- Tage einer Arbeits- gruppe	Je Tag auf- gen. qkm	Stand- linien- zahl	Je Standlinie aufgen. Fläche qkm	Ar- beits- tage	
		qkm	%						
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Hoch- asien	Nanga-Parbat Himalaja 1:50000 . . .	1800	110	6	90	18,8	73	23	1,23
	Fedtschenko-Tanimas- Pamir 1:50000 . . . . .	1160	58	5	50	22	68	17	0,85
Alpen	Zillertal 1:25000 . . . . .	803	19,4	2,3	232	3,4	323	2,4	0,72
	Schweiz 1:50000 (1:25000). . . . .	4502	225	5	2740	1,65	1226	3,7	2,2

Es zeigt sich, daß die ersten beiden Zeilen, die Aufnahme des Nanga-Parbat und des Fedtschenko-Tanimas, ein recht ähnliches Ergebnis aufweisen; die beiden Gebiete vertreten die beiden Hauptgebirgstypen Asiens: der Nanga-Parbat die stark zertalten Randgebirge mit ihren großen Höhenunterschieden, Fedtschenko-Tanimas die zentralen Gebirge, die, auf hochgelegener Basis aufgebaut, ähnliche absolute Höhen erreichen, an relativem Höhenunterschied jedoch erheblich hinter den Randgebirgen zurückbleiben. Die in beiden Fällen im einzelnen recht verschiedenen Aufnahmeschwierigkeiten sind im ganzen doch gleich groß. Die je Tag bearbeitete Fläche bietet dafür einen gewissen Maßstab. In der großen, mit einer Standlinie erfaßten Fläche kommt das für die terrestrische Photogrammetrie in beiden Fällen sehr günstige, im ganzen sehr großformige Gebirgsrelief Asiens zum Ausdruck. — In beiden Fällen wurden die vom Gelände bis zu einem gewissen Grad vorgeschriebenen günstigsten Aufnahmepunkte erreicht; es zeigte sich, daß dann, wenn eine einigermaßen lückenarme Aufnahme angestrebt wird, die Aufnahmen am günstigsten so angelegt werden, daß die Aufnahmeentfernungen nicht unter 4–5 km und nicht über 10–14 km liegen. Bei günstiger Wahl der Basislängen ist dann die Auswertegenauigkeit von 0,2 mm im Maßstab 1:50 000 fast überall eingehalten worden, so daß dieser Maßstab als der gegebene für genaue, geschlossen photogrammetrisch aufgenommene Karten der Hochgebirge Asiens bezeichnet werden kann. —

Ganz anders sind die Verhältnisse in den Alpen. Dort ist der günstigste Maßstab für terrestrisch aufgenommene photogrammetrische Karten wegen des ganz anderen Reliefs etwa 1:25 000; er erfordert eine viel intensivere Aufnahme, was besonders in der geringeren, je Standlinie erfaßten Fläche zum Ausdruck kommt.

#### Die Auswertung.

Als bald nach der Rückkehr wurde mit der Berechnung der Triangulation und der Standpunkte begonnen. Nach zwei Monaten war es so weit, daß im Zentralgebiet mit der Auswertung begonnen werden konnte. Wie die Aufnahme auf den vom Alpenverein ausgebildeten Methoden beruht, so war auch die Auswertung dadurch sehr erleichtert, daß sie durch die vom Alpenverein an der Technischen Hochschule Hannover betriebene Auswertestelle übernommen werden konnte. Der in über 10jähriger Tätigkeit in Alpenvereinsaufnahmen und -auswertungen geschulte Topograph H. Biersack hat in fünfmonatiger Arbeit bereits etwa zwei Drittel des mitgebrachten Materials an einem umgebauten Modell 1914 des altbewährten Zeisschen Autographen ausgewertet. Da die 500 Punkte, die im ganzen Kartengebiet einschließlich der rd. 200 Standpunkte durch die Feldarbeit bestimmt sind, für die Einpassung der Standlinien zwecks Vornahme von Konvergenz- und kleinen Basiskorrekturen nicht ausreichten, wurden neue Paßpunkte, vor allem im Vordergrund der von den einzelnen Standlinien auszuwertenden Gebiete, graphisch mittels des Autographen vorwärts abgeschnitten. Biersack mußte sich zu

diesem Zweck an Hand des photographischen Materials mit Gründlichkeit in das Gelände einarbeiten, um die einzelnen Paßpunkte von den verschiedenen Standlinien aus zu identifizieren. Größter Wert wurde bei der dann folgenden Auswertung nicht bloß auf richtige Wiedergabe der in 50 m Abstand gezogenen Schichtlinien gelegt, sondern auch auf möglichst vollständige Wiedergabe des sonstigen Geländeinhalts: Wald, Häuser, Schutt, Felsgrenzen, Wasserläufe, Eis- und Schneegrenzen, Gletscherspalten usw. Auf Grund meiner persönlichen Geländekenntnis konnte ich ihn von Fall zu Fall beraten und Ergänzungen vornehmen. Die Auswertung erfolgte im Maßstab 1 : 33 333, in den Randgebieten in 1 : 50 000.

Das kartographische Ergebnis (siehe dazu die Kartenbeilage 2).

Schon vor der Expedition habe ich darauf hingewiesen, daß die kartographische Ausgestaltung der photogrammetrischen Schichtlinienpläne zu einer anschaulichen und die naturgegebenen Formen getreu wiedergebenden Karte eine auch im Fall der Nanga-Parbat-Karte wichtige und nicht ganz einfache Aufgabe sein werde. Der Schichtlinienplan gibt die Geländeformen zwar mathematisch genau, aber ohne Anschaulichkeit und Plastik wieder. Die Schichtlinie kommt ja auch in der Natur sichtbar nur sehr vereinzelt vor. Eine die sichtbaren Naturformen erfassende Geländezeichnung ist deshalb ein wichtiger Teil der kartographischen Arbeit, gerade im Fall schwierigen Gebirgslandes, wie es hier vorliegt.

Da es sich um ein für die Photogrammetrie bedeutungsvolles Problem<sup>6</sup> handelt, habe ich hier die fertige Karte in einem Ausschnitt beigelegt und den Schichtlinienplan mit den am Autographen möglichen topographischen Ergänzungen für einen Teil dieses Ausschnitts gegenübergestellt.



Abb. 4.  
Leichter Feldphototheodolit  
von Zeiss bei der Arbeit.



Abb. 5.  
Triangulation mit Theodolit Zeiss II  
am Steinmann „Astor Ost“.

Am Autographen lassen sich außer den Schichtlinien stets nur in recht beschränktem Umfang topographische Ergänzungen eintragen, da man dabei den Apparat meist dreidimensional bewegen muß. Der durch Räder und Hebelübertragung gesteuerte Zeichnstift kann dabei nur in recht grober und primitiver Weise den charakteristischen Geländelinien entlang geführt werden. Jedenfalls läßt sich dabei in keiner Weise die Feinheit einer direkten Handzeichnung erreichen. Das Äußerste, was an topographischer Aus-

<sup>6</sup> Siehe darüber auch R. Finsterwalder, Die Bedeutung der neuen photogrammetrischen Methoden für das Vermessungswesen. Mit Kartenproben. (Allg. Vermess.-Nachr. 1934.) Siehe dort auch weitere Literaturangaben. (Allg. Vermess.-Nachr. 1934. Sonderdruck).

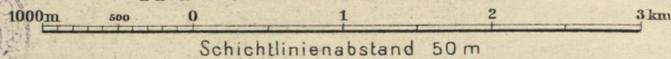
# NANGA PARBAT, GIPFEL UND RAKHIOT, GLETSCHER

(Ausschnitt aus der Expeditionskarte)



Maßstab 1 : 50 000

Druck von Klein & Volbert, München



Photogrammetrische Aufnahme, im Auftrage des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins von R. Finsterwalder und W. Raechl †

Auswertung mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft sowie Zuschüssen des Reichskultusministeriums und Reichsluftfahrtministeriums am Zeiss'schen Autographen des Geodätischen Instituts der Technischen Hochschule Hannover von H. Biersack und R. Finsterwalder; Felszeichnung im Auftrage des D. u. Ö. Alpenvereins von F. Ebster, Innsbruck

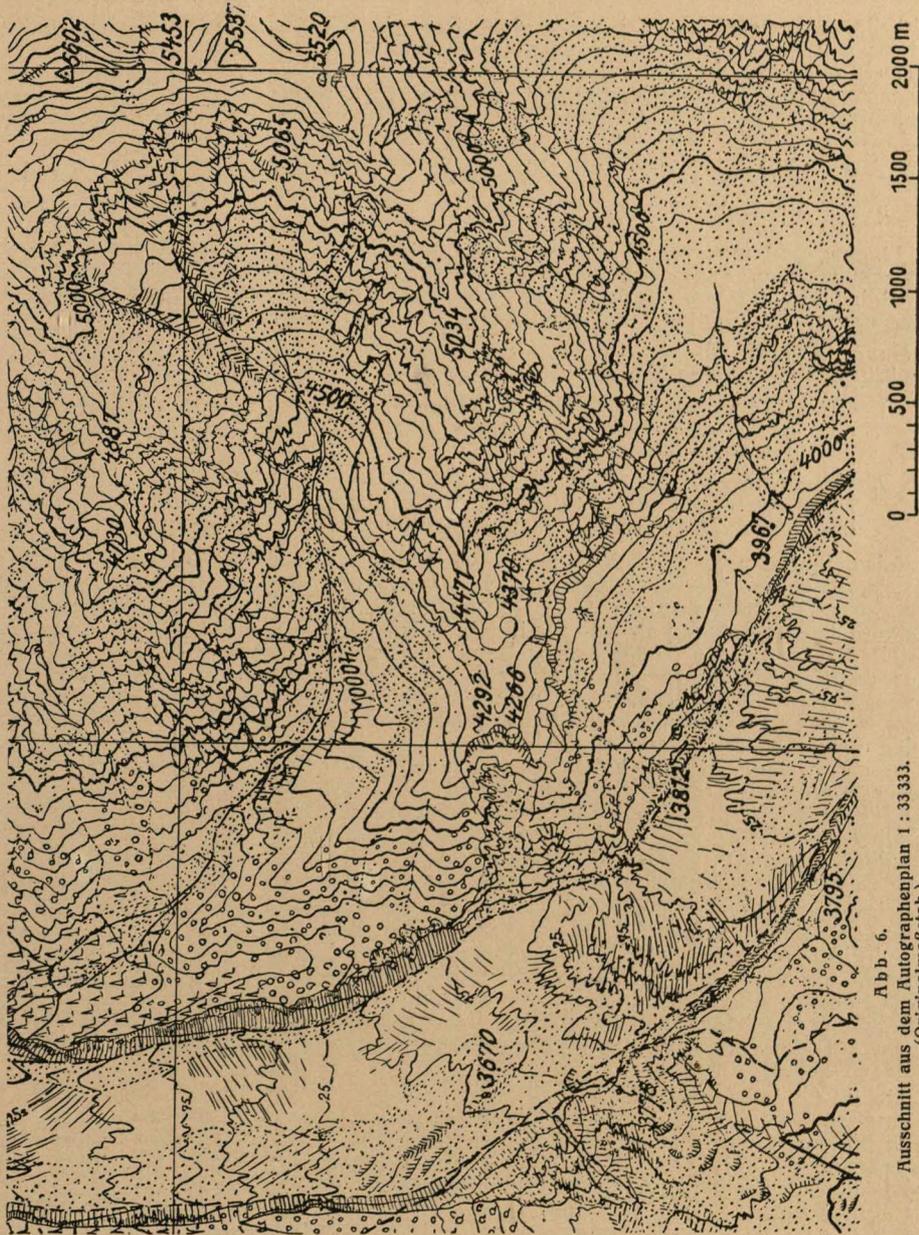


Abb. 6.  
Ausschnitt aus dem Autographenplan 1 : 33333.  
(Originalmaßstab.)

gestaltung mittels eines mechanischen Auswertegerätes in wirtschaftlicher Weise geleistet werden kann, gibt der hier veröffentlichte Autographenplan (Abb.6) wieder. Er zeigt mehr als viele Worte die Grenzen der mechanischen Auswertegeräte in bezug auf Geländedarstellung. Zu erwähnen ist, daß der Autographenplan mehrfarbig ist und damit doch günstiger dasteht als die aus reproduktionstechnischen Gründen einfarbige Abbildung 6.

Der Weg vom fertigen Autographenplan bis zur fertigen Karte ist ziemlich lang und auch gefährvoll für das im Autographenplan niedergelegte mathematisch-geometrische Werk. Große Gefahren birgt zunächst der erste Schritt, nämlich die Reinzeichnung der

Schichtlinien, bei der man sich meist eines Topographen der alten Schule bedienen wird. Soviel wir in bezug auf künstlerische Kartengestaltung von diesen lernen können, so muß man bei der Reinzeichnung darüber wachen, daß von der Ausdruckskraft der photogrammetrischen Schichtlinien möglichst wenig durch Abrundung und falsch verstandene Generalisierung verlorengeht. So sehr es dem Topographen alter Schule gegen langjährige Gewohnheit und so sehr es gegen die Regeln geht, nach denen er früher Schichtlinien flüssig und ohne Ecken zwischen gegebene Höhenpunkte interpoliert hat, so muß er doch oder erst recht dazu angehalten werden, mit peinlichster Genauigkeit allen Kanten und Unregelmäßigkeiten der photogrammetrischen Schichtlinien zu folgen. Ein Vergleich der Abb. 6 mit der entsprechenden Stelle der Kartenbeilage 2 zeigt, daß es dem seit längerem in unserem Sinne geschulten Reinzeichner gelungen ist, die Formen der photogrammetrischen Schichtlinien im wesentlichen zu erhalten. Beim ersten Schritt, der Reinzeichnung der Schichtlinien, steht also die Erhaltung des mathematisch-geometrischen Inhalts des Autographenplans im Vordergrund.

Dann folgt die die Schichtlinien ergänzende Geländezzeichnung. Für sie gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

1. eine Halbtonzeichnung oder Schummerung, die mit Rasterverfahren in einer oder mehreren Farben bzw. Druckplatten hergestellt und den Schichtlinien aufgedruckt wird;
2. eine Strichzeichnung, die wie die Schichtlinien meist einfarbig ist und auf dieselbe Unterlage gezeichnet werden kann wie diese. Die Reproduktion erfolgt nach irgendeinem Strichverfahren, photomechanisch oder lithographisch.

Beispiele für eine nach dem ersten Verfahren hergestellte Geländezzeichnung sind die 1925 vom Deutschen und Österreichischen Alpenverein herausgegebene „Wissenschaftliche Ausgabe“ der Karte der Loferer Steinberge<sup>7</sup>, in letzter Zeit vor allem die vom österreichischen Kartographischen Institut in Wien herausgegebenen Karten<sup>8</sup>. Ein Hauptnachteil dieser Art von Geländedarstellung ist, daß die charakteristischen Formen der Natur durch die Schummerung nur weich und verschwommen wiedergegeben werden können. Trotzdem durch Verwendung mehrerer Platten eine befriedigende Plastik erreicht werden kann, wird eine Schummerung bei Wiedergabe der vielgestaltigen Gebirgsformen stets versagen, da die Naturtreue zu wünschen übrig läßt. Nicht mit Unrecht wurde z. B. von der wissenschaftlichen Ausgabe der Loferer Karte gesagt, sie stelle die Loferer Steinberge dar wie ein in die Sonne geratenes Wachsmo-  
dell. Dieses Urteil gilt wohl für alle Geländedarstellungen in Schummerung, die nur da befriedigen, wo auch im Gelände weiche Formen vorliegen, wie dies in bewachsenem und mit Schutt bedecktem Gelände, meist auch im Firngebiet, der Fall ist. Deshalb ist in diesem Gelände auf unserer Karte eine Schummerung vorgesehen worden.

Beispiele für eine Geländezzeichnung nach dem zweiten Verfahren sind zwar im bekannten Schweizer Siegfried-Atlas 1:50 000 und in den Alpenvereinskarten seit 1903 in darstellerisch vorbildlicher Weise gegeben, aber die Verbindung einer solchen Felszeichnung mit photogrammetrischen Schichtlinien ist meines Wissens noch nie gelungen. Die beiden in Strichmanier ausgeführten Zeichnungen der Schichtlinien und des sonstigen Geländeinhalts störten sich gegenseitig. Auch Kartenproben, die in der Schweiz in neuerer Zeit hergestellt wurden, haben die Vereinigung beider Zeichnungen nicht befriedigend gelöst.

Die im Gipfelkärtchen des Nanga-Parbat vorgelegte, von Ing. F. Ebster (Innsbruck) hergestellte Geländedarstellung im Felsgebiet sucht bewußt nach dem zweiten Verfahren Felszeichnung und Schichtlinien zu vereinen. Darin, daß dies in der Tat im wesentlichen gelungen ist, darf m. E. ein erfreulicher und wichtiger Fortschritt gesehen werden, der für die topographische Photogrammetrie von Bedeutung ist.

Um die Frage zu beantworten, ob durch die Gelände- und Felszeichnung Ebsters nicht nur ein Fortschritt hinsichtlich der Kartenanschaulichkeit, sondern auch hinsichtlich des geometrisch-mathematischen Karteninhalts erreicht ist, wird ein Vergleich von Abb. 5 mit dem entsprechenden Teil der Karte (Mitte oben) und Abb. 6 empfohlen. Man wird feststellen können, daß die Identifizierung des Geländes bzw. seines Bildes mit der Karte erheblich leichter ist als mit den entsprechenden Stellen des Autographenplans. Man wird ferner feststellen können, daß der Geländeinhalt besser und richtiger, vor allem

<sup>7</sup> R. Finsterwalder, Begleitworte zur Karte der Loferer Steinberge. (Z. Dtsch. u. Öst. Alpenver., München 1925.)

<sup>8</sup> H. Slanar, Die neuen österreichischen Staatskarten 1:25000 und 1:50000. Mit instruktiven Kartenproben. (Z. Ges. f. Erdk., Berlin 1933.)

aber in viel größerem Umfang festgehalten ist als in Abb. 6. So kann wohl kaum ein Zweifel bestehen, daß die Geländezeichnung nicht nur anschaulichen, sondern wesentlichen geometrisch-mathematischen Wert hat. — Sie wird an Hand der photogrammetrischen Stereobilder ausgeführt und setzt großes topographisches und manuelles Geschick voraus.

Die Karte des Nanga-Parbat-Gipfels mag für sich selbst sprechen, sie soll nicht bloß geometrisch richtig sein, sondern versucht auch, ein lebendiges, anschauliches Bild von der Hochgebirgswelt des Nanga-Parbat zu geben, die an Wildheit und Großartigkeit ziemlich einzigartig ist. — Weit vorgeschoben nach Süden, ragt der unnahbare, 8125 m hohe Hauptgipfel auf, dahinter das Plateau zwischen Vorgipfel und Silberzacken. Bis dahin sind die Bergsteiger 1934 vorgedrungen. Die 4000 m hohe Wand, die vom Hauptgipfel zum Rakhiot-Peak zieht, ist eine der höchsten und wildesten Wände der Erde. In schwindelnder Höhe führt dort die Route der Bergsteiger über den Grat. Nordwärts schließt sich das über 50 qkm umfassende vielgegliederte Eis- und Firngebiet des Rakhiotgletschers an mit flachen Firnmulden und wilden Eisbrüchen, über die zerberstende Eismassen zur Zunge abstürzen, die zwischen hohen, felsdurchsetzten Bergen nordwärts zieht. Zwischen der Rakhiotgletscherzunge und den Eisströmen der großen Nanga-Parbat-Nordwand eingebettet liegt die flache Wiesenmulde des Hauptlagers, darüber die aus der Eiszeit verbliebene Große Moräne. Dies sind Anhaltspunkte im großen für die Betrachtung der Karte. Im einzelnen mag der Beschauer noch manches Interessante, besonders durch den Vergleich der Teile des Kartengebiets darstellenden Bilder 2 und 3, erkennen.

Der hier erstattete Bericht ist zu einer Zeit gegeben, da die Bearbeitung des Expeditionsmaterials noch nicht zu Ende ist. Vor allem liegen die Ergebnisse der photogrammetrischen Geschwindigkeits- und Ablationsmessung und ihre Auswertung für die Gletscherforschung nicht vor. Darüber soll später an anderer Stelle in der Zeitschrift für Gletscherkunde berichtet werden.

#### Englische Luftaufnahme des Nanga-Parbat.

An dieser Stelle soll auch das Ergebnis einer englischen Luftaufnahme erwähnt werden, die durch englische Militärflieger von einem 5000 m hohen Flug über dem Indus gemacht wurde. Es handelte sich dabei um schwach geneigte Schrägaufnahmen, die das oberste Rakhiottal bearbeiten ließen. Die von Capt. Crone in ebenso geschickter wie instruktiver Weise meßtisch-photogrammetrisch durchgeführte Bearbeitung<sup>9</sup> ergab ein Kärtchen 1:100 000, in dem die Großformen des Rakhiotgletschers richtig wiedergegeben sind. Die Schichtlinien sind interpoliert. Der Vergleich der 12 Höhen des Kärtchens von Crone mit unserer Ausarbeitung ergab einen Niveauunterschied von 19 m und je Punkt einen mittleren Höhenfehler von 10 m. In Anbetracht der von Crone angewendeten einfachen Methode ist dies Ergebnis als sehr gut zu bezeichnen. — Darüber aber dürfte kein Zweifel sein, daß die luftphotogrammetrische Bearbeitung des ganzen Nanga-Parbat-Stocks aus den Gründen, die ich bereits angegeben habe (siehe die in Anm. 1 angeführte Arbeit) heutzutage noch mit sehr großen Schwierigkeiten verbunden wäre.

## Beitrag zu Theorie und Praxis von Aeropolygonierung und Aeronivellement

Von O. v. Gruber, Jena.

(Schluß des Beitrages in Bildmessung und Luftbildwesen Nr. 3/1935, S. 127–141.)

### II. Praktische Untersuchungen.

Die im ersten Hauptteil entwickelte Theorie ist das Ergebnis einer Reihe praktischer Untersuchungen des Verfassers und seiner Mitarbeiter, die bis 1924 zurückreichen.

#### 1. Erste Versuche einer Aerotriangulation im Raum.

##### A. Karte des zentralen Kaisergebirges 1924/25.

Auf Veranlassung des Hauptausschusses des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins war im Oktober 1924 ein wissenschaftlicher Versuchsflug in die Alpen gemacht worden. Aufnahmekammer war eine Film-RMK.  $13 \times 18$  cm,  $f = 18$  cm, der Firma Carl Zeiss, die Aufnahmen waren Nadiraufnahmen mit 60 % Überlappung aus 4950 m über

<sup>9</sup> D. R. Crone, Mapping from Air Photographs. Geographical Journal, LXXXIV, 1934/II.

NN. Aus dem Filmstreifen wurden fünf aufeinanderfolgende Aufnahmen gewählt, die das zentrale Kaisergebirge darstellten. Die Bearbeitung erfolgte im Winter 1924/25 am Zeiss-Stereoplanigraphen. Maßstab und Orientierung des ersten Bildpaares wurden auf Grund einer vorhandenen Karte ermittelt. Die Kombination des dritten Bildes mit dem zweiten ergab innerhalb des gemeinsamen Geländeteiles noch eine kleine Verbesserung der Höheneinstellung. Von da an mußte der Raum bis zur Kombination des vierten und fünften Bildes durch räumlichen Folgebildanschluß überbrückt werden. Ein Kontrollpunkt im letzten Bildraum ergab einen Lagefehler von noch nicht 10 m und einen Höhenfehler von 2,4 m. Auf Grund dieser Aerotriangulation wurde die Karte ausgearbeitet und 1925 im Maßstab 1:10 000 durch die Firma Carl Zeiss veröffentlicht.

### B. Harzaufnahme 1927/28.

Auf Grund der Erfahrungen aus diesem Vorversuch beantragte der Verfasser beim Beirat für das Vermessungswesen die Durchführung eines größeren Versuches mit Aerotriangulation. Es wurde ein Versuchsgebiet an der Nordseite des Harzes mit einer RMK.  $18 \times 18$ ,  $f = 21$  cm, aus 5000 m Höhe aufgenommen.

#### a) Räumliche Aerotriangulation.

Eine erste Bearbeitung dieses Materials erfolgte 1928 durch den Verfasser selbst im Umfang von 11 qkm unter Verwendung von 28 Bildern<sup>10</sup>. Die Untersuchung wurde dann durch seinen Mitarbeiter, Herrn Dipl.-Ing. W. Kuny, fortgeführt<sup>11</sup>.

Das Ergebnis dieser räumlichen Aerotriangulation mit etwa 9 km langen Modellstreifen zeigte zunächst eine Durchbiegung des Gesamtmodells in der Größe von 1,1 m/km<sup>2</sup>. Nach Korrektur dieser Durchbiegung und Anschluß des Gesamtmodells an gegebene, am Umfang verteilte Fixpunkte ergab sich für den einzelnen Punkt:

$$m_x = \pm 1,92 \text{ m} \qquad m_y = \pm 1,92 \text{ m} \qquad m_h = \pm 1,51 \text{ m.}$$

#### b) Radialtriangulation.

Dasselbe Bildmaterial wurde auf Veranlassung des Verfassers von Herrn Dr.-Ing. G. Schweizer zu seiner Doktorarbeit verwendet<sup>12</sup>. Die Untersuchung erstreckte sich 1. auf Radialmethode mit Bildung von Dreiecksnetzen aus Radialpunkten benachbarter Flugstreifen, 2. auf die Radialmethode mit Bildung von Polygonzügen aus den einzelnen Flugstreifen. Das Ergebnis war nach Orientierung der Netze bzw. Polygone gegen je zwei Fixpunkte:

##### 1. Dreiecksnetze:

	$m_x$	$m_y$	Richtungsfehler	Maßstabsfehler
Netz I	$\pm 2,6$ m	$\pm 1,7$ m	- 0,30 m/km	+ 0,14 m/km
Netz II	$\pm 2,2$	$\pm 1,9$	+ 0,05	- 0,56

m. F. einer ausgeglichenen Richtung  $\pm 0,0166\%$ .

##### 2. Polygonzüge:

	$m_x$	$m_y$	Richtungsfehler	Maßstabsfehler
Zug I	$\pm 4,5$ m	$\pm 7,6$ m	- 0,04 m/km	+ 0,34 m/km
Zug II	$\pm 2,8$	$\pm 3,7$	+ 0,07	- 0,81
Zug III	$\pm 1,7$	$\pm 2,3$	+ 0,11	- 0,63
Mittel	$\pm 3,2$ m	$\pm 5,1$ m		

Die Messung für die Radialtriangulation war mit dem ZA.-Radialtriangulator ausgeführt und zeigt, daß Polygonzüge die Richtung wesentlich besser halten als den Maßstab. Im übrigen ist aus dem Vergleich von a) und b) zu ersehen, daß die Radialmethode mit Dreiecksnetzen selbst im Hügelland die Grundrißlage von Punkten nahezu mit der gleichen Genauigkeit liefert wie die räumliche Aerotriangulation mit unabhängigen Bildpaaren.

## 2. Aeronivellement.

Durch General Nenonen und seine Mitarbeiter Löffström und Lehtonen vom finnischen Generalstab war das sogenannte Nenonenverfahren zur raschen Her-

<sup>10</sup> Bericht über die 5. Tagung des Beirats für das Vermessungswesen. Sonderheft der Z. Vermess.-Wes., Stuttgart 1929, S. 253 f.

<sup>11</sup> W. Kuny, Festpunktlose räumliche Triangulation aus Luftaufnahmen, Stuttgart 1932.

<sup>12</sup> G. Schweizer, Untersuchung und praktische Durchführung einer Radialtriangulation im Hügelland. Diss. der T.H. Stuttgart 1931.

stellung entzerrter Bildpläne entwickelt worden, bei dem die äußere Orientierung der Aufnahmen auf Grund von Horizontbildern in Verbindung mit der Registrierung der relativen barometrischen Höhen der Aufnahmeorte erfolgt<sup>13</sup>. Die zugehörige Nenonenkammer, eine Reihenmeßkammer mit einer nadirwärts gerichteten Hauptkammer  $15 \times 15$  cm,  $f = 16,5$  cm, und zwei Horizontbildkammern, war von der Firma Carl Zeiss, das Registrierstoskop von Väisälä gebaut worden.

#### A. Genauigkeit der Orientierung.

Es lag nahe, zu untersuchen, wie genau die nach der Nenonenmethode erhaltenen Elemente der äußeren Orientierung sind. Diese Untersuchung wurde in Verbindung mit der topographischen Abteilung des finnischen Generalstabes bei der Firma Zeiss-Aerotopograph G.m.b.H. durch den Verfasser und Herrn Dipl.-Ing. W. Brucklacher durchgeführt. Der Vergleich geschah durch Orientieren von Aufnahmen im Stereoplanigraphen nach gegebenen Fixpunkten. Als Aufnahmematerial dienten Aufnahmen des finnischen Generalstabes aus etwa 3500 m über Grund. Der Vergleich ergab eine gemeinsame Neigungskorrektur für die aus Horizontbildern ermittelte Kammerneigung, die infolge des Einflusses von Wolken für alle Bilder notwendig war. Nach Berichtigung der für einen Flugstreifen gemeinsamen Neigung betrug die mittlere zufällige Differenz zwischen Neigung aus Horizontbildern und Neigung aus Orientierung am Stereoplanigraphen  $\pm 0,06^{\circ}$ .

Diese mittlere Differenz enthält nicht nur Fehler der Neigungsentnahme aus den Horizontbildern, sondern auch die Orientierungsfehler am Stereoplanigraphen. Sie ist also jedenfalls größer als der mittlere Fehler der Neigungsentnahme aus den Horizontbildern. Da dieser Fehler nahe der Grenze der mittleren Orientierungsfehler von Aufnahmen an Stereoauswertegeräten liegt<sup>14</sup>, wurde untersucht, wieweit es möglich ist, die Orientierung nach der Nenonenmethode als feste Grundlage zur Herstellung eines parallaxenfreien Modelles zu benutzen. Zu diesem Zweck wurden Längs- und Querneigung aufeinanderfolgender Bilder sowie ihr relativer Höhenunterschied nach den Angaben der Horizontbilder und des Statoskops am Stereoplanigraphen eingestellt und die übrigen Orientierungselemente ausschließlich unter Veränderung der Verkantung der beiden Bilder und Änderung der horizontalen Basiskomponenten ermittelt. Das Ergebnis zeigte, daß ein parallaxefreies Modell erhalten wird oder daß Restparallaxen an den Rändern zu beiden Seiten des Flugstreifens verschwindend klein sind, so daß sie die stereoskopische Auswertung nicht mehr stören. Das Ergebnis zeigte jedoch auch beim Aneinanderreihen mehrerer Modelle, daß der Einfluß eines kleinen systematischen Längsneigungsfehlers (Schwenkungsfehlers) einen mit der Streifenlänge linear wachsenden Höhenfehler ergibt. Die Statoskopangaben erwiesen sich dabei innerhalb der Meßgenauigkeit des Stereoplanigraphen, das ist im besonderen Fall 0,5 bis 1 m, als zuverlässig.

Zur unabhängigen Prüfung des Registrierstatoskops wurde sein Verhalten in einem 40 m hohen Aufzug untersucht. Nach Eichung seiner Skala ergaben sich die einzelnen Stockwerkshöhen mit einem mittleren Fehler von  $\pm 0,54$  m. Zwischen Aufstieg und Abstieg zeigten jedoch die Statoskopangaben systematische Differenzen bis zu einem Maximalbetrag von 1,6 m (entsprechend einem Teilungsintervall in der Meereshöhe 150 m über NN). Solange also die Vertikalbeschleunigungen des Flugzeuges nicht übermäßig groß sind, darf man eine relative Genauigkeit der Statoskopangaben von 1 bis 2 m erwarten.

#### B. Überbrückung festpunktloser Räume.

Die Voruntersuchungen erwiesen eine Verwendung der Nenonenmethode zu einer Aerotriangulation auf weite Strecken als aussichtsreich. In dankenswerter Weise erklärte sich die topographische Abteilung des finnischen Generalstabes zu diesbezüglichen Versuchen bereit und ließ ein Versuchsgelände aufnehmen, in dem eine größere Anzahl von Fixpunkten durch Triangulation und Nivellement eingemessen war. Als Versuchsmaterial wurden die Bilder eines Fluges ausgewählt, der mit der Nenonenkammer in rund 3200 m Höhe über Grund ausgeführt worden war. 18 Bilder dieses Flugstreifens erstreckten sich auf rund 20 km Länge des Versuchsgeländes. Der Streifen beginnt an einem See, dessen Ufer in einfacher Weise eine Kontrolle der Querneigung ermöglichen.

<sup>13</sup> K. G. Löffström, Entzerrung von Luftbildern durch Horizontbildvermessung und Verfahren zur Herstellung von Luftbildplänen. Bildmessg. u. Luftbildwes. 7. Nr. 3, S. 98–109, Bad Liebenwerda, 1932.

<sup>14</sup> R. Finsterwalder, Genauigkeitsuntersuchung an einem Stereoplanigraphen. Bildmessg. u. Luftbildwes. 9. Nr. 3, S. 120–128, Bad Liebenwerda, 1934. Finsterwalder findet einen mittleren Längsneigungsfehler  $\pm 0,055^{\circ}$  bzw.  $\pm 0,057^{\circ}$  und einen mittleren Querneigungsfehler  $\pm 0,030^{\circ}$ .

Das Bildmaterial selbst zeigt eine Überlappung aufeinanderfolgender Bilder von etwas mehr als 50 %. Leider weist die Reihe der zur Verfügung gestellten Kontakt diapostive eine empfindliche Lücke dadurch auf, daß aus Gründen der Geheimhaltung ein großer Teil aus der Mitte des Bildes Nr. 47 sowie auch der entsprechende Teil der beiden Nachbarbilder Nr. 46 und 48 ausstrahlt werden mußte, so daß für die Aerotriangulation in der Nähe der Verbindungslinie der Nadirpunkte der Bilder 47/48 und teilweise 46/47 eine Abbildung des Geländes völlig fehlt. Das Bildmaterial zerfällt dadurch in zwei Gruppen, eine erste von Bild 35—46 und eine zweite von Bild 47—52, deren Zusammenhang etwas gestört ist. Auch für das Anfangsbildpaar 35/36 besteht eine gewisse Schwierigkeit der gegenseitigen Orientierung, da sich in der Nadirgegend von Bild 35 nur Wasserfläche befindet.

a) Erste Versuche zur Überbrückung festpunktloser Räume mit Statoskop und Horizontbild.

In Verbindung mit Major Löfström wurde folgender Plan aufgestellt:

„Es ist festzustellen, ob und in welchem Grad die in direkter Weise erhaltenen äußeren Orientierungselemente zur Überbrückung festpunktloser Räume am Stereoauswertegerät verwendbar sind.“

Zu diesem Zweck sollen ein oder zwei Bildpaare am Anfang und am Ende der Reihe nach gegebenen Fix- und Höhenpunkten am Auswertegerät absolut orientiert werden. Die Differenzen zwischen absoluten und relativen Neigungswinkeln am Anfang sind zu vergleichen und geben die Korrektur der Neigungswinkel für die ganze Reihe.

Die Nullhöhe, auf welche sich die barometrischen Differenzen beziehen, ist am Anfang und am Ende der Reihe zu prüfen und eine durch Änderung des Luftdruckes hervorgerufene etwaige Differenz gleichmäßig über die ganze Reihe zu verteilen.

Ausgehend von den am Anfang der Bildreihe gegebenen Fixpunkten werden alle Aufnahmen durch Einstellung der absoluten Neigungswinkel und Aufnahmehöhe am Auswertegerät orientiert und aneinandergeschlossen.“

Herr Löfström hat über das Ergebnis der ersten Versuche am Internationalen Kongreß für Photogrammetrie, Paris 1934, vorgetragen<sup>15</sup>. Das Ergebnis sei hier zusammengefaßt.

Für das erste Bildpaar 35/36 waren drei Fixpunkte im Grundriß und die Höhe des Sees gegeben, für das Bildpaar 51/52 vier Fixpunkte im Grundriß und zwei Höhen des Wasserspiegels eines Flusses. Von zwei weiteren gegebenen Fixpunkten, die in dem Bildraum 49/50 liegen, wurde zunächst kein Gebrauch gemacht. Da die Höhenpunkte für das Bildpaar 51/52 für die Kontrolle der Längs- und Querneigung nicht ausreichten, wurde die Korrektur aus dem Bildpaar 35/36 mit  $+0,11\%$  für die Längs- und  $+0,40\%$  für die Querneigung ermittelt und für den ersten Versuch und seine Wiederholung beibehalten.

Die Nullhöhe erwies sich aus den Bildpaaren 35/36 und 51/52 unverändert gleich. Die Aneinanderreihung der Bilder wurde zweimal durchgeführt, einmal beginnend mit 51/52, das andere Mal mit 35/36. Zur Aneinanderreihung wurden je drei Geländepunkte kartiert, die sich in dem drei aufeinanderfolgenden Bildern gemeinsamen Raum befinden, und ihre Höhen abgelesen. Von diesen drei Punkten wurde ein Punkt möglichst in der Nähe des Bildnadirs des mittleren Bildes, die beiden anderen in möglichst großem Abstand zu beiden Seiten des Flugstreifens gewählt. Die Maßstabsübertragung von Bild zu Bild erfolgte mit Hilfe der Höhe des mittleren Punktes. Die Kartierung erfolgte graphisch im Maßstab 1:20 000, die Orientierung am Stereoplanigraphen im Maßstab 1:10 000.

Die unkorrigierte Aneinanderreihung der Bilder ergab beim ersten Versuch einen Höhenabschlußfehler von  $+23$  m. Zugleich war der Modellstreifen um 80 m zu kurz. Bei der Wiederholung, die in entgegengesetzter Richtung erfolgte, ergab sich ein Höhenabschlußfehler von  $-50$  m. Der Modellstreifen war um 146 m zu lang. Ein in der Hälfte der Streifenlänge gegebener Kontrollpunkt zeigte in beiden Fällen einen Höhenfehler von nahezu genau der Hälfte des Abschlußfehlers. Die Zunahme des Höhenfehlers erwies sich also entsprechend der theoretischen Erwartung linear. Der Höhenfehler wurde proportional der Zuglänge eingeteilt. Außer dem Längenfehler zeigte sich ein Querfehler, der linear mit der Länge des Zuges eingeteilt wurde, während die Korrektur für den Längenfehler proportional dem Quadrat der Zuglänge erfolgte. Das

<sup>15</sup> K. Löfström, Das finnische Verfahren zur direkten Bestimmung der äußeren Orientierung der Luftaufnahmen. Maanmittaus 9. Nr. 4, S. 238—249, Helsinki, 1935, und Int. Archiv f. Photogrammetrie VIII/2, Brünn, 1935.

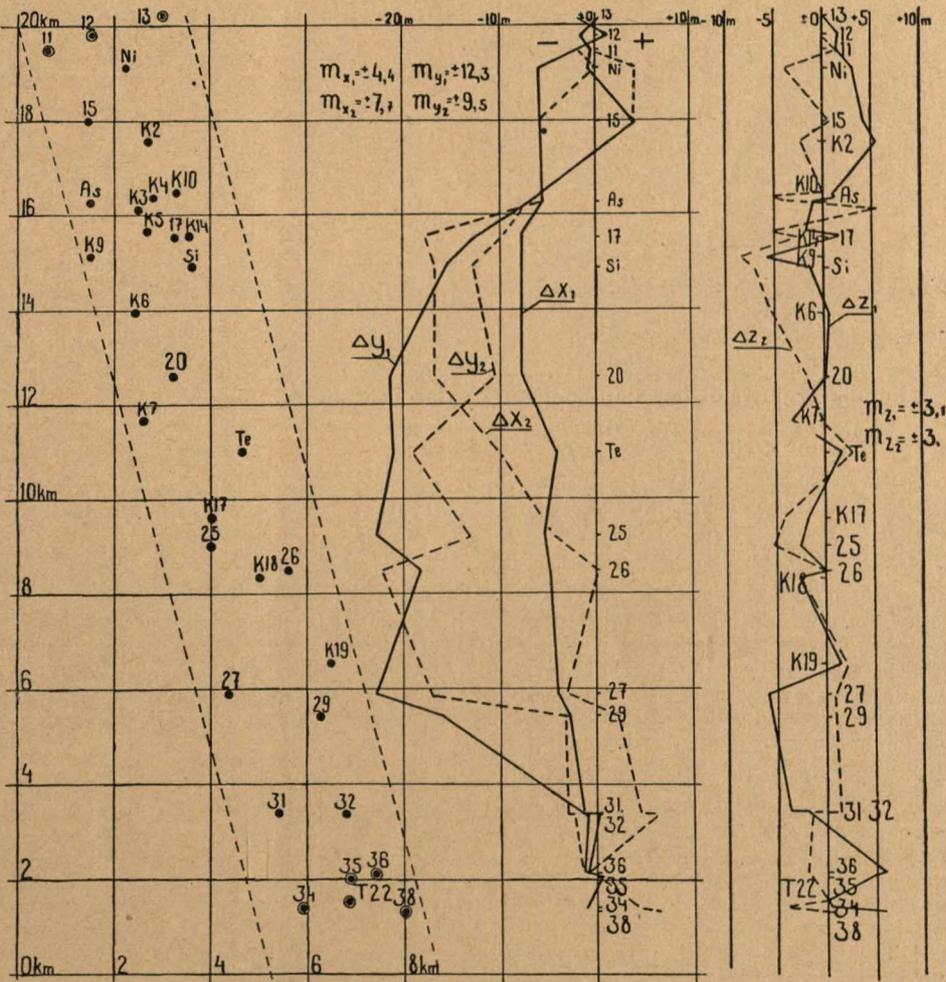


Abb. 8.

Ergebnis der Versuche Nr. 1 und 2 zur Überbrückung festpunktloser Räume mit Hilfe von Aeronivellement und Horizontbildern.

$\Delta X$  Längenfehler,  $\Delta Y$  Querfehler,  $\Delta Z$  Höhenfehler.

Ergebnis ist in Abb.8 dargestellt. Zahlenmäßig ist der mittlere Fehler eines kontrollierten Punktes:

	$m_x$	$m_y$	$m_h$
1. Versuch	$\pm 4.4$ m	$\pm 12.3$ m	$\pm 3.1$ m
2. Versuch	$\pm 7.7$	$\pm 9.5$	$\pm 3.7$

Beide Versuche zeigen eine Knickung des Streifens in der Nähe des Kontrollpunktes Nr. 27. Da Punkt 27 im Bildraum 47 liegt, ist der ursächliche Zusammenhang mit der Störung der genauen Richtungsübertragung von Nadirpunkt zu Nadirpunkt infolge der umfangreichen Ausradierung in diesem und den beiden benachbarten Bildern einleuchtend. Diese Störung zeigt sich auch in einem sprungartigen Anwachsen des Richtungsfehlers von Strecken zwischen benachbarten Kontrollpunkten: bei Versuch 1 um  $0,12\%$ , bei Versuch 2 um  $0,25\%$  zwischen den Strecken 25—26 bzw. 34—36.

Beide Versuche bedürfen noch einer näheren Betrachtung hinsichtlich des Zusammenhanges von Höhen- und Längenabschlußfehler. Die Verschiedenheit der Vorzeichen entsprechender Fehler in beiden Versuchen beruht darauf,

daß die Aneinanderreihung in entgegengesetzter Richtung stattfand, wobei man jedesmal am Anfang von der richtigen Nullhöhe ausging. Infolgedessen mußte ein systematischer Längsneigungsfehler sich in beiden Fällen in entgegengesetztem Sinne auswirken. Woher kommt aber noch ein solcher Fehler, nachdem doch das Bildpaar 55/56 nach dem Wasserspiegel absolut orientiert und eine gemeinsame Korrektur ermittelt worden war? Die Ursache liegt in einem Fehler der Statoskopangaben für das erste Bildpaar. Nimmt man bei einer Basislänge von 1225 m einen Fehler der relativen barometrischen Höhen von nur 1 m an, so ergibt dies einen Fehler der Korrektur des Längsneigungsfehlers im Ausmaß von 0,05%. Nach Formel (10) ergibt sich der Längsneigungsfehler zu:

$$d\varphi = -\frac{da_n}{2 \cdot s} \varrho^g = -\frac{a \cdot \Delta s}{s^2} \varrho^g = -\frac{a \cdot dm_n}{2 \cdot s} \varrho^g$$

Für Versuch 1 ist:	$da_n = -25$ m	$\Delta s = -80$ m	$dm_n = -7/820$ m
wobei:	$s = 19800$ m	$s = 18160$ m	$s = 18200$ m und $a = 3200$ m
Für Versuch 2 ist:	$da_n = +50$ m	$\Delta s = +146$ m	$dm_n = +14/716$ m
wobei:	$s = 19800$ m	$s = 18360$ m	$s = 18250$ m und $a = 3200$ m

Hieraus ergibt sich der Längsneigungsfehler je dreifach:

Versuch 1:	+ 0,057%	+ 0,049%	+ 0,048%
Versuch 2:	- 0,080	- 0,088%	- 0,109%

Die Ergebnisse der beiden Versuche stimmen in Anbetracht der graphischen Kartierung in sich verhältnismäßig gut überein. Der systematische Längsneigungsfehler liegt für Versuch 1 mit rund 0,045%, für Versuch 2 mit rund 0,084%, im Mittel 0,064%, innerhalb einer Grenze, die einem Fehler der Statoskopangaben von 1,5 m entspricht. Die Differenz von 0,04% zwischen den Absolutbeträgen aus beiden Versuchen ist durch einen systematischen Fehler des Auswertegerätes verursacht, der in doppeltem Betrag erscheinen muß, da das Instrument bei den beiden Versuchen für die Aneinanderreihung in entgegengesetzter Richtung beansprucht worden ist.

Das Gesamtergebnis der beiden ersten Versuche zeigt, daß es sehr wohl möglich ist, unter Verwendung der Angaben der Horizontbildmessung und eines genauen Statoskopes festpunktlose Räume weit besser zu überbrücken als mit der bisher verwendeten Methode der Aerotriangulation.

#### b) Untersuchung des Fehlerfortpflanzungsgesetzes.

Zu genaueren Untersuchungen genügt eine graphische Kartierung nicht, änderte doch bei den beiden ersten Versuchen ein Kartierungsfehler von 0,1 mm den Maßstabsfehler einer Kontrollstrecke um  $1/4$  bzw.  $1/7$  seines Betrages. Das Bildmaterial wurde daher zu zwei weiteren Versuchen mit dem Stereoplanigraphen verwendet, bei denen Koordinaten an der Maschine abgelesen wurden, während eine zusätzliche graphische Kartierung nur mehr zur Sicherung gegen ganz grobe Ablese- und Rechenfehler erfolgte.

Diese beiden Versuche Nr. 3 und 4 unterscheiden sich dadurch, daß Versuch Nr. 3 eine sorgfältigere Wiederholung der beiden ersten Versuche ist: Aeronivellement mit Statoskop und Horizontbildern, während Versuch Nr. 4 als Aeronivellement mit Statoskop allein ohne Verwendung von Horizontbildern durchgeführt wurde. Beide Versuche stimmen darin überein, daß zur Aneinanderreihung wie bei den beiden ersten Versuchen natürliche Bodenpunkte, möglichst in der Nähe der Bildnadire, verwendet wurden. Ebenso wurden die relativen Höhen dieser Punkte gegenüber den Aufnahmeorten für die Maßstabsübertragung von Bild zu Bild benutzt. Nach gemachter Erfahrung wurde auf die Richtungsübertragung bei Bild 47 besonders große Sorgfalt verwandt, indem möglichst symmetrisch zur fehlenden Nadirkernebene gelegene Geländepunkte für die Beseitigung der Verkantungsfehler benutzt wurden.

##### a) Versuch Nr. 3 mit Statoskop und Horizontbildern.

Aus den vorhergehenden Versuchen hatte sich der Einfluß eines systematischen Längsneigungsfehlers deutlich ergeben. Er wurde berechnet und an der gemeinsamen Korrektur als Verbesserung angebracht, durch ein Versehen jedoch mit falschem Vorzeichen. Die Korrektur der Horizontbildangaben betrug daher + 0,15%, statt wie beabsichtigt + 0,05%.

Die Aneinanderreihung begann mit dem Bildpaar 55/56. Maßstabs- und Richtungsanschluß erfolgte an die Strecke zwischen den gegebenen Fixpunkten Nr. 11 und 15. Das Ergebnis der im übrigen unkorrigierten Aneinanderreihung ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1 zeigt für verschiedene Kontrollstrecken deren Richtungs- und Maßstabsfehler. Außerdem ist der Abstand des Schwerpunktes der einzelnen Strecke von der Anschlußstrecke angegeben sowie dessen Längs- und Querfehler. Der Höhenfehler ist als Mittel der Höhenfehler der Streckenendpunkte angegeben.

Tabelle 1. Ergebnisse des Versuches Nr. 5.

Strecke	Länge	Abstand vom Anfang s	Richtungsfehler	Maßstabsfehler	Des Schwerpunktes		
					Längsfehler	Querfehler	Höhenfehler
11—15	2155 m	0 m	0,000 <sup>c</sup>	0,0 <sup>0/00</sup>	0,0 m	0,0 m	0,0 m
Ni—15	1340	1350	-0,089	0,7	—	—	-0,4
25—26	1759	11450	+0,026	13,0	+65,7	-6,9	-39,2
31—32	1369	16900	-0,128	17,3	—	—	-57,7
34—36	1633	18700	+0,044	19,5	+170,4	-8,9	-60,4
34—38	2133	19150	-0,035	20,6	+180,0	-12,5	-60,5

Aus Tabelle 1 ergibt sich:

1. Die Querfehler sind proportional dem Abstand s vom Anfang. Sie entsprechen einem Richtungsfehler der Anfangsrichtung von etwa 0,036%. Dieser Richtungsfehler wäre bereits durch einen relativen Fehler der Koordinaten der Endpunkte der Strecke im Betrag von etwa 1,2 m erklärbar.
2. Die Richtungsfehler der kürzeren Seiten sind größer als die der längeren. Ein systematischer Richtungsfehler ist nicht erkennbar, die Richtungsfehler können vielmehr in gleicher Weise wie unter 1. durch relative Koordinatenfehler der Streckenendpunkte im Betrage von etwa 1 bis 2 m erklärt werden.
3. Maßstabs- und Höhenfehler erscheinen ebenfalls proportional zum Abstand s vom Anfang.

Unter diesen Umständen bietet ein Vergleich der Koeffizienten  $c$  (entsprechend Formel (10)) besonderes Interesse. Es ergibt sich:

für Strecke	$c_m$ aus Maßstab	$c_a$ aus Höhe	$c_s$ aus Längsfehler
25—26	$1,15 \cdot 10^{-6}$	$1,07 \cdot 10^{-6}$	$1,00 \cdot 10^{-6}$
31—32	1,02	0,98	—
34—36	1,04	1,01	0,98
34—38	1,08	0,99	0,99

Es zeigt sich also eine gute Übereinstimmung für die Korrektionskoeffizienten  $c$  aus den verschiedenen Strecken. Dabei ist der Koeffizient  $c_s$  anscheinend am sichersten bestimmt. Er beträgt im Durchschnitt  $0,99 \cdot 10^{-6}$  und entspricht einer gemeinsamen Längsneigungskorrektur von 0,101%, d. i., wie es sein soll, genau das Doppelte der irrtümlichen Korrektur.

Abb. 9 zeigt das Ergebnis nach erfolgter Ausgleichung. Für den einzelnen kontrollierten Punkt ist:

$$m_x = \pm 2,7 \text{ m} \quad m_y = \pm 1,5 \text{ m} \quad m_h = \pm 2,4 \text{ m.}$$

Eine seitliche Knickung des Streifens ist nicht erkennbar.

Die Genauigkeit des Aneinanderreihens der Modelle läßt sich aus einem Vergleich zwischen den Abständen der Aufnahmeorte, der am Instrument eingestellten Basis und den Differenzen der Koordinaten für die Anschlußpunkte in den aufeinanderfolgenden Modellen (die der Basis entsprechende Strecke auf der Modelloberfläche) ermitteln. Die Gerätebasis erscheint im Durchschnitt aus 16 Strecken um 0,75 m kleiner als die entsprechende Bodenstrecke, wobei der mittlere Fehler dieses Wertes selbst  $\pm 0,16$  m ist und der mittlere Fehler der einzelnen Differenz  $\pm 0,62$  m beträgt. Dieser letztere Wert kann als Maß für die Genauigkeit des einzelnen Modellanschlusses hinsichtlich des Grundrisses gelten.

Es erscheint zunächst überraschend, daß die Luftbasis im Gerät kleiner als die entsprechende Bodenstrecke erhalten wird. Infolge der Kugelgestalt der Erde war die Luftbasis bei der Aufnahme aus 3200 m über Grund und bei einer Basislänge von

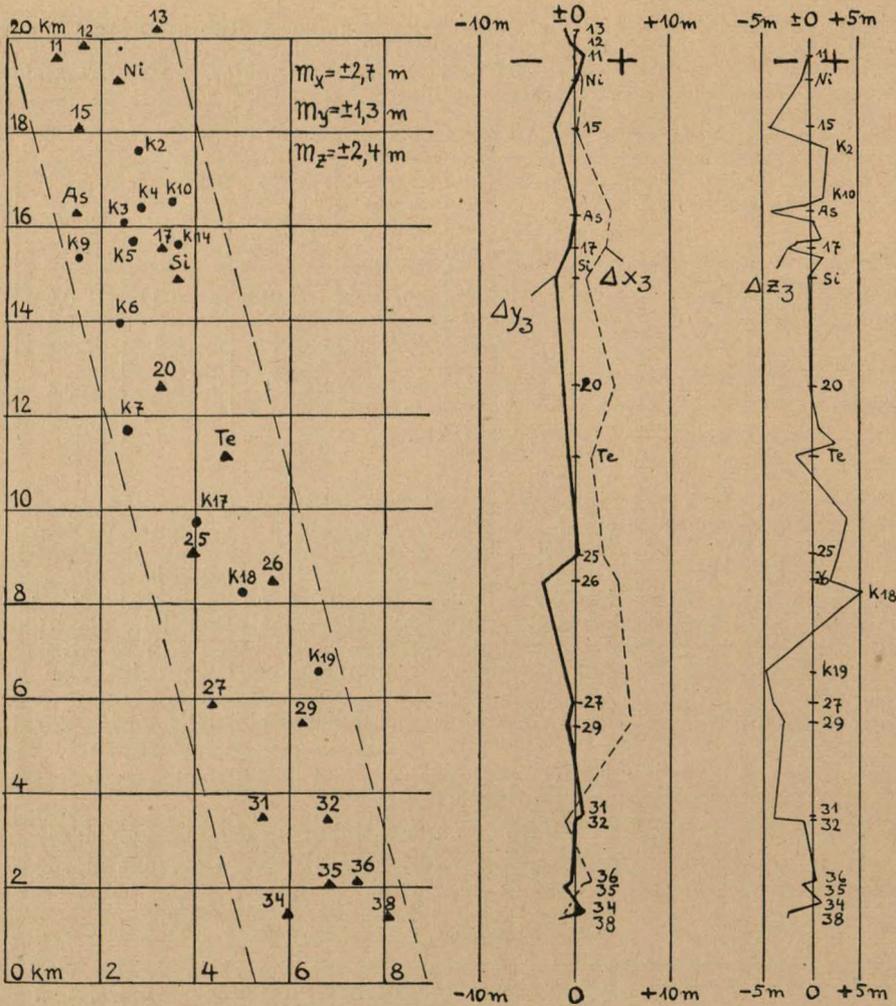


Abb 9. Ergebnis des Versuches Nr. 3 eines Aeronivellements mit Statoskop und Horizontbildern.  $\Delta X$  Längenfehler,  $\Delta Y$  Querfehler,  $\Delta Z$  Höhenfehler.

1225 m um 0,61 m größer. Die bei der Aufnahme infolge der Erdkrümmung um 0,01225% konvergenten Nadirrichtungen werden bei der Auswertung aber als Parallele behandelt. Das Modell zeigt also einen Divergenzfehler im gleichen Betrag. Durch Einstellung der Divergenz wird nicht nur das Verhältnis von Bodenstrecke zu Basis vergrößert, sondern die Bodenstrecke selbst. Bringt man diese durch Verkleinerung der Gerätebasis auf das richtige Maß zurück, so muß diese Verkleinerung genau der Betrag sein, um den bei der Aufnahme die Luftbasis größer als die Bodenstrecke war. Die festgestellte Differenz von 0,75 m entspricht also innerhalb ihres mittleren Fehlers genau dem theoretisch geforderten Wert.

β) Versuch Nr. 4 mit Statoskop allein ohne Horizontbilder.

Bei diesem Versuch wurden ausschließlich die statoskopisch ermittelten Höhenunterschiede als gegebene Elemente der äußeren Orientierung am Gerät eingestellt. Die übrigen Orientierungselemente mußten aus den Bildern selbst bestimmt werden, und zwar durch gegenseitige Orientierung: die Verkantung, die Längsneigung und die Differenz der Querneigungen, außerdem die horizontalen Basiskomponenten. Der absolute

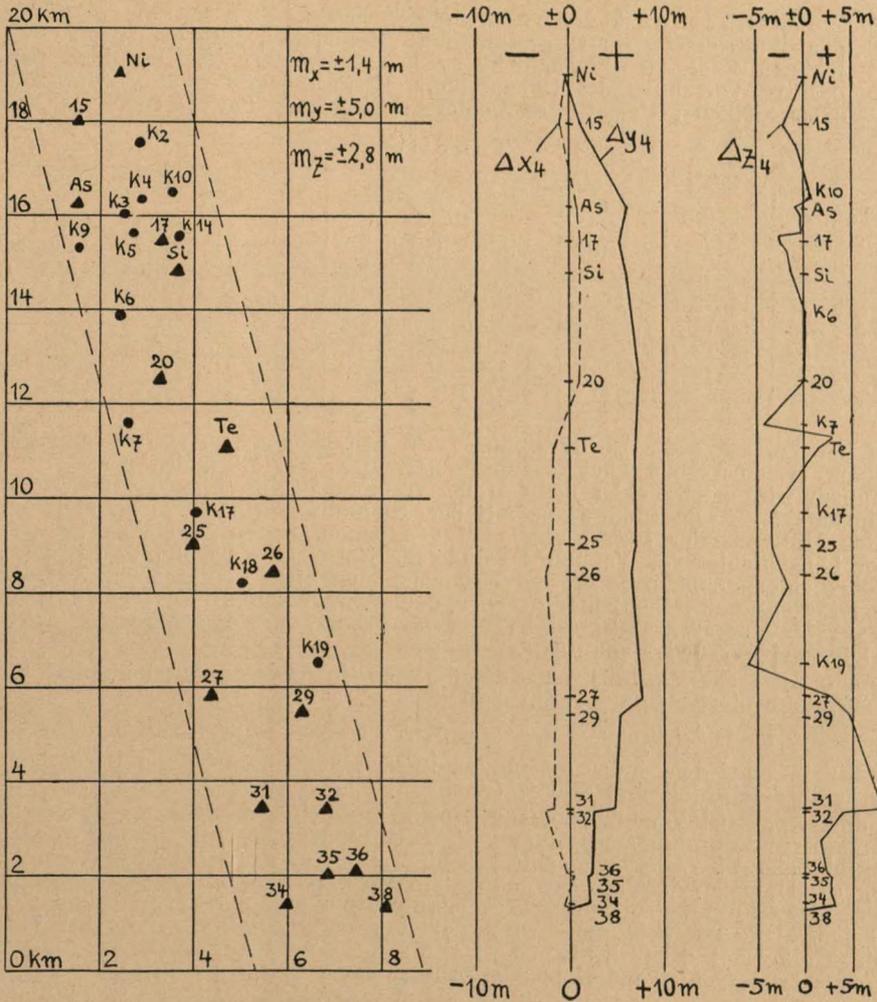


Abb. 10.

Ergebnis des Versuches Nr. 4 eines Aeronivellements mit Statoskop ohne Horizontbilder.  
 $\Delta X$  Längenfehler,  $\Delta Y$  Querfehler,  $\Delta Z$  Höhenfehler.

Betrag der Querneigung wurde mit Hilfe des Seufers gefunden, Maßstab und Richtungsanschluß aus der Kontrollstrecke zwischen den Fixpunkten Ni und 15 gewonnen. Es mußte bei diesem Versuch mit dem Bildpaar 36/37 begonnen werden, da die auf dem Bildpaar 35/36 abgebildete Seefläche keine ausreichenden Anhaltspunkte zur gegenseitigen Orientierung der Bilder bot.

Das Ergebnis der unkorrigierten Aneinanderreihung ist in Tabelle 2 dargestellt.

Aus Tabelle 2 ergibt sich:

1. Richtungs- und Querfehler zeigen systematischen Charakter, der Querfehler mit der Zuglänge wachsend. Der Querfehler des Endes entspricht einem möglichen Fehler in der Anschlußrichtung von 0,08%. Dieser Fehler ist von der gleichen Größenordnung wie derjenige, den die jetzige Anschlußstrecke Ni—15 bei Versuch 3 hatte, hat jedoch das entgegengesetzte Vorzeichen. Die nach Größe und Vorzeichen übereinstimmenden Richtungsfehler der Strecken 25—26 und 31—32 deuten auf eine seitliche Durchbiegung des Zuges.

3. Maßstabs- und Höhenfehler lassen die Natur des Fehlerfortpflanzungsgesetzes für sich allein nicht erkennen. Dagegen nimmt der Längenfehler rascher als die Zuglänge zu. Zu dieser Art der Zunahme paßt das positive Vorzeichen des Höhenfehlers. Beides deutet auf das Vorhandensein eines kleinen systematischen Fehlers entsprechend Formel (10).

Tabelle 2.

Kontrollstrecke	Kontrolllänge	Abstand vom Anfang	Richtungsfehler	Maßstabsfehler	Des Schwerpunktes		
					Längenfehler	Querfehler	Höhenfehler
Ni — 15	1340 m	0 m	0,000 <sup>s</sup>	0,0 <sup>0/00</sup>	0,0 m	0,0 m	0,0 m
25 — 26	1759	10220	— 0,160	— 2,9	— 13,5	— 8,0	+ 8,5
31 — 32	1369	15670	— 0,164	— 1,6	—	—	+ 5,1
34 — 36	1633	17 470	— 0,061	— 2,6	— 32,4	— 25,3	+ 7,6
34 — 38	2133	17930	— 0,083	— 1,8	— 32,6	— 23,9	+ 8,9

Da bei Versuch 4 die Horizontbilder nicht benutzt wurden, entfällt deren Einfluß auf einen systematischen Längsneigungsfehler. Der Fehler muß also durch einen systematisch wirkenden Fehler des Gerätes verursacht sein. Ein Vergleich der Größe des Längenfehlers von rund 33 m mit der ebenfalls durch einen Gerätefehler verursachten Differenz der Längenfehler bei den beiden ersten Versuchen (66 m) zeigt, daß der Längenfehler von Versuch 4 gerade die Hälfte dieser Differenz beträgt. Auch der Höhenfehler erscheint in diesem Zusammenhang etwa in der Größenordnung der halben Differenz der Höhenfehler der beiden ersten Versuche. Aus dem Längenfehler ergibt sich für eine systematische Korrektur:  $c_s = 0,203 \cdot 10^{-6}$ , entsprechend einem scheinbaren Längsneigungsfehler von 0,021<sup>s</sup>.

Abb. 10 zeigt das Ergebnis des Versuches nach erfolgter Ausgleichung. Für den einzelnen kontrollierten Punkt ergibt sich:

$$m_x = \pm 1,40 \text{ m} \quad m_y = \pm 5,03 \text{ m} \quad m_h = \pm 2,8 \text{ m}.$$

Ähnlich wie bei den beiden ersten Versuchen, jedoch in geringerem Maße, zeigt sich an der gefährdeten Stelle bei Bild 47 (Punkt 27) eine Ausbiegung des Zuges.

Dadurch, daß bei Versuch 4 nur von den Statoskopangaben, nicht aber von den Horizontbildern Gebrauch gemacht und die Bilder paarweise orientiert wurden, erhält jedes Bild beim Übergang von einem Modell zum nächsten eine geänderte Längsneigung  $\varphi$ . Der Polygonzug wird dadurch in vertikalem Sinn gewissermaßen um die Differenz  $\Delta\varphi$  geknickt. Tabelle 3 zeigt diese Knickung in Spalte 2 für die einzelnen Aufnahmen. Durch Mittelbildung wird der systematische Knickungsbetrag ( $2d\sigma$ ) errechnet. Er beträgt +0,121<sup>s</sup>. Es ist dies die um die Nadirkonvergenz vergrößerte Konvergenz zweier aufeinanderfolgender Aufnahmen.

Dieser Konvergenzwinkel ist durch eine Differenz des Verzeichnungsfehlers zwischen Aufnahme- und Auswertekammer verursacht. Dem halben Fehler  $d\sigma = 0,06^s$  entspricht nach Fußnote 7 zu S. 132 für die zur gegenseitigen Orientierung verwendeten Bildpunkte mit den Koordinaten  $x_1 = 0, x_2 = \pm 60 \text{ mm}$ ,  $y_1 = y_2 = \pm 60 \text{ mm}$  bei einer Bildweite von 165 mm ein Fehler der Vertikalparallaxe von 0,02 mm oder eine Verzeichnungs-differenz zwischen den Zonen 60 mm und 85 mm im Betrag von 0,029 mm.

Bei Aerotriangulation ohne Statoskop würde diese systematische Knickung zu einer systematischen Biegung des Modellhorizontes führen. In vorliegendem Falle würde die Durchbiegung des gesamten Modelles 0,85 m/km<sup>2</sup> betragen, was einen Abschlußhöhenfehler von — 328 m oder, nach Berichtigung dieses Höhenfehlers durch lineare Verteilung auf den Zug, eine Aufwölbung in der Mitte des Streifens von + 82 m bedeutet. Diese Durchbiegung wäre von der gleichen Größenordnung, wie sie seinerzeit bei der Härzaufnahme festgestellt wurde. Sie zwingt bei normaler Aerotriangulation ohne Statoskop zur terrestrischen Einmessung von Zwischenhöhenpunkten, wird aber durch das Statoskop völlig ausgeschaltet.

Mit der Knickung von Teilmodell zu Teilmodell ändert sich notwendigerweise die am Gerät eingestellte Basislänge gegenüber der entsprechenden Bodenstrecke. Einem Knickungswinkel von 0,121<sup>s</sup> entspricht bei 3200 m relativer Flughöhe eine Basisverlängerung von 6,1 m. Als Durchschnittswert am Gerät wurde eine Basisverlängerung von 6,2 m festgestellt.

Tabelle 3.

Aufnahme	$\Delta\varphi$	$\Delta'\varphi$	$\delta h_n$	$dh_n$	$d\varphi$	$d\omega$
36	—	—	—	—	—	+ 0,20 $\epsilon$
37	+ 0,13 $\epsilon$	+ 0,01 $\epsilon$	+ 0,17 m	+ 0,70 m	+ 0,03 $\epsilon$	— 0,12
38	— 0,01	— 0,13	— 2,52	+ 1,57	— 0,09	— 0,10
39	+ 0,18	+ 0,06	+ 1,14	— 0,08	+ 0,05	+ 0,11
40	+ 0,13	+ 0,01	+ 0,17	— 0,59	+ 0,07	0,00
41	+ 0,21	+ 0,09	+ 1,71	— 0,93	+ 0,05	— 0,07
42	— 0,01	— 0,13	— 2,52	+ 0,44	— 0,07	— 0,18
43	+ 0,35	+ 0,23	+ 4,40	— 0,71	+ 0,02	— 0,04
44	— 0,07	— 0,19	— 3,67	+ 2,54	— 0,07	— 0,04
45	+ 0,03	— 0,09	— 1,71	+ 2,12	— 0,02	— 0,18
46	— 0,01	— 0,15	—	0,00	+ 0,04	+ 0,05
47	+ 0,05	— 0,07	—	—	+ 0,18	+ 0,03
48	+ 0,37	+ 0,25	—	0,00	+ 0,17	+ 0,06
49	+ 0,13	+ 0,01	+ 0,17	— 0,40	— 0,13	+ 0,22
50	+ 0,07	— 0,05	— 0,98	— 0,57	— 0,18	+ 0,18
51	+ 0,27	+ 0,15	+ 2,86	— 1,72	+ 0,01	— 0,12
52	—	—	—	0,00	—	— 0,02
Mittel	+ 0,121 $\epsilon$	Systematische Differenz:			— 0,02 $\epsilon$	— 0,48 $\epsilon$

Spalte 3 der Tabelle 3 enthält die nach Abzug des systematischen Knickungswinkels verbleibenden „zufälligen“ Knickungsfehler  $\Delta'\varphi = 2d\sigma$ , die ihre Ursache außer in zufälligen Orientierungsfehlern vor allem in Fehlern der Statoskopangabe haben können. In Spalte 4 sind die nach Formel (15) berechneten  $\delta h$  eingetragen und in Spalte 5 die nach Formel (14) berechneten Werte  $dh$ , wobei die Rechnung entsprechend der durch die Ausradierungen auf Bild 46/47/48 in Bildmaterial entstandenen Zäsur getrennt für die Aufnahmestreifen 36–46 und 48–52 durchgeführt wurde. Die Werte  $dh$  geben ein Maß für die Sicherheit der Statoskopangaben. Die etwas größeren Sprünge bei Bild 38 und 50 zeigten sich bereits bei den Aneinanderreihungen der ersten drei Versuche durch charakteristische Restparallaxen an den Streifenrändern. Der Sprung von Bild 43/44 dürfte dagegen durch einen kleinen Orientierungsfehler infolge einer weiteren Ausradierung verursacht sein.

Spalten 6 und 7 geben die Differenzen der bei Versuch 4 ermittelten Längs- und Querneigung gegenüber den Angaben der Horizontbilder. Als Längsneigung wurde bei Versuch 4 der Mittelwert aus den Einstellungen jedes Bildes für die jeweils anschließenden beiden Modelle genommen. Diese Differenzen stellen gewissermaßen die zufälligen Fehler dar. Sie wurden erhalten nach Abzug eines systematischen Fehlers für Einfluß des Wolkenhorizontes im Betrage von 0,02 $\epsilon$  für die Längsneigung und 0,48 $\epsilon$  für die Querneigung. Da die Querneigung bei Versuch 4 ausschließlich nach dem Anfangsbildpaar bestimmt worden ist, ist bemerkenswert, daß die Querneigung, die durch Aneinanderreihen der Bilder entstanden ist, auf die Länge des Zuges nur geringe Schwankungen, entsprechend einem mittleren Fehler von  $\pm 0,12\epsilon$ , zeigt, jedoch noch keine systematische Verwindung des Modelles erkennen läßt. Dies ist Zufallsresultat. Es besteht hier eine Unsicherheit. Zur Überbrückung großer Strecken ist es unerläßlich, mindestens die Querneigung der Aufnahmen aus Horizontbildern zu ermitteln. Dagegen zeigt Versuch 4, daß ein Aeronivellement ausschließlich mit Hilfe des Statoskops möglich ist.

Die beiden Versuche zeigen:

1. Die Überbrückung festpunktloser Räume ist in beiden Fällen mit erheblicher Genauigkeit möglich. Für die Richtungsgenauigkeit ist ausreichende Länge der Anschlußstrecke wesentlich.
2. Die Höhengenaugigkeit in der Längsrichtung ist ausschließlich von der Genauigkeit der Statoskopangaben abhängig. Zur Steigerung der Genauigkeit in der

Querrichtung sind Horizontbilder notwendig. Bei Geländeschwierigkeiten, die eine gegenseitige Orientierung der Bilder erschweren oder unmöglich machen, sind Horizontbilder auch zur Ermittlung der Längsneigung notwendig.

3. Bei Verwendung von Horizontbildern sind systematische Fehler zu erwarten. Sie müssen und können durch geeignete Kontrollmaßnahmen beseitigt werden. Solche sind:
  - a) zwei Höhenpunkte, zweckmäßig am Anfang des Zuges quer zur Flugrichtung gelegen, zur Berichtigung des Querneigungsfehlers;
  - b) ein der Lage nach gegebener Kontrollpunkt am Ende des Streifens;
  - c) neben einer Kontrollstrecke am Anfang eine ebensolche am Ende des Zuges;
  - d) eine Kontrollhöhe am Ende des Zuges.

Von diesen Kontrollmaßnahmen ist a) unerlässlich, während von den übrigen je nach dem Maß der erstrebten Genauigkeit auf die eine oder andere verzichtet werden kann. Zur Erzielung höchster Genauigkeit sind sämtliche Kontrollmaßnahmen nötig.

### 3. Weiterentwicklung.

Die gewonnenen Erkenntnisse erlaubten eine Weiterentwicklung in zwei Richtungen: A. Hilfsmittel und Arbeitsprozeß. B. Ausbildung der Aeropolygonierung und des Aeronivellements zur Aerotriangulation erster Ordnung.

#### A. Hilfsmittel und Arbeitsprozeß.

##### a) Verwendung des Aeroprojektors Multiplex.

Nachdem mit dem Stereoplanigraphen die ersten Versuche durchgeführt waren, interessierte die Frage, mit welcher Genauigkeit der Aeroprojektor Multiplex für die gleichen Aufgaben verwendet werden kann. Diesbezügliche Versuche wurden mit demselben finnischen Aufnahmematerial von Herrn W. Brucklacher und dem Verfasser durchgeführt.

Der Aeroprojektor Multiplex erlaubt im Gegensatz zum Stereoplanigraphen nur graphische Kartierung. Auf der anderen Seite können aber bis zu 12 Aufnahmen so orientiert werden, daß vorhergehende Projektoren unverändert orientiert bleiben, während nachfolgende Projektoren angeschlossen werden. Die Arbeitsmethode ist besonders einfach, sobald außer Statoskopangaben noch Horizontaufnahmen vorliegen. Die Orientierung bietet jedoch auch keine Schwierigkeit, wenn nur Statoskopangaben, aber keine Horizontbilder vorhanden sind.

In beiden Fällen wird der Tragbalken des Gerätes horizontalisiert, und es werden die Projektoren entsprechend den Statoskopangaben in verschiedener Höhe angehängt und zunächst bei vertikaler Stellung nur durch Verkantung und Änderung der horizontalen Basiskomponenten flüchtig näherungsweise gegenseitig orientiert. In beiden Fällen wird nun in prinzipiell gleicher Weise verfahren, indem man die Projektoren mit Hilfe einer Aufsatzlibelle entsprechend der Längs- und Querneigung einstellt. Beim Vorliegen von Horizontbildern erfolgt diese Einstellung unmittelbar entsprechend den Angaben der Bilder mit Hilfe der Aufsatzlibelle, die jeweils parallel den Bildseiten aufgesetzt wird. Beim Fehlen von Horizontbildern werden die Projektoren mit der Libelle zunächst so eingestellt, als ob es sich um genaue Nadiraufnahmen handeln würde. Im Anschluß an diese Einstellungen wird in den vertikalen Kernebenen die Verkantung sorgfältig ermittelt und es werden die horizontalen Basisprojektionen so gewählt, daß man möglichst schon für das erste Bildpaar auf Grund einer Vergleichsstrecke den gewünschten Modellmaßstab erhält. Der Maßstabsanschluß der Folgebilder erfolgt wie am Stereoplanigraphen durch Änderung der horizontalen Basisprojektionen, bis ein je drei Bildern gemeinsamer Punkt in jeder Bildkombination die gleiche Höhe zeigt. Man hat hierbei gegenüber dem Stereoplanigraphen den Vorteil, die Höhe eines solchen Punktes nicht ablesen zu müssen, da alle vorhergehenden Bilder orientiert und für Kontrollen jederzeit verfügbar bleiben. Der Anschluß geschieht mit Hilfe der Paßpunktsäulen, die auf die Höhe eines Anschlußpunktes im Modell des Bildraumes  $1/2$  eingestellt werden und dann zugleich für die Einstellung der Basiskomponenten im Bildraum  $2/3$  dienen, bis auch in diesem Modell der Punkt auf der Paßpunktsäule die gleiche Höhe zeigt. Darüber hinaus gibt dann eine Kontrolle mit Hilfe der Bildkombination  $1/3$ , unter Ausschaltung von Bild 2, bei dem durch die doppelt lange Basis erhöhten Stereoeindruck die Sicherheit gegen Fehler der Höheneinstellung. Bei dem Vorliegen von Horizontbildern ist mit diesen für den ganzen Streifen durchgeführten Einstellungen die Aerotriangulation

so weit durchgeführt, daß auf Grund der Abschlußkontrolle systematische Fehler ermittelt und korrigiert werden können.

Beim Fehlen von Horizontbildern ist die bisherige Orientierung nur vorläufig und bedarf noch einer Korrektur für Längs- und Querneigung. Deren Einflüsse zeigen sich an den beiden Rändern des Streifens durch Vertikalparallaxen. Dadurch, daß je drei aufeinanderfolgende Projektoren gleichzeitig benutzt werden können, ist die Beseitigung der Parallaxen und damit die Orientierung der Projektoren besonders einfach. Man macht von dem Umstand Gebrauch, daß in Vertikalebene, normal zur Basis, durch das Projektionszentrum ein Längsneigungsfehler des zugehörigen Bildes keinen Einfluß auf Vertikalparallaxen hat. Man kann so aus den entsprechenden Vertikalebene durch die Aufnahmeorte 0, 2, 4 usw. (Abb. 11) den Einfluß der Längsneigungsfehler der Aufnahmen 1, 3, 5 usw. frei von Längsneigungsfehlern der Projektoren mit gerader Ordnungszahl erkennen und umgekehrt. Es gelingt also leicht, den Projektor 1 so zu schwenken, daß der auf die Lotebene durch 0 (*a-b*) und durch 2 (*c-d*) treffende Teil der Bildprojektion

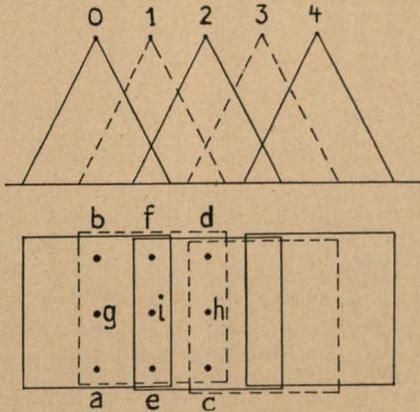


Abb. 11.

Punktauswahl für die Orientierung am Aeropjektor Multiplex.

genau gleiche Projektionsbreite zeigt wie die entsprechenden Bildteile der Projektoren 0 und 2. Das gleiche gilt für Projektor 3 in bezug auf 2 und 4, sowie umgekehrt für 2 in bezug auf 1 und 3 usw.

Einflüsse von Verzeichnungsfehlern und Fehlern der Statoskopangabe zeigen sich dadurch, daß es nicht gelingt, die Projektionsbreiten *a-b* und *c-d* für Bild 1 genau gleich den entsprechenden Strecken der Bilder 0 und 2 zu machen, sondern daß es bestenfalls möglich ist, sie beiderseits in der gleichen Weise etwas zu groß oder etwas zu klein einzustellen. Nur für die beiden Endprojektoren 0 und *n* wird man auch bei Verzeichnungsdivergenz eine Einstellung erhalten können, die genau gleiche Projektionsbreite zeigt wie die Nachbarbilder, da diese Bilder nur einseitig angeschlossen werden.

Nach Ermittlung der Längsneigung sind die Projektoren noch für Querneigung zu orientieren. Fehler der Querneigung zeigen sich jetzt dadurch, daß innerhalb des zwei Bildern gemeinsamen Raumes, z. B. *a-b-e-f*, für Bild 0 und 1, die Punkte *g* und *i* sich nach eventuell noch nötiger Korrektur mit *b<sub>y</sub>* zwar genau decken, die Punktpaare *b-f* und *a-e* aber im gleichen Sinne Vertikalparallaxen zeigen. Diese Vertikalparallaxen werden in bekannter Weise durch gemeinsame Korrektur der Querneigung und der zur Flugrichtung normalen Basiskomponente beseitigt. Entsprechendes gilt dann für den Bildraum *e-c-f-d* von Bild 1 und 2 usw.

Die praktischen Versuche wurden mit zehn Bildern der Reihe ausgeführt, die vorher am Stereoplanigraphen untersucht worden war. Es waren dies die Bilder Nr. 35 bis 44. Sie ergaben eine Strecke von rund 10 km Länge. Die Triangulation erfolgte im Maßstab 1 : 10 000.

In drei ersten Versuchen wurden unmittelbar die aus den Horizontbildern ermittelten Neigungen eingestellt. Das Ergebnis ist:

Längenabschlußfehler	· · · · ·	+ 30 m	+ 10	+ 18
Höhenabschlußfehler	· · · · ·	- 6,6 m	+ 3	- 7,5
Mittl. Höhenfehler des einzelnen Punktes		± 5,9 m	± 6,3	± 4,5
Höhenfehler im Mittel		± 5,6 m		

Die Versuche 1 und 3 zeigen noch Andeutungen eines systematischen Fehlereinflusses mit Koeffizienten von etwa  $c = 0,4 \cdot 10^{-6}$  bzw.  $c = 0,5 \cdot 10^{-6}$ , während bei Versuch 2 die Vorzeichen von Längen- und Höhenfehler sich widersprechen. Da diese Fehler bei Versuch 2 an sich gering sind, handelt es sich offenbar im wesentlichen um zufällige Fehler.

Nach sorgfältiger Prüfung der einzelnen Projektoren wurde ein weiterer Versuch unternommen, bei dem ein Fehler der Längsneigung von  $0,11^g$  an allen Projektoren eingestellt worden war.

Das Ergebnis war:

Längenabschlußfehler	— 45,5 m auf 10 km
Höhenabschlußfehler	+ 21,5 m auf 10,3 km
Maßstabsfehler am Ende	— 16,9 m auf eine Strecke $q=2,210$ m und eine Entfernung von 8,8 km.

Es ergibt sich hieraus:

$$c_s = -0,91 \cdot 10^{-6}; \quad c_m = -0,87 \cdot 10^{-6}; \quad c_a = -0,65 \cdot 10^{-6}.$$

Einem Längsneigungsfehler von  $0,11^g$  würde im vorliegenden Fall ein  $c = -0,11 \cdot 10^{-6}$  entsprechen. Die Übereinstimmung ist also in Anbetracht der graphischen Kartierung befriedigend.

Nach Verbesserung des Modelles durch Korrektur der Neigungseinstellung entsprechend dem Längenabschlußfehler ergibt sich für den einzelnen Punkt ein mittlerer Höhenfehler von  $\pm 5,4$  m, während die Lagefehler im Kartierungsmaßstab innerhalb 0,5 mm blieben.

Ein Vergleich der Leistung von Stereoplanigraph und Multiplex ergibt ohne Berücksichtigung der verschiedenen Längen (20 km gegen 10 km) ein Verhältnis der Quadrate der mittleren Höhenfehler von 1:4,5. Der Aeroprojektor Multiplex ist also für Aerotriangulation bei verminderten Genauigkeitsansprüchen geeignet.

#### b) Verwendung von Weitwinkelkammern.

Bei der Bearbeitung von Aeropolygonen hängt die Zahl der je Längeneinheit auszuwertenden Bilder von der Flughöhe und vom nutzbaren Bildwinkel der Aufnahmen ab. Es ist dies einer der Gründe, die weitwinkelige Kammeren wünschenswert erscheinen lassen. Das Problem ist damit jedoch nicht erschöpft, sondern die Frage nach der für eine bestimmte Zuglänge erreichbaren Genauigkeit ist insbesondere wichtig. Zu dieser Frage besagen die Formeln (3), (5), (7), (8) des Teiles I in etwas anderer Schreibweise:

$$\text{Mittlerer Querfehler: } m_y^2 = m_{y0}^2 + s^2 m_{\alpha 0}^2 + \frac{s^3}{a} \cdot \frac{a}{b} \cdot \mu_h^2 \quad (16)$$

$$\text{Mittlerer Längenfehler: } \bar{m}_x^2 = m_{x0}^2 + s^2 m_{\beta 0}^2 + \frac{2}{3} \cdot k \cdot \frac{s^3}{a} \cdot \mu_v^2 \quad (17)$$

$$\text{Mittlerer Höhenfehler: } m_h^2 = m_{h0}^2 + m_{hp}^2 + s^2 m_i^2 + 2 \cdot k \cdot s \cdot a \cdot \mu_v^2 \quad (18)$$

$$\text{Hierbei ist: } k = \left(\frac{a}{b}\right)^3 \left\{ 1 + \left[ 1 + \left(\frac{b}{a}\right)^2 \right]^2 \right\}$$

Als neue Bezeichnungen sind außerdem eingeführt:

- $m_h$  = mittlerer Gesamthöhenfehler eines Punktes,
- $m_{h0}$  = mittlerer Fehler der Ausgangshöhe,
- $m_{hp}$  = mittlerer Messungsfehler am Gerät bei Höheneinstellung des einzelnen Punktes,
- $m_i$  = mittlerer Fehler der Neigung des Bezugsniveaus,
- $\mu_h$  = mittlerer Fehler eines beobachteten Horizontalwinkels,
- $\mu_v$  = mittlerer Fehler eines beobachteten Vertikalwinkels.

In den Formeln (16), (17), (18) sind jeweils die letzten Glieder besonders wichtig:

1. Formel (16) zeigt, daß es hinsichtlich des Querfehlers wesentlich ist, den absoluten Betrag der Basis möglichst groß zu machen, was entweder bei gegebenem Basisverhältnis durch große Flughöhe oder bei gegebener Flughöhe durch einen möglichst großen nutzbaren Bildwinkel erreicht werden kann, falls dadurch die Genauigkeit der Messung des Horizontalwinkels nicht leidet.

2. Die letzten Glieder für die Quadrate der mittleren Längen- und Höhenfehler sind der Flughöhe invers bzw. direkt proportional. Eine große Flughöhe wird also den Längenfehler verkleinern, den Höhenfehler dagegen vergrößern. Da aber die Flughöhe in beide Fehlerglieder nur linear eingeht, ist es unter Umständen wesentlicher,

den mittleren Fehler der Winkelbeobachtung möglichst klein zu halten. Im übrigen hängen beide Fehler wesentlich von dem Koeffizienten  $k$  ab, der seinerseits durch das Verhältnis von Basis zur Flughöhe  $\frac{b}{a}$  bestimmt wird. Dieses Verhältnis bestimmt außerdem den kleinsten Wert des nutzbaren Bildwinkels in der Flugrichtung oder die erforderliche Mindestgröße des Bildfeldes  $\Omega_{min}$ . Für verschiedene Werte  $\frac{b}{a}$  wird  $k$  und  $\Omega_{min}$  zu:

$\frac{b}{a}$	:	0,5	0,6	0,7	0,8	1	2	3
$k$	:	81	13,2	9,4	7,2	5	3,25	3,74
$\Omega_{min}$	:	38 $^{\circ}$	69 $^{\circ}$	78 $^{\circ}$	86 $^{\circ}$	100 $^{\circ}$	141 $^{\circ}$	159 $^{\circ}$

Hieraus folgt, daß  $k$  zunächst schon bei verhältnismäßig geringer Zunahme des Basisverhältnisses sehr rasch abnimmt, bei dem Basisverhältnis 2 ein Minimum erreicht und dann langsam wieder zunimmt. Eine Vergrößerung des Basisverhältnisses von 0,5 auf 0,7 vermindert  $k$  auf rund  $\frac{1}{9}$  seines Wertes, während die weitere Vergrößerung des Basisverhältnisses von 0,7 auf 2 den Wert von  $k$  nur mehr auf  $\frac{1}{3}$  des Wertes bei 0,7 verkleinert. Dies bedeutet, daß eine Vergrößerung des minimalen Bildfeldes von 38 $^{\circ}$  auf 78 $^{\circ}$  unter sonst gleichen Umständen eine erheblich größere Verbesserung der Meßgenauigkeit bringt als eine weitere Vergrößerung auf 141 $^{\circ}$ .

Die Beantwortung der Frage nach dem optimalen Bildfeld einer Weitwinkelkammer für Nadiraufnahmen hängt aber nicht nur von der Größe des Koeffizienten  $k$  ab, sondern wird von der Größe  $\mu_v$  mit bestimmt. Während eine Vergrößerung von  $b/a$  von 0,7 auf 2 nur eine Verkleinerung von  $k$  und damit des Quadrates der mittleren Längen- und Höhenfehler auf ein Drittel bringt, würde diese Verkleinerung mehr als kompensiert, wenn sie etwa durch eine Verdoppelung des Fehlers der Vertikalwinkelmessung erkauft werden müßte. Letzteres ist aber stets der Fall, wenn die Erweiterung des Bildfeldes dadurch vorgenommen wird, daß man mehrere Kamern zu einer Koppelkammer vereinigt, und ist um so mehr der Fall, wenn gleichzeitig die Bildweite stark reduziert wird.

Da die Bildwinkel der für Einzelkammern zu Aeroaufnahmen verwendeten Objektiv bisher 65 $^{\circ}$  nicht wesentlich überschritten haben, konnte mit diesen Kamern auch nur ein nutzbares Bildfeld  $\Omega$  von rund 50 $^{\circ}$  erzielt werden, was nach Abzug eines Sicherheitswinkels von beiderseits 5 $^{\circ}$  für die Überlappung ein in der Überdeckung wirklich nutzbares Bildfeld von rund 40 $^{\circ}$  und damit ein Basisverhältnis von rund 0,3 ergibt.

Zur Vergrößerung dieses Verhältnisses wurden von verschiedenen Seiten Koppelkammern mit zwei bis zehn Teilkammern gebaut. Die Erfahrungen haben gelehrt, daß dadurch nicht nur die Arbeit an sich komplizierter<sup>16</sup>, sondern insbesondere auch die Genauigkeit der Richtungs- und Winkelmessung herabgesetzt wurde. Aus diesen Erfahrungen heraus erneute sich der alte Wunsch des Photogrammeters nach einem Objektiv ausreichender Lichtstärke und mit möglichst großem Bildwinkel.

#### Verwendung der ZA.-Reihenmeßkammer W 10, 18 $\times$ 18.

Die Firma Zeiss-Aerotopograph hat in den letzten Jahren das Topogon entwickelt, ein Meßobjektiv mit einem Bildwinkel von 103 $^{\circ}$ , Öffnungsverhältnis 1:6,5,  $f = 100$  mm. Dieses Objektiv ergibt in einer Kammer (Abb. 12) mit der Bildgröße 18  $\times$  18 ein Bildfeld von 95 $^{\circ}$ , wobei allerdings entsprechend dem Bildwinkel nur ein Kreis von 21 cm Durchmesser voll ausgezeichnet wird, so daß die äußersten Ecken des Bildes 18  $\times$  18 wegfallen. Um die Bildbreite von 180 mm voll ausnutzen zu können, muß daher das Basisverhältnis zu 0,6—0,7 gewählt werden statt des andernfalls möglichen Verhältnisses von 0,7—0,8. Doch gibt selbst ein Basisverhältnis von 0,85 bei dieser Kammer einen Bildstreifen, der mit 120 mm Breite voll ausnutzbar ist. Mit dem normalen Basisverhältnis 0,6—0,7 und der dann voll ausnutzbaren Bildbreite von 180 mm leistet diese Kammer genau dasselbe wie die von ZA. seinerzeit gebaute Vierfachkoppelkammer. Die Verringerung der Brennweite von 155 mm auf 100 mm wird hinsichtlich der Genauigkeit der Richtungs- und Winkelentnahme durch das Wegfallen der Anschlußfehler beim Zusammenschluß der Teilbilder mehr als kompensiert, ganz abgesehen von der wesent-

<sup>16</sup> Vgl. Baeschlin und Zeller, Lehrbuch der Stereophotogrammetrie, Zürich 1934, S. 464 ff.

lichen Vereinfachung der Arbeitsvorgänge bei Aufnahme, Entwicklung und Ausarbeitung der Bilder.

Mit dieser Kammer wurden zur Prüfung ihrer Verwendbarkeit in Kolonialgebieten seitens der B.P.M. auf Sumatra Probestreifen in 2000 m und 4000 m Höhe geflogen (Abb. 15).

Die Probestreifen wurden so angelegt, daß sie zu Triangulationsversuchen verwendet werden können. Hierfür geeignet sind zwei Bildstreifen in 2000 m Höhe (Bild-Nr. 1—37 und 55—84) von 32 km bzw. 26 km Länge und ein Bildstreifen in 4000 m Höhe (Bild-Nr. 98—109) von 22 km Länge. Die beiden Streifen aus niedrigerer Höhe sind näherungsweise in N-S-Richtung, der Streifen aus großer Höhe in O-W-Richtung geflogen, so daß sich die beiden Streifengruppen im rechten Winkel überschneiden. Ein zwischen den beiden Streifen aus 2000 m Höhe liegender dritter Streifen mußte wegen erheblicher Wolkenbildungen leider ausfallen, so daß die beiden verwendbaren Streifen sich im südlichen Teil kaum berühren, während im nördlichen Teil der Anschluß günstiger ist.

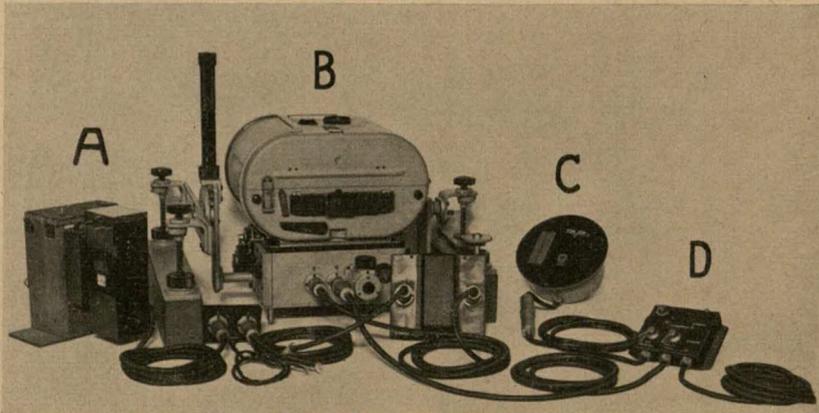


Abb. 12.

Reihenmeßkammer W 10, 18×18, der Firma Zeiss-Aerolograph in Verbindung mit Registrierstoskop von Väisälä. A Registrierstoskop, B Kammer, C Überdeckungsregler, D Steuergerät.

Da bei diesen Flügen zwar kein Registrierstoskop verwendet wurde, jedoch beim Flug möglichst konstante Höhe eingehalten worden war, eignen sich die Aufnahmen sowohl zu einer Aeropolygonierung mit dem Stereoplanigraphen, wobei die Korrekturen der Höhen nachträglich aus den Längsneigungsknicken festgestellt werden, sowie auch zur Aeropolygonierung in Vertikalebene mit dem Radialtriangulator, da die Kammer stets möglichst gut nadirwärts gerichtet worden war (vgl. Teil I, die beiden Varianten zu Fall 2, B).

#### a) Aeropolygonierung am Stereoplanigraphen.

Zur Maßstabermittlung wurden für den Beginn des Streifens 1/37 die aus einer Karte 1:5000 abgegriffenen Abstände zwischen vier benachbarten Punkten gegeben, wobei der größte Abstand 897 m betrug. Außerdem stand eine Übersichtskarte 1:100 000 zur Verfügung, welche die Höhen einiger nivellierter Punkte enthält, den Verlauf einiger Messungslinien, einzelne Flußläufe, wenige Wege und sehr viel nicht vermessenes Urwaldgebiet zeigt. Diese Karte wurde nur zur näherungsweise azimutalen Orientierung des ersten Bildstreifens und zur Ermittlung seiner Querneigung und der Ausgangshöhe verwendet.

Die Bearbeitung der Aufnahmen ergab einige methodische Besonderheiten:

1. Während im Kulturland zum Anschluß aufeinanderfolgender Modelle in der Regel genügend viele gut identifizierbare Geländepunkte zur Verfügung stehen, fehlen diese im Urwald völlig. Dieser Mangel erschwert die gegenseitige Orientierung der Bildpaare außerordentlich, da sich insbesondere bei Betrachtung mit Vergrößerung und entsprechend verkleinertem Gesichtsfeld identische Waldpartien nur sehr mühsam auffinden lassen. Diesem Übelstande wurde dadurch abgeholfen, daß vor der Bearbeitung im

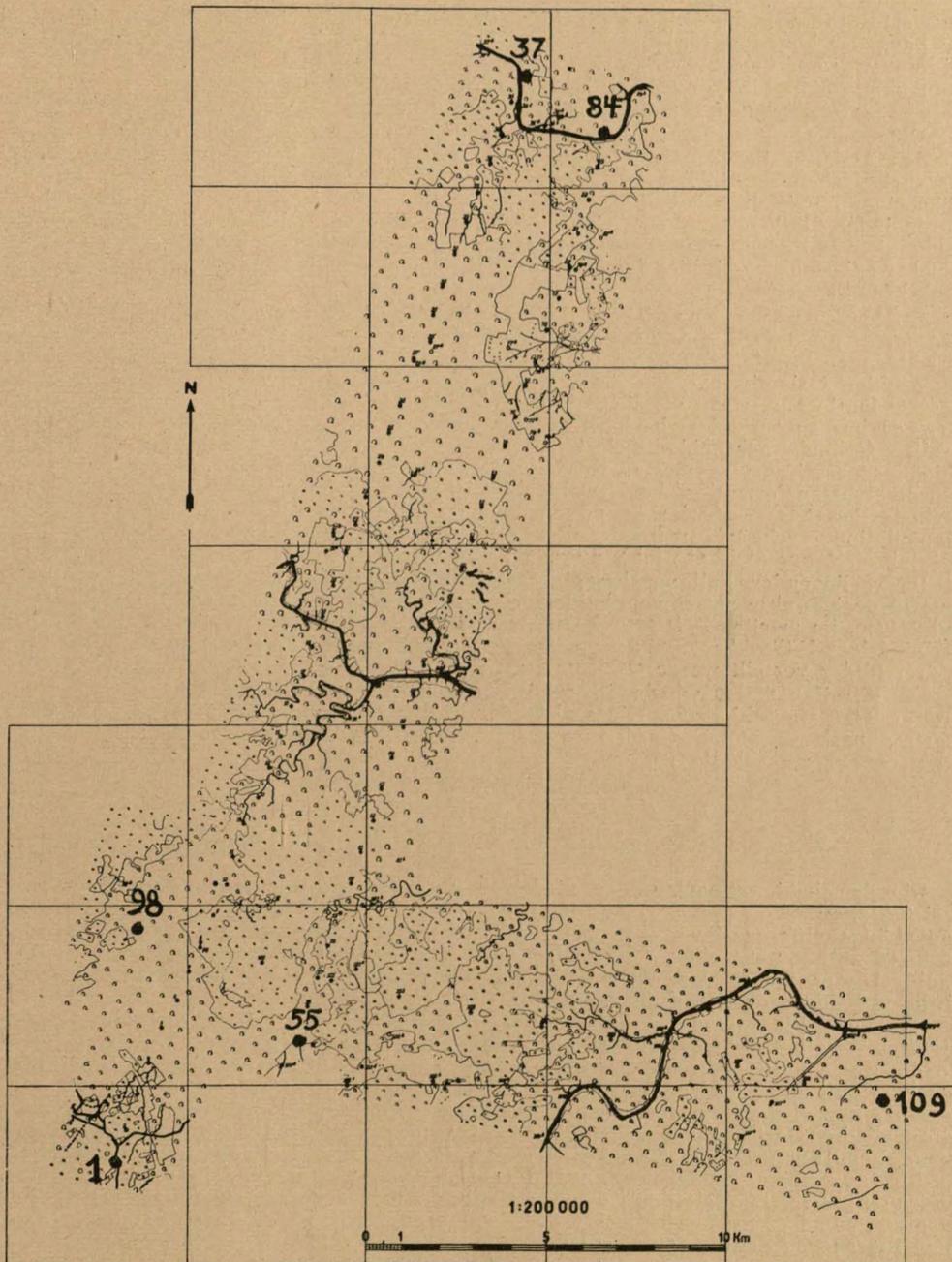


Abb. 13. Versuchslflüge Sumatra. Aufnahme RMK. W 10.

Auswertung am Stereoplanigraphen mit Weitwinkelbildträgern: 1. Streifen 1-37 und 55-84, Flughöhe 2000 m, Bildmaßstab 1:20000, Auswertemaßstab 1:50000, kartierte Fläche 170 qkm. 2. Streifen 98-109, Flughöhe 4000 m, Bildmaßstab 1:40000, Auswertemaßstab 1:50000, kartierte Fläche 125 qkm.

Auswertzeit einschließlich Triangulation und Kartierung: Streifen 1: je Bildpaar 1 Stunde mit einer kartierten Fläche von 2,7 qkm je Stunde. Streifen 2: je Bildpaar 1 1/2 Stunden mit einer kartierten Fläche von 7,8 qkm je Stunde.

Auswertegerät auf den Bildern die Lage des jedem Bilde eigenen Hauptpunktes und die Lage der benachbarten Bildhauptpunkte mit Farbkreisen unter dem Stereoskop bezeichnet wurden und nach diesen Farbringen die Näherungsorientierung erfolgte, die dann unmittelbar die stereoskopische Fusion der Bilder zur Folge hatte.

2. Zum Anschluß des jeweils folgenden Modelles ist Anschluß im Grundriß und in der Höhe erforderlich. Da im Urwald leicht identifizierbare Bodenpunkte fehlen, wurde für den Anschluß im Grundriß jeweils der durch ein Kreuz bezeichnete Bildhauptpunkt des vorhergehenden Bildes verwendet, auf den die Meßmarke monokular, aber mit der Höhe eines unmittelbar benachbarten niedrigen Baumwipfels eingestellt wurde. Dadurch wurde jeder Bildhauptpunkt zu einem leicht und scharf einstellbaren fingierten Modellpunkt, dessen Koordinaten sicher bestimmbar sind. Zum Höhenanschluß dienten in der Regel wenigstens zwei niedrige Baumwipfel in der unmittelbaren Nähe des Hauptpunktkreuzes.

3. Der Zusammenschluß der sich überkreuzenden Bildstreifen erfordert besondere Aufmerksamkeit. Bei genähert gleicher Flughöhe der verschiedenen Streifen erfolgt er am zweckmäßigsten durch unmittelbare stereoskopische, gegenseitige Orientierung von zwei Bildern aus je einem der beiden Streifen, wobei diese Orientierung, wenn möglich, als Folgebildanschluß durchgeführt wird. Bei stark verschiedenen Flughöhen müssen dagegen aus Bildpaaren der verschiedenen Streifen Geländepunkte identifiziert und diese nach Koordinaten in bezug auf die verschiedenen Streifen eingemessen werden. Der Zusammenschluß erfolgt dann durch eine Koordinatentransformation. Im Urwaldgebiet ist diese schon im Kulturland zeitraubende Methode besonders schwierig und ungenau. Aufnahmestreifen, die zu einer Aero-triangulation verknüpft werden sollen, sollten daher möglichst mit gleichem Bildmaßstab, d. h. aus gleicher Höhe, aufgenommen werden.

Im vorliegenden Fall wurden die Streifen 98/109 und 1/37 sowie 55/84 und 98/109 über je drei Punkte zusammengeschlossen, deren Abstände im ersten Fall 960 m, 2470 m und 2840 m, im zweiten Fall 1870 m, 2420 m und 4250 m betragen und die auf den Streifen aus niedriger Höhe über fünf bzw. sechs Bilder, auf dem Streifen aus großer Höhe über je drei Bilder verteilt waren.

Der Streifen 98/109 wurde in zwei voneinander unabhängigen Versuchen an den Streifen 1/37 angeschlossen. Die wahrscheinlichsten Richtungsanschlüsse und Maßstabsübertragungskoeffizienten wurden aus den verschiedenen Anschlüssen mit folgenden mittleren Fehlern erhalten:

	Zusammenschluß: 98/109 an 1/37		55/84 an 98/109
	Versuch I	Versuch II	
$m_{\alpha\alpha}$	$\pm 1,0^0/00$	$\pm 0,8^0/00$	$\pm 0,7^0/00$
$m_{\beta\beta}$	$\pm 1,6$	$\pm 0,6$	$\pm 1,1$

Die den beiden Streifen aus niedriger Flughöhe gemeinsamen Punkte ergaben zwei Schleifen. Von diesen zeigte die rund 16 km lange Schleife 16—8—99—101—57—65 eine Längendifferenz von 20 m, während die rund 50 km lange Schleife 36—8—99—101—57—84 einen Querfehler von 63 m und eine Längendifferenz von 98 m ergab. Dieser Querfehler von  $1,26^0/00$  und Längenfehler von  $1,95^0/00$  entsprechen den mittleren Fehlern der Anschlüsse.

Ein Vergleich der photogrammetrischen Ausarbeitung mit der vorhandenen Karte zeigt im Detail der topographisch aufgenommenen Flußgebiete gute Übereinstimmung. Wo die Karte nicht mehr auf Messung beruht, sind die Differenzen natürlich erheblich. Der Vergleich zeigt aber außerdem, daß in der topographischen Karte, die aus Polygonmessungen zwischen astronomisch bestimmten Punkten konstruiert ist, die der astronomischen Ortsbestimmung anhaftenden Fehler enthalten sind. So ergeben sich entsprechend der größeren Genauigkeit der geographischen Breitenbestimmung in Nord-Süd-Richtung keine nennenswerten Differenzen. Dagegen ist der in sich richtig vermessene Fluß im SO-Teil der Karte gegenüber der Straße und Ortschaft im SW-Teil entsprechend der größeren Unsicherheit der geographischen Längenbestimmung um einen Betrag von nahezu 400 m verschoben.

Zur Sicherung gegen ein grobes Versehen wurde der Streifen 98—109 aus 4000 m zweimal an den Streifen 1/37 angeschlossen und ausgearbeitet. Die Differenz der beiden Ausarbeitungen hinsichtlich der Koordinaten der ins Gelände projizierten Bildhauptpunkte ist in Abb. 14 dargestellt. Die als endfreie Polygone behandelten Züge zeigen am Ende eine Differenz von 10 m in der Querrichtung und 8 m in der Längsrichtung. Aus den Differenzen für die einzelnen Polygonpunkte errechnen sich  $m_x = \pm 5,0$  m und  $m_y = \pm 4,5$  m bei 19 km Zuglänge.

Während die vorhandene topographische Karte infolge ihrer beschränkten Lagegenauigkeit, die geringer ist als die der photogrammetrischen Messung, hinsichtlich der Lage keine scharfe Kontrollmöglichkeit bot, sind die Höhenangaben zuverlässiger.

Streifen 1/57 überquert fünf Stellen, für die Höhen vorliegen. Es ergeben sich folgende Differenzen:

Bild Nr.	4	19	24	31	38
Abstand	2 km	15 km	20 km	26 km	30 km
Höhenfehler	-4 m	-14 m	-2 m	+2 m	-3 m

Streifen 55/84 überquert sechs Stellen mit gegebenen Höhen. Der Streifen zeigte zunächst am Ende für Bild 84 einen Höhenfehler des Flusses von +39 m. Nach Verteilung dieser Differenz auf alle übrigen Höhen entsprechend der Zuglänge bleiben folgende Fehler:

Bild Nr.	59	66	68	77	80	84
Abstand	3 km	8 km	10 km	18 km	21 km	25 km
Höhenfehler	-6 m	+4 m	-13 m	-15 m	+4 m	0 m

Streifen 99/109 zeigte zunächst folgende Fehler:

Bild Nr.	101	106	109
Abstand	4 km	13 km	19 km
Höhenfehler I	+60 m	+14 m	+8 m
Höhenfehler II	+70 m	+11 m	+7 m

Da die Bearbeitung im Stereoplanigraphen wegen des Fehlens von Stoskopregistrierungen so erfolgt war, als ob der Flieger die Flughöhe genau eingehalten hätte, enthalten die angegebenen Höhenfehler die Fehler der Flugzeugführung. Diese Fehler können entsprechend Teil I, Formel (14), berechnet werden. Für die Streifen 1/57 und 55/84 hatten sich nur geringfügige vertikale Knickungsdifferenzen ergeben, die auf Flughöhenschwankungen bis zu  $\pm 15$  m schließen ließen. Dagegen zeigten sich im

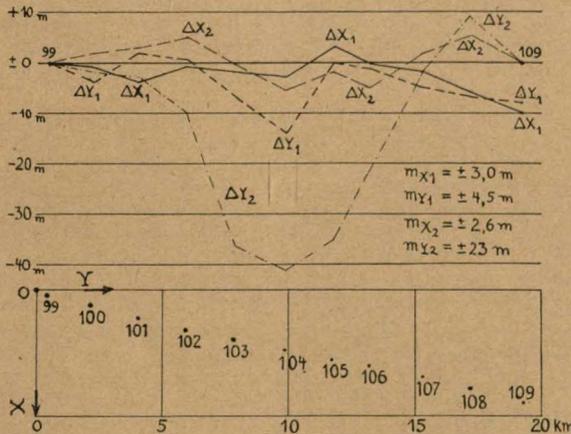


Abb. 14.

Ergebnis der dreimaligen Auswertung desselben Bildstreifens Nr. 99-109, und zwar zweimal mit Stereoplanigraph, einmal mit Radialtriangulator, wobei für die letzte Auswertung die vereinfachte Berechnung nach E. Wolf verwendet wurde.

$\Delta X_1, \Delta Y_1$  Differenzen zwischen erster und zweiter Auswertung mit dem Stereoplanigraphen,

$\Delta X_2, \Delta Y_2$  Differenzen zwischen der Auswertung mit dem Radialtriangulator und der zweiten Auswertung mit dem Stereoplanigraphen.

Streifen 98-109 für die Bilder 100, 101 und 102 bei beiden Versuchen mit einer Differenz von maximal 0,11<sup>s</sup> dieselben Knickungserscheinungen. Die zugehörige Berechnung gibt:

Bild Nr.	99	100	101	102	105
$2d\sigma$	—	-1,75 <sup>s</sup>	+3,87 <sup>s</sup>	-2,04 <sup>s</sup>	—
$\delta h$	—	-52,8 m	+118,0 m	-62,3 m	—
dh	0 m	-3,8 m	-60,4 m	+0,9 m	0 m

Durch die Korrekturen  $dh$  verschwindet der Höhenfehler von Bild 101 für Versuch 1, während er für Versuch 2 +10 m beträgt, also innerhalb der Größenordnung der übrigen Fehler bleibt. Es zeigt sich also, daß größere Abweichungen aus der richtigen Flughöhe selbst bei fehlenden Stoskopangaben mit Sicherheit erfakt werden können. Es sind jedoch in diesem Fall mindestens am Abschluß des einzelnen Streifens Kontrollhöhen unerlässlich.

### β) Aeropolygonierung am Radialtriangulator in vertikalen Kernebenen.

Das Bildmaterial des Streifens 99/109 wurde außer am Stereoplanigraphen noch zu einer Polygonierung mit dem Radialtriangulator verwendet nach der vereinfachten Methode von E. Wolf. Es wurden keine Rauten gemessen, sondern nur die Polygonwinkel und die scheinbaren Bildabstände  $r$  der aufeinanderfolgenden Radialpunkte. Die Berechnung erfolgte nach Formel (15), nachdem eine Näherungslänge der Seite 99—100 aus den Anschlußpunkten des Streifens  $1/37$  ermittelt worden war. Der Streifen wurde zwischen die Punkte 99 und 109 eingehängt, wie sie aus Versuch 2 mit dem Stereoplanigraphen erhalten worden waren. Abb. 14 zeigt das Ergebnis. Wie zu erwarten, unterscheiden sich die Querfehler in keiner Weise von den Querfehlern, wie sie im Stereoplanigraphen erhalten wurden. Dagegen zeigen sich erheblich größere Längenfehler. Es ist aber bemerkenswert, daß der maximale Lagefehler bei einer Zuglänge von 19 km nicht mehr als 41 m beträgt. Die Methode erscheint daher bei relativ ebenem Gelände geeignet zu einer raschen Bestimmung der Lage der Bildhauptpunkte, die ihrerseits dann wieder die Unterlage geben zum Zusammenfügen der Bilder zu Bildplänen. Brauchbare Höhen können bei dieser Methode jedoch nicht erhalten werden.

### B. Aeronivellement und Aero triangulation I. Ordnung.

Nachdem die Versuche zur Überbrückung festpunktloser Räume zu überraschend genauen Ergebnissen geführt hatten, konnte der Plan in Angriff genommen werden, Punktnetze nach Lage und Höhe mit einem Minimum von terrestrischen Messungen aufzubauen.

Von S. Finsterwalder<sup>17</sup> stammt der „Vorschlag zur Durchführung einer Nadirtriangulation in einem überall begeharen Neuland, wobei es sich nur um eine Lagenermittlung handeln soll“: „Man verteile über das Land in Abständen von 30 bis 50 km Grundlinien im Ausmaß von 3 bis 5 km, deren Länge und Azimute man bestimmt und in deren Endpunkten (oder wenigstens in einem derselben) man die geographische Breite und die Seehöhe mißt. Die Endpunkte der Grundlinien müssen für Sicht von oben bezeichnet werden. Dann werden die Grundlinien durch ein Netz von Flugstreifen mit entsprechenden Nadirketten verbunden. In diesem Netz sollen die Grundlinienmitten als Knotenpunkte gelten; die Netzmaschen können dabei drei- oder viereckig sein. Eine annähernd quadratische Anordnung der Knotenpunkte empfiehlt sich wegen der erleichterten Durchführung aneinandergereihter Flugstreifen.“

Versuche nach diesem Plan sind von der DVL. ausgeführt worden. O. Lacmann<sup>18</sup> teilt als Ergebnis von sieben „reichlich 70 km“ langen Zügen, deren Koordinatenumformung auf Anfangs- und Endbasis erfolgte, mittlere Lagefehler zwischen  $\pm 53$  m und  $\pm 139$  m mit. Über die Möglichkeit von „Höhenkarten aus weitwinkligen Luftaufnahmen“ schrieb S. Finsterwalder im Int. Archiv für Photogrammetrie<sup>19</sup>. Hierbei sollen die umphotographierten Aufnahmen nach einer vorhergehenden Berechnung ihrer Orientierung entzerrt und dann ein affin verzerrtes Modell ausgemessen werden. Ergebnisse einer derartigen Arbeit für Aero triangulation wurden jedoch bis jetzt nicht veröffentlicht.

Gegenüber diesen früheren Vorschlägen und Versuchen beruht der Fortschritt des Aeronivellements mit Verwendung einer ZA.-Weitwinkelkammer darin, daß eine unmittelbare Verbindung von Lage- und Höhenermittlung ohne jede Orientierungsrechnung für die einzelnen Bilder und unter unmittelbarer Verwendung der Originalnegative oder von Kontaktapositiven im unverzerrten Modell erfolgt. Darüber hinaus gibt der enge Zusammenhang von Maßstabs-, Längen- und Höhenfehlern die Möglichkeit zu Fehlerausgleichungen, welche die Entwicklung eines Netzes aus Flugstreifen auch über unbegebartem Gebiet gestatten.

Zur Prüfung dieser Möglichkeiten wurde in Zusammenarbeit mit der Königl. Niederl. Luftfahrtgesellschaft (K.L.M.) und dem Geodätischen Institut der Techn. Hochschule Delft ein großangelegter Versuch durchgeführt.

Als Aufgabe wurde gestellt, die Lage und die Höhe eines von der Küste wenigstens 100 km entfernten Punktes zu ermitteln. Zu diesem Zweck wurden von zwei Punkten der holländischen Küste aus, die selbst rund 100 km Abstand haben, zwei Flugstreifen

<sup>17</sup> S. Finsterwalder, Über die zweckmäßigste Verwendung der geographischen Ortsbestimmungen bei der Nadirtriangulation. Int. Archiv f. Photogrammetrie VII/2, Brünn 1931, S. 38.

<sup>18</sup> O. Lacmann, Die Vermessung großer Gebiete in kleinen Maßstäben. Bildmessg. u. Luftbildwes. 2, 1933, S. 83.

<sup>19</sup> Int. Archiv f. Photogrammetrie VII/2, Brünn 1931, S. 7.

von je 115 bzw. 117 km Länge in 4000 m Höhe nach einem Punkt Osthollands geflogen. Ein dritter Streifen wurde von einem zwischengelegenen Küstenpunkt nach dem gleichen Zielpunkt geflogen. Seine Länge war 126 km, sein Zweck erweiterte Kontrollmöglichkeit. Zur Verwendung gelangte eine ZA.-Weitwinkelkammer, 10 cm, in Verbindung mit einem Registrierstoskop von Väisälä. Die Aufnahme erfolgte an zwei verschiedenen Tagen. Während der Flüge wurde der Barometerstand in einer Bodenstation sorgfältig registriert.

Als Auswerteunterlagen war für jedes Anfangsbildpaar eine Gruppe von drei bis fünf trigonometrisch bestimmten Punkten gegeben, außerdem ein einzelner Kontrollpunkt in 4 bis 8 km Entfernung. Dieser Punkt bildete zusammen mit einem zentral gelegenen Punkt der Punktgruppe des ersten Bildpaares die eigentliche Orientierungsbasis des betreffenden Streifens. Drei bis vier Höhenpunkte dienen zur Neigungsermittlung für jedes erste Bildpaar. Da bei diesem Versuch die Kammer noch nicht

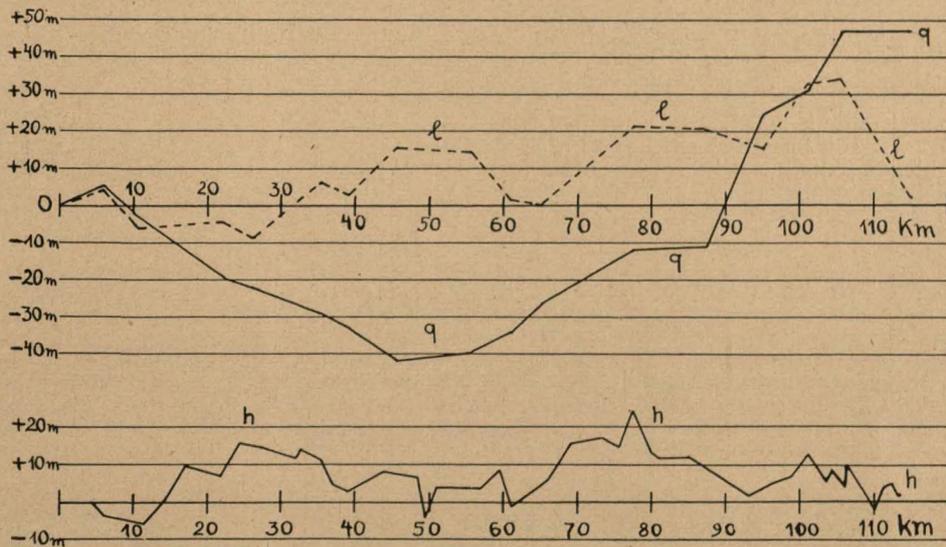


Abb. 15.

Ergebnis des Streifens I vom Sternflug Holland, wobei der Streifen nur an einem Ende orientiert ist (endfreier Zug)  
l Längsfehler, q Querfehler, h Höhenfehler.

zur Aufnahme von Horizontbildern eingerichtet war, waren an Elementen der äußeren Orientierung nur die stoskopisch ermittelten Flughöhenunterschiede gegeben. Die Bearbeitung erfolgte am Stereoplanigraphen in der Weise, daß zum Anschluß der aufeinanderfolgenden Bilder jeweils die Bildhauptpunkte und die in ihrer unmittelbaren Nähe ermittelten Bodenhöhen verwendet wurden. Außer den Koordinaten dieser Punkte wurden stets die Koordinaten sämtlicher erkennbaren Kirchtürme abgelesen sowie einiger weiterer Kontrollpunkte und die Höhen von Geländepunkten bestimmt, die zur Kontrolle dienen sollten. Außerdem wurde die Lage aller dieser Punkte in 1 : 50 000 kartiert.

Da eine ausführliche Darstellung der Fehleruntersuchungen einer späteren Veröffentlichung vorbehalten ist, sei hier das Ergebnis der vorläufigen Prüfung mitgeteilt. Abb. 15 gibt eine graphische Darstellung der Fehlerentwicklung des Streifens I. Streifen I besteht aus 50 Bildern, von denen 49 zur Polygonierung verwendet wurden. Als 50. Bild wurde ein Bild des Streifens II angeschlossen, das den Knotenpunkt bildet. Zur vorläufigen Prüfung wurden 16 Kirchtürme und 40 Höhenpunkte verwendet, die durchweg in der Nähe der Streifenachse liegen. Abb. 15 gibt die Fehlerentwicklung für den endfreien Zug. Sämtliche Fehler zeigen infolgedessen mit der Zuglänge wachsende Beträge. Die Maximalbeträge sind für den Längsfehler 35 m, für den Querfehler 48 m und für den Höhenfehler 24 m, wobei der mittlere Höhenfehler  $\pm 9$  m beträgt. Bemerkenswert ist, daß die maximalen Fehlerbeträge dieses endfreien Zuges von 115 km Länge die Größe des kleinsten mittleren Fehlers der von O. Lacmann durchgeführten, 70 km langen Züge mit beidseitigem Basisanschluß haben.

Ein besonderes Interesse beansprucht der Knotenpunkt. Er wurde in zwei Weisen berechnet: a) eine vereinfachte Berechnung aus den beiden äußersten Streifen allein, b) unter Verwendung aller drei Streifen mit Ausgleichung.

Die Koordinaten des Knotenpunktes wurden zunächst aus den Maschinenkoordinaten des einzelnen Zuges durch eine einfache Koordinatentransformation erhalten, entsprechend der Transformationsformel:

$$\begin{aligned} X &= X_o + m \cdot \cos A \cdot x' - m \cdot \sin A \cdot y' \\ Y &= Y_o + m \cdot \sin A \cdot x' + m \cdot \cos A \cdot y' \end{aligned} \quad (19)$$

Hierin sind  $X_o$ ,  $Y_o$  die Koordinaten des einen Basisendpunktes im System der Landesaufnahme,  $m$  die Maschinenmaßstabszahl,  $A$  das Azimut der  $x$ -Achse der Maschine im System der Landesaufnahme,  $x'$  und  $y'$  die auf den gleichen Basisendpunkt bezogenen Maschinenkoordinaten.

Infolge der systematischen Fehler müssen nun diese Koordinaten noch Verbesserungen erhalten. Wenn die Maschinenachse mit der Flugachse genau zusammenfällt, so sind diese Verbesserungen für  $x'$  und  $y'$  entsprechend (10):  $dx' = \frac{1}{2} x'^2 c$  und  $dy' = x' y' c$ .

Wenn jedoch bei dem ersten Bildpaar die Verkantung nicht so gewählt wurde, daß die Flugachse sich im Mittel mit der  $X$ -Achse der Maschine deckt, so erfährt der Streifen eine Verbiegung, die zusätzliche Korrekturen für  $dx'$ ,  $dy'$  und das Azimut an jeder einzelnen Stelle des Streifens bedingt. Die Gesamtkorrekturen werden dadurch zu:

$$\begin{aligned} \Delta x' &= \frac{1}{2} (x'^2 - 2y'^2) \cdot c = dx'_o \cdot c \\ \Delta y' &= \frac{3}{2} x' \cdot y' \cdot c = dy'_o \cdot c \\ \Delta A &= -3y' \cdot c \end{aligned} \quad (20)$$

Die Korrekturen  $\Delta x'$  und  $\Delta y'$  sind ebenfalls zu transformieren. Zu den Formeln (19) kommen damit Zusatzglieder:

$$\begin{aligned} \Delta X_o \cdot c &= (m \cdot \cos A \cdot dx'_o - m \cdot \sin A \cdot dy'_o) \cdot c \\ \Delta Y_o \cdot c &= (m \cdot \sin A \cdot dx'_o + m \cdot \cos A \cdot dy'_o) \cdot c \end{aligned} \quad (21)$$

Für die vereinfachte Berechnung werden für jeden Streifen die Koordinaten des Knotenpunktes unter Hinzufügung der Glieder (21) einander gleichgesetzt. Aus den so entstehenden Gleichungen werden die beiden Konstanten  $c_1$  und  $c_2$  für die beiden Streifen bestimmt und mit diesen die beiden Koordinaten des Knotenpunktes übereinstimmend erhalten. Widersprüche ergeben sich dann noch für das Azimut im Knoten und die Höhe des Knotenpunktes.

Diese vereinfachte Berechnung ergab aus den beiden äußeren Streifen für einen in der Nähe des Knotenpunktes gelegenen Kirchturm Koordinatenwerte, die gegenüber den richtigen Koordinaten im System der Landesaufnahme folgende wahre Fehler aufwiesen:

$$f_x = +50,5 \text{ m} \quad f_y = -12,6 \text{ m}$$

Die Höhe des Knotenpunktes ergab sich mit einer Differenz von 11 m zwischen beiden Streifen, während das Mittel einen wahren Fehler von +7 m gegenüber der Sollhöhe aufwies.

Bei Verwendung aller drei Streifen gibt jeder Streifen zu vier Fehlergleichungen Anlaß:

$$\begin{aligned} v_1 &= -dX + \Delta X_o \cdot c_r + X_r - (X) \\ v_2 &= -dY + \Delta Y_o \cdot c_r + Y_r - (Y) \\ v_3 &= -dA - 3y' \cdot c_r + A_r - (A) \\ v_4 &= -dh - a \cdot x' \cdot c_r + h_r - (h) \end{aligned} \quad (22)$$

Hierin sind  $dX$ ,  $dY$ ,  $dA$ ,  $dh$  und die für jeden Streifen  $r$  besondere Konstante  $c_r$ , die Unbekannten,  $(X)$ ,  $(Y)$ ,  $(A)$ ,  $(h)$  irgendwelche Näherungswerte für die Koordinaten, Azimut und Höhe im Knotenpunkt,  $X_r$ ,  $Y_r$ ,  $A_r$ ,  $h_r$  die aus dem einzelnen Streifen erhaltenen unkorrigierten Werte.

Im vorliegenden Fall ergaben sich für den in der Nähe des Knotenpunktes gelegenen Kirchturm Koordinaten mit folgenden wahren Fehlern gegenüber der Landesaufnahme:

$$f_x = +43,4 \text{ m} \quad f_y = -45,3 \text{ m} \quad f_h = +6 \text{ m}$$

und einem mittleren Fehler aus der Ausgleichung

$$m_x = \pm 120 \text{ m} \quad m_y = \pm 80 \text{ m} \quad m_h = \pm 10 \text{ m}$$

Die drei Koeffizienten  $c$  wurden mit einem mittleren Fehler von je  $\pm 2 \cdot 10^{-8}$  Einheiten erhalten, das Azimut mit einem mittleren Fehler  $\pm 0,07\%$ . Der mittlere Fehler der  $c$  entspricht einem mittleren Längenfehler von  $\pm 100 \text{ m}$  und einem mittleren Höhenfehler von  $\pm 8 \text{ m}$  auf  $100 \text{ km}$ . Dabei zeigt sich, daß der Querfehler und der Längenfehler von näherungsweise gleicher Größe sind, im Gegensatz zur Radialmethode, bei der Rautenzüge die Richtung besser halten als den Maßstab.

Der Versuch zeigt, daß es möglich ist, eine Aerotriangulation von einer Küste aus in das Innere eines nicht begehbaren Landes mit einer Genauigkeit vorzutreiben, die in der Lage rund  $1/1000$  des Abstandes beträgt. Außerdem zeigt der Versuch, daß durch Aeronivellement die Höhe mit so großer Genauigkeit ermittelt werden kann, daß der Fehler im vorliegenden Fall noch nicht  $1/10000$  der Entfernung überschritt.

Die bei diesem Versuch erzielte Genauigkeit stellt noch nicht das Höchstmaß des Erreichbaren dar. Steigerungen der Genauigkeit sind auf zwei Wegen möglich: durch erhöhte Sorgfalt bei Behandlung des Aufnahmematerials, vor allem aber durch Mitverwendung einer Horizontbildkammer. Infolge des Fehlens einer solchen Kammer hat in einem der Streifen eine systematische Verwindung des Modells quer zur Flugrichtung bis zu einer Querneigung von rund  $4/1000$  eintreten können, die ihrerseits wieder zu Verbiegungen beiträgt.

Neben der erreichten Genauigkeit interessiert vor allem der Zeitaufwand. Die Gesamtlänge der polygonierten Streifen betrug  $358 \text{ km}$ . Hierzu wurden  $140$  Bilder in  $115\frac{1}{2}$  Stunden einschließlich der Kartierung und Koordinatenbestimmung aller Kontrollpunkte bearbeitet, also ein Bild in  $50$  Minuten. Es bedeutet dies einen Arbeitsfortschritt von rund  $25 \text{ km}$  Aeronivellement am Arbeitstag bei einer Streifenbreite von  $7 \text{ km}$ . Diese Leistung ist unter den gegebenen Umständen als Normalleistung anzusehen. Bei einem Versuch über ein größeres Teilstück mit einem am Stereoplanigraphen noch nicht eingearbeiteten Mitarbeiter wurde am ersten Arbeitstag eine Leistung von  $13 \text{ km}$ , am dritten Arbeitstag aber bereits eine Leistung von  $18 \text{ km}$  Aeronivellement je Arbeitstag erreicht.

Die erreichte hohe Genauigkeit und der sehr geringe Zeitaufwand beruhen, abgesehen von den günstigen Eigenschaften der Aufnahmeapparatur, auf der besonderen Eignung des Stereoplanigraphen für derartige Arbeiten. Seine diesbezüglichen besonderen Vorzüge sind: 1. Möglichkeit der unmittelbaren stereoskopischen Ausmessung weitwinkliger Aufnahmen von über  $100^\circ$  Bildwinkel, 2. Möglichkeit des Folgebildanschlusses mit einem Minimum von Arbeit infolge der besonderen Einrichtung für Stereumschaltung und Standpunktwechsel.

Die berichteten Ergebnisse liegen in bezug auf den Umfang der gelösten Aufgabe, Genauigkeit und Schnelligkeit weit über allen von anderer Seite bisher veröffentlichten Versuchsergebnissen.

#### 4. Folgerungen.

Die Entwicklung der Aerotriangulation hat mit dem Aeronivellement eine Methode gebracht, die uns heute schon in die Lage versetzt, eine topographische Aufnahme schwer zugänglicher oder selbst unbetretbarer Gebiete mit einem Minimum terrestrischer Messungen so durchzuführen, daß das Ergebnis den Anforderungen an Karten kleinerer Maßstäbe, in vielen Fällen auch denen des Bauingenieurs für generelle Projektierungen, sowohl nach Lage wie auch nach Höhe genügt.

Die aerophotogrammetrische Vermessung von Kolonialgebieten kann nach dieser Methode etwa folgendem Schema folgen (Abb. 16):

1. An einem Küstensaum oder in einem Randgebiet werden in Abständen von rund  $100 \text{ km}$  astronomisch-geodätische Stationen eingerichtet ( $A_1, A_2, \dots$ ). An diesen Stationen wird die geographische Breite und Länge eines gut luft sichtbaren Punktes bestimmt sowie das Azimut der Richtung nach wenigstens einem weiteren luft sichtbaren Punkt in nicht unter  $5 \text{ km}$  Entfernung. Außer diesen astronomischen Arbeiten ist die Messung der Länge von einer oder zwei nicht unter  $4 \text{ km}$  langen Strecken erforderlich, die in der Nähe der astronomischen Station liegen, aber mit ihr nicht in Verbindung gebracht zu

werden brauchen, außerdem die Höhenbestimmung für drei bis vier luft sichtbare Punkte, falls nicht die Meeresküste selbst die Höhenbasis bilden kann.

2. Diese astronomisch-geodätischen Stationen bilden die Grundlage für das Aeronetz I. Ordnung. Dieses besteht aus näherungsweise quadratischen Maschen von je 100 km Seitenlänge, in denen außer den Seiten auch die Diagonalen befliegen sind, so daß sich an die Reihe der A-Punkte in 100 km Abstand eine Reihe von B-Punkten schließt, an die in weiteren 100 km Abstand eine Reihe von C-Punkten in gleicher Weise angeschlossen werden kann, usw. nach Bedarf. Bei den Anfangsmaschen bilden die Flüge zwischen den astronomischen Stationen Hilfsmittel zur Ermittlung von Instrumentenkonstanten und zur Verbesserung der Lage der astronomischen Stationen selbst, da deren Abstandgenauigkeit aus astronomischen Messungen schon infolge der Lotabweichungsfehler vielfach geringer ist als die durch Aeronivellement erreichbare Genauigkeit.

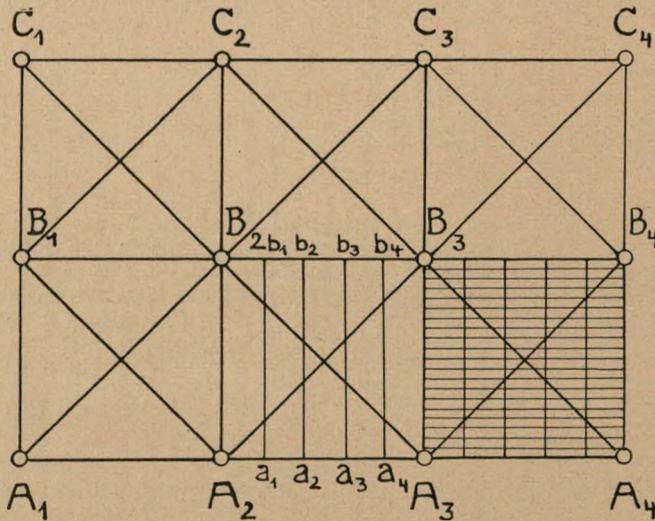


Fig. 16.

Schematische Darstellung einer Aerotriangulation in Kolonialgebieten.

$A_1, A_2, A_3 \dots$  astronomisch-geodätisch bestimmte Küstenpunkte.  
 $B_1, B_2, B_3 \dots C_1, C_2 \dots$  Punkte des Aeronetzes 1. Ordnung.  
 $a_1, b_1, a_2, b_2 \dots$  Punkte des Aeronetzes 2. Ordnung.

3. Die Flugstreifen des Netzes I. Ordnung bilden die fliegerische Unterlage für ein Netz II. Ordnung und liefern zugleich die Knotenpunkte für dessen Anschluß. Das Netz II. Ordnung besteht aus näherungsweise parallelen Flugstreifen, die in etwa 20 km gegenseitigem Abstand innerhalb der einzelnen Quadratmasche geflogen sind. Zwischen den Streifen II. Ordnung werden die Streifen III. Ordnung zur topographischen Aufnahme geflogen. Dabei dienen die Streifen II. Ordnung außerdem zur Orientierung des Fliegers, so daß dieser seine je 20 km langen Flüge zwischen den gewünschten Anfangs- und Endpunkten lückenlos nebeneinanderreihen kann (bei 4000–5000 m über Grund in Abständen von 5–6 km).

4. Bei dieser Anordnung erfordert jede Quadratmasche von rund 10 000 qkm Fläche für das Netz I. und II. Ordnung Flugstreifen von rund 1000 km Länge. Dazu kommen für die Mascheneinheit 15–20 Streifen III. Ordnung von insgesamt 1500–2000 km Länge. Die Zahl der erforderlichen Aufnahmen ist bei einer Flughöhe von 4000–5000 m über Grund und Verwendung einer ZA.-Weitwinkelkamera je Mascheneinheit: 400 Aufnahmen für das Netz I. und II. Ordnung, 600–800 Aufnahmen für das Netz III. Ordnung.

5. Als Auswertegerät wird für das Netz I. und II. Ordnung wegen der hier erforderlichen erhöhten Genauigkeit der Stereoplanigraph benötigt. Für das Netz III. Ordnung und die topographische Ausarbeitung genügt der Aeropojektor Multiplex. Für die Auswertearbeit wird ein Stereoplanigraph je Mascheneinheit während der Dauer von zwei Monaten beschäftigt, während die topographische Arbeit zur Herstellung einer Schichtlinienkarte 1 : 50 000 je Mascheneinheit von drei Aeropojektoren mit je zwei Kartographen innerhalb von einem Jahr geleistet werden kann.

## Photogrammetrische Bezugsnetze auf Grund von Wechselschnitten an schiefen Kreiskegeln und mit Hilfe von Geradenbüscheln

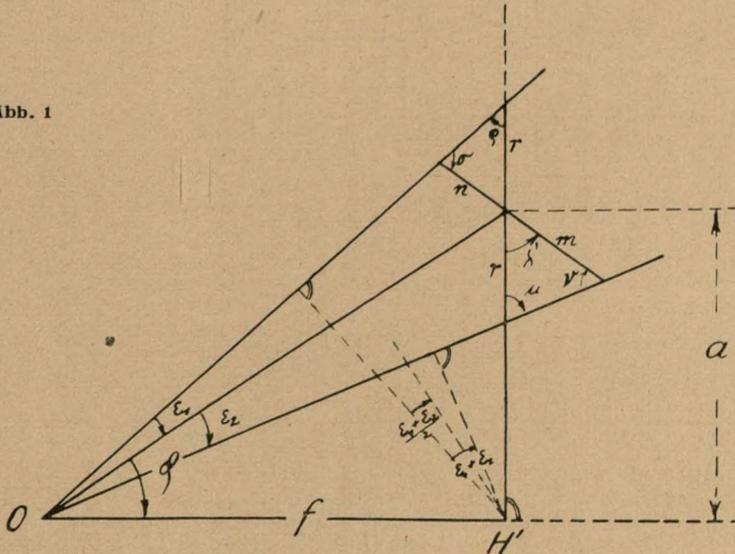
Von Vermessungsassessor R a a b, Karlsruhe.

Den Messungen aus Photogrammen liegt der Gedanke zugrunde, daß ein Teil des Objektraumes durch Zentralprojektion auf eine Ebene, nämlich die lichtempfindliche Schicht der Platte oder des Filmes, abgebildet wird. Eine exakte Abbildung ist jedoch nur insoweit möglich, als man von Konstruktionsfehlern der Aufnahmekammer, Verzerrungsfehlern des photographischen Objektivs und Abbildungsfehlern, wie sie durch das begrenzte Auflösungsvermögen der photographischen Emulsion und andere Ursachen bedingt sind, absehen darf. Bei den folgenden Untersuchungen werden diese Fehlerquellen nicht in Betracht gezogen, sondern das Photogramm soll als eine in mathematischem Sinne exakte Zentralperspektive angesehen werden.

Handelt es sich um die zentralperspektivische Abbildung einer horizontalen Geländeebene, so ist man auf Grund der projektiven Verwandtschaft von Bild und Geländeebene bzw. Karte in der Lage, Bildpunkte in die Karte zu übertragen, sofern sich vier in ihr gegebene Punkte im Bilde identifizieren lassen (Vierpunktverfahren oder Papierstreifenmethode). Sollen sehr viele Punkte bestimmt oder Linien rekonstruiert werden, so wird man besser von einem Netzverfahren Gebrauch machen. Von den verschiedenen Netzkonstruktionen haben sich besonders das allgemeine Bezugsnetz und das Möbiusnetz bewährt<sup>1</sup>. Im folgenden soll auf ein neues, geometrisch interessantes Verfahren hingewiesen werden, dem unter gewissen Voraussetzungen ebenfalls praktische Bedeutung zukommt<sup>2</sup>.

Durch das Zentrum eines photogrammetrischen Strahlenbündels und einen beliebigen in der Bildebene gelegenen Kreis ist ein Kegel 2. Ordnung festgelegt. Es gibt nun, wie hier ohne Beweis angegeben sei<sup>3</sup>, für jede dieser Kegelflächen außer der zur Bildebene parallelen Ebenenschar ( $E_1$ ) eine zweite Schar von Parallelebenen ( $E_2$ ), welche den Kegel

Abb. 1



<sup>1</sup> Vgl. Lüscher, Photogrammetrie, Aus Natur und Geisteswelt, Bd. 612, Verlag B. G. Teubner, Leipzig-Berlin, S. 97 u. f.

<sup>2</sup> Über die Entzerrung von Photogrammen vgl. auch Feyer, Axonometrische Photogrammetrie, Separatabdruck aus der Festschrift zur Einweihung der Techn. Hochschule Breslau; und Feyer, Über den perspektivischen Charakter von Meßbildern, Sonderdruck aus der Festschrift der Techn. Hochschule zu Breslau zum 25-jährigen Bestehen, 1935; und Koerner, Zeichnerische Neupunktbestimmung nach Fliegerbildern eines bergigen Aufnahmegebietes, Art. Rundschau, Heft 3, 1926.

<sup>3</sup> Allgemein handelt es sich hierbei um die bekannten Wechselschnitte an Flächen 2. Ordnung; vgl. z. B. Salmon-Fiedler, Analytische Geometrie des Raumes, I. Teil, 1923.

in Kreisen schneidet. Dreht man einen der Kegel um seine Mittellinie um den Winkel  $\pi$ , so erkennt man, daß durch die neue Lage der Ebene des Leitkreises, der wieder auf den Kegelmantel zu liegen kommt, und die dazu parallelen Ebenen diese zweite Ebenenschar festgelegt wird; sie schließt mit der Mittellinie einen Winkel ein, der entgegengesetzt gleich dem Winkel ist, den die Ebenenschar  $E_1$  mit der Mittellinie bildet (Wechselschnitte), und die Spuren dieser Ebenen auf der Bildebene bzw. auf der Ebenenschar  $E_1$  stehen senkrecht zur Hauptschnittebene des Kegels (Ebene durch die optische Achse und den Mittelpunkt des Leitkreises).

Es sollen nun die Beziehungen zwischen dem Winkel  $\lambda$  dieser beiden Ebenenscharen  $E_1$  und  $E_2$ , dem Abstand  $a$  des Leitkreismittelpunktes vom Bildhauptpunkt  $H'$  und dem Radius  $r$  des Leitkreises aufgestellt werden.

Nach Andeutung in Abbildung 1, welche einen Hauptschnitt vorstellt, gelten die Gleichungen:

$$\varepsilon_1 = \text{arc tg } \frac{a+r}{f} - \text{arc tg } \frac{a}{f} \quad (1)$$

$$\varepsilon_2 = \text{arc tg } \frac{a}{f} - \text{arc tg } \frac{a-r}{f} \quad (2)$$

Handelt es sich nun entsprechend den obigen Ausführungen um Wechselschnitte, und bezeichnet man mit  $\lambda$  den Winkel, den die beiden Ebenenscharen miteinander einschließen, so ist

$$\lambda = 2 \left( \varphi + \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{2} \right) = 2\varphi + \varepsilon_1 - \varepsilon_2 \quad (5)$$

oder unter Berücksichtigung von (1) und (2)

$$\lambda = \text{arc tg } \frac{a+r}{f} + \text{arc tg } \frac{a-r}{f} \quad (4)$$

wenn  $a$  der Abstand des Bildkreismittelpunktes vom Bildhauptpunkt  $H'$ ,  $r$  der Halbmesser des Leitkreises und  $f$  die Bildweite ist (Abb. 2).

Allgemein ergeben sich aus Abbildung 1 die Beziehungen:

$$\varrho = \frac{\pi}{2} - (\varphi + \varepsilon_1)$$

$$\sigma = \pi - \lambda' - \varrho = \frac{\pi}{2} + \varphi + \varepsilon_1 - \lambda'$$

$$\mu = \frac{\pi}{2} - (\varphi - \varepsilon_2)$$

$$\nu = \pi - \lambda' - \mu = \frac{\pi}{2} - \lambda' + \varphi - \varepsilon_2 = \frac{\pi}{2} - (\lambda' - \varphi + \varepsilon_2)$$

$$\frac{m}{r} = \frac{\sin \mu}{\sin \nu} = \frac{n}{r} = \frac{\sin \varrho}{\sin \sigma}$$

$$\frac{m}{n} = \frac{\sin \sigma \sin \mu}{\sin \varrho \sin \nu} = \frac{\cos (\varphi - \varepsilon_2) \cos (\lambda' - \varphi - \varepsilon_1)}{\cos (\varphi + \varepsilon_1) \cos (\lambda' - \varphi + \varepsilon_2)} \quad (5)$$

Für  $\lambda' = \lambda = 2\varphi + \varepsilon_1 - \varepsilon_2$  (Wechselschnitte) findet man:

$$\frac{m}{n} = \frac{\cos^2 (\varphi - \varepsilon_2)}{\cos^2 (\varphi + \varepsilon_1)} = \frac{f^2 + (a+r)^2}{f^2 + (a-r)^2} \quad (6)$$

Aus Gleichung (4) folgt, daß es für jede Lage der Bildebene zur Objektebene Kreischaren gibt, die einander perspektiv zugeordnet sind. Andererseits entspricht einem Kreise auf der Bildebene dann und nur dann ein Kreis auf einer Ebene im Objektraum, wenn diese parallel zur Bildebene ist oder einen Winkel  $\lambda$  mit ihr einschließt, der sich für einen bestimmten Radius  $r$  des Bildkreises und den gegebenen Abstand  $a$  des Kreismittelpunktes von  $H'$  aus Gleichung (4) ergibt, wenn die Schnittgerade mit der Bildebene senkrecht auf der durch die optische Achse und den Bildkreismittelpunkt bestimmten Ebene steht.

Ist eine Spurparallele gegeben, so ist auch der geometrische Ort der zu bestimmten Leitkreismittelpunkte als Senkrechte zur Spurparallelen durch den Bildhauptpunkt bestimmt. Wenn außerdem der Winkel, den Bild- und Objektebene miteinander einschließen, bekannt ist, so lassen sich mit Hilfe von Gleichung (6) die den Kreisen der Bildebene entsprechenden Kreise in der Karte bestimmen; am einfachsten erfolgt die Konstruktion auf graphischem Wege, wie in den Abbildungen 3a und 3b angedeutet ist, wo die Schnittpunkte der Bildkreise mit der Geraden  $W'H'$  (Abb. 3a) auf eine in Abb. 3b eingezeichnete Gerade (A) (H), die mit  $HW$  den Neigungswinkel zwischen Bild und

Kartenebene (60°) einschließt, übertragen sind; das durch diese Teilungspunkte und (0) bestimmte Strahlenbüschel legt die korrespondierenden Schnittpunkte der Kartenkreise auf der Geraden HW fest.

Zeichnet man in die Kreisscharen der Abbildungen 3a und 3b Strahlenbüschel ein, deren Zentren mit den Zentralpunkten der Kreisbüschel zusammenfallen, so ergibt sich ein Bezugsnetz, dessen Maschen durch Kreise und Gerade gebildet werden. In Abb. 3a wurden z. B. die zur Spur von Bild- und Objektebene parallelen Kreistangenten mit einem Bildkreise zum Schnitt gebracht und diese Schnittpunkte mit dem Zentralpunkte W' verbunden. Analog kann das Strahlenbüschel der Abbildung 3b konstruiert werden.

Durch Gleichung (4) sind die Beziehungen zwischen den drei Veränderlichen  $\lambda$ ,  $a$  und  $r$  gegeben, wenn man die Bildweite  $f$  als Konstante betrachtet (Abb. 2). Wie oben schon dargelegt, müssen aber die Bildkreismittelpunkte in der zur Schnittgeraden von

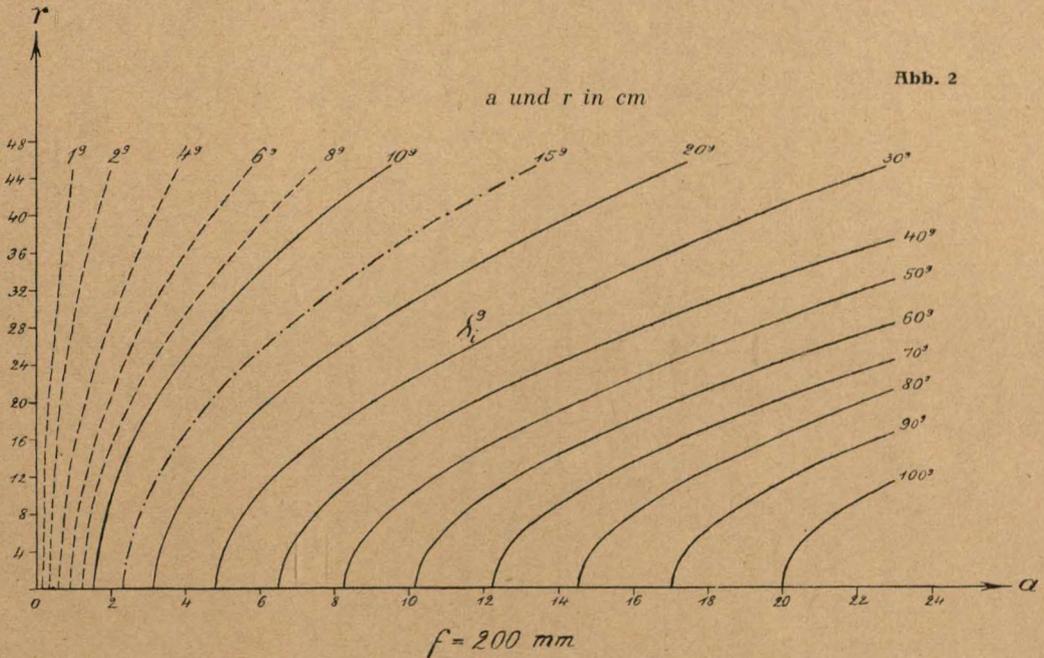


Bild- und Objektebene senkrechten Ebene durch den Bildhauptpunkt liegen, wenn den Bildkreisen auch auf der Objektebene Kreise entsprechen sollen. Der Radius  $r$  eines Bildkreises verändert sich bei gegebenem Neigungswinkel ( $\lambda = \text{constans}$ ) mit dem Abstand  $a$  des Kreismittelpunktes vom Bildhauptpunkt  $H'$ . Setzt man  $a = \text{constans}$ , so erhält man eine Schar konzentrischer Kreise mit dem Mittelpunktsabstand  $a$  vom Bildhauptpunkt  $H'$ . Jedem Kreise entspricht hierbei, sofern Bild- und Objektebene nicht parallel sind, ein anderer Neigungswinkel der beiden Ebenen. Im Falle  $a = 0$  bleibt  $\lambda$  für beliebiges  $r$  Null, für  $\lambda = 0$  wird aber jeder Kreis der Objektebene auch in der Abbildung zu einem Kreis, d. h. die beiden Ebenenscharen  $E_1$  und  $E_2$  fallen zusammen. Ist  $r = \text{constans}$ , so wird die Neigung von Bild- und Objektebene durch den Abstand  $a$  des Leitkreismittelpunktes von  $H'$  festgelegt. Ist schließlich  $a = r$ , so erhält man aus (4):

$$\lambda = \text{arc tg } \frac{2r}{f} = \text{arc tg } \frac{2a}{f} \tag{7}$$

Der Abstand des Kreismittelpunktes von  $H'$ , d. i. der Radius des Kreises, bestimmt somit den Neigungswinkel der Ebenen. Zeichnet man daher eine Schar von Kreisen, die sich alle in einem Punkte berühren (Abb. 4), bringt man den gemeinsamen Berührungspunkt dieser Kreise mit dem Bildhauptpunkt  $H'$  zur Deckung und dreht das Kreisbüschel so lange um  $H'$ , bis irgendeinem Bildkreise auch ein Kreis auf der Ebene im Objektraum entspricht, so lassen sich der Winkel von Bild- und Objektebene und die

Richtung ihrer Schnittgeraden angeben. Da 5 Punkte einen Kegelschnitt bestimmen, ist die Beobachtung von 5 Punktpaaren notwendig und hinreichend. Diese Methode könnte praktisch Anwendung finden, wenn es sich etwa darum handelt, den Winkel zwischen

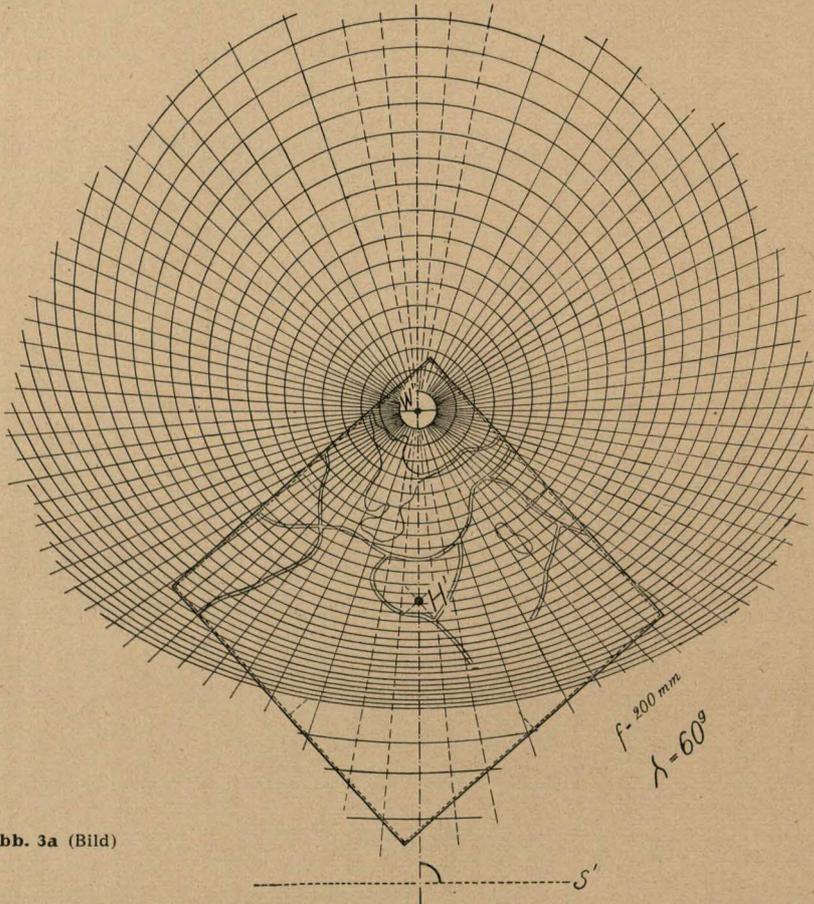


Abb. 3a (Bild)

Bild und dessen schon vorliegender Entzerrung sowie die Richtung der Schnittgeraden von Bild- und Kartenebene zu ermitteln.

Beachtet man nun, daß in Gleichung (4) für  $r = 0$

$$\lambda = 2 \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{a}{f} \quad \text{oder} \quad a = f \operatorname{tg} \frac{\lambda}{2} \quad (8)$$

wird, so erkennt man, daß der Zentralpunkt der Kreisbündel mit dem Fokalfunkt, der bei der Radialtriangulation eine wichtige Rolle spielt, zusammenfällt. Die durch einen Fokalfunkt<sup>4</sup> und beliebige Bildpunktpaare bestimmten Winkel sind aber identisch mit den Winkeln, die in der Karte durch die entsprechenden Punkte festgelegt sind. Daraus

<sup>4</sup> Bekanntlich unterscheidet man in jedem Photographum eines ebenen Gebildes zwei Fokalfunkte, die auf der zur Spur von Bild- und Objektebene senkrechten Geraden durch den Bildhauptpunkt liegen. Das Produkt der Abstände  $a'_1$  und  $a'_2$  dieser Punkte vom Bildhauptpunkt ist konstant:  $\left(f \operatorname{tg} \frac{\lambda}{2}\right) \left(f \operatorname{ctg} \frac{\lambda}{2}\right) = f^2$ . Vgl. auch S. Finsterwalder, Die geometrischen Grundlagen der Photogrammetrie, Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung, Leipzig 1899; v. Gruber, Fortschritte der Aerotriangulation, Bildmessung und Luftbildwesen 1928, Heft 4; Koppmaier, Nadirtriangulierung, Allgemeine Vermessungs-Nachrichten, 1929; v. Gruber, Ferienkurs in Photogrammetrie; und v. Gruber, Fortschritte der Aerotriangulation, Bildmessung und Luftbildwesen 1928, Heft 4.

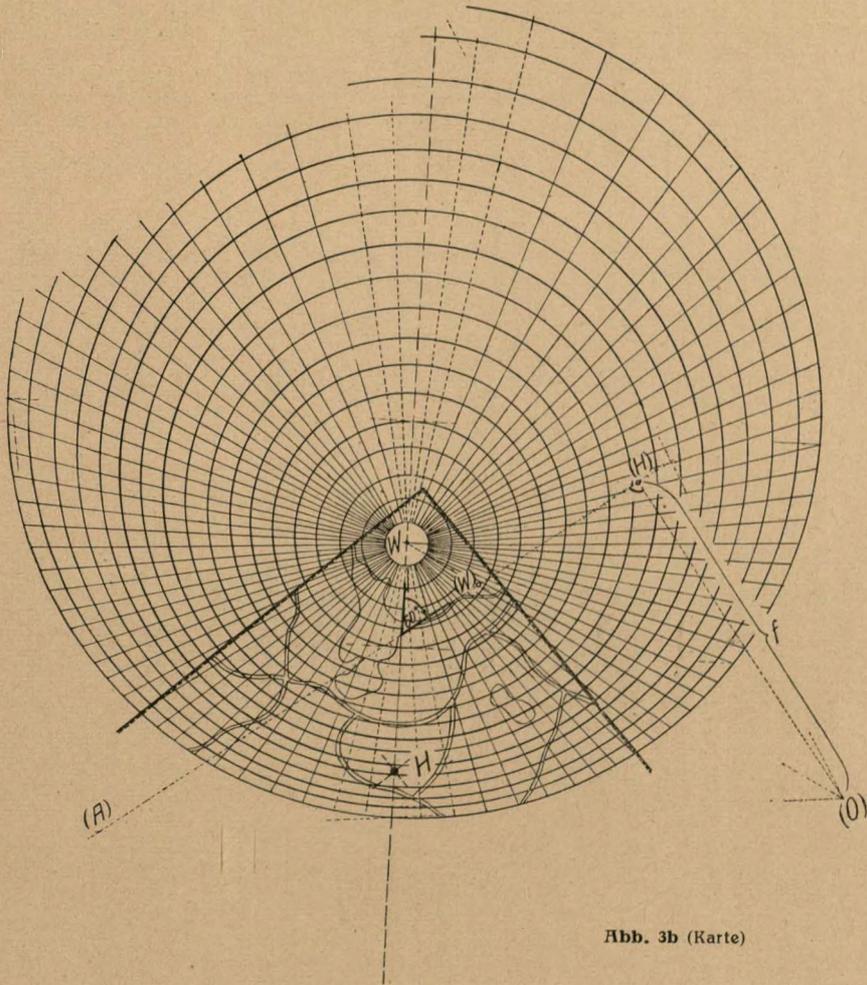
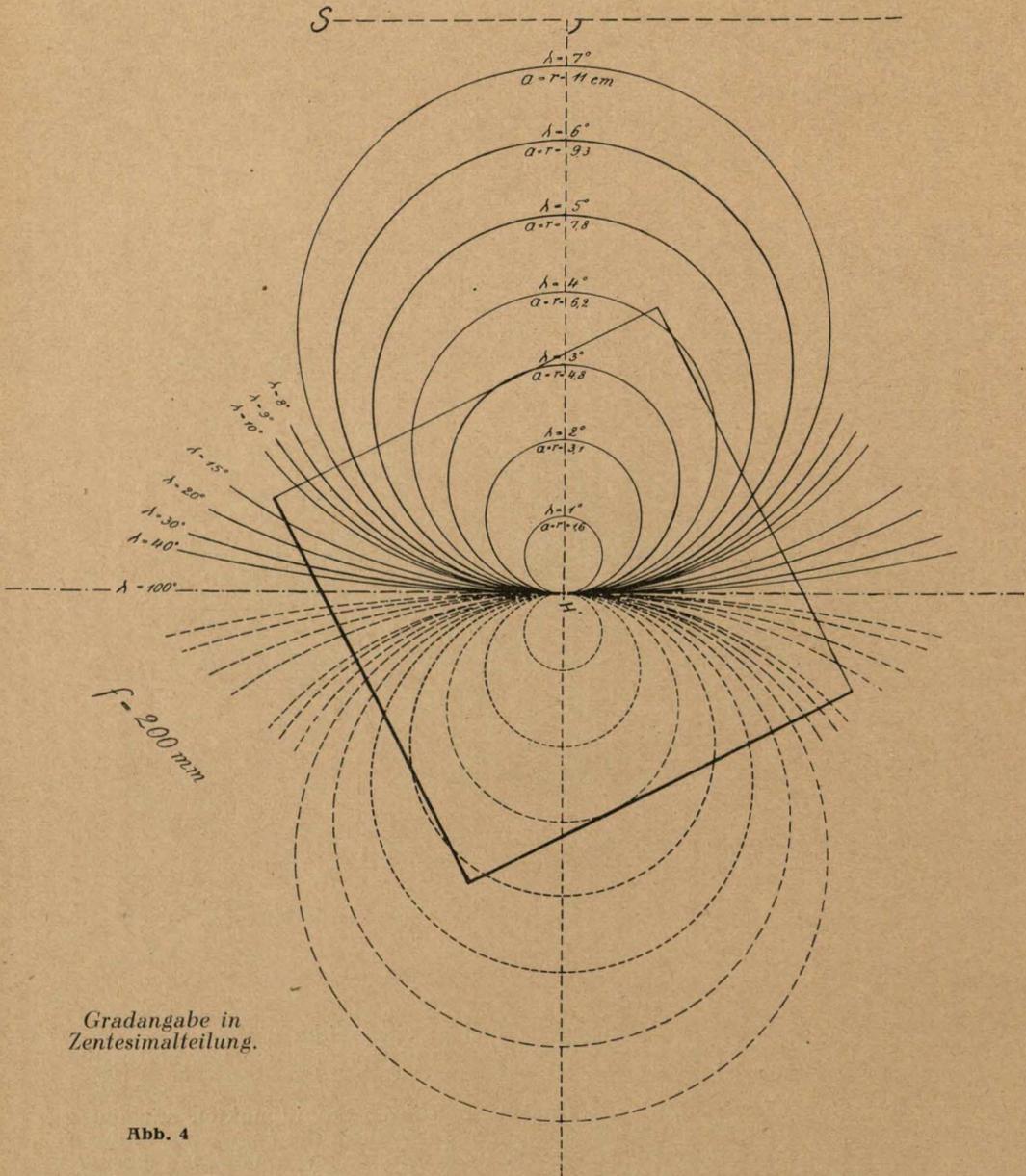


Abb. 3b (Karte)

folgt, daß an Stelle der in den Abbildungen 3a und 3b eingezeichneten Geradenbüschel auch solche Büschel treten können, bei welchen zwei aufeinanderfolgende Strahlen dieselben Winkel miteinander einschließen.

Ersetzt man die Bildkreise durch die Tangenten in ihren Schnittpunkten mit einem Strahl des Geradenbüschels  $W'$  und die Kreise in der Karte durch die Tangenten in ihren Schnittpunkten mit dem entsprechenden Strahle in der Karte, so erhält man Bezugsnetze, deren Maschen nur von Geraden gebildet werden. Für einen gegebenen Neigungswinkel von Bild- und Kartenebene und eine bestimmte Richtung der Spurparallelen erhält man, wenn der Reihe nach alle möglichen Strahlen des Büschels  $W'$  bzw.  $W$  in Betracht gezogen werden, unendlich viele Bezugsnetze, die einander perspektiv entsprechen (vgl. Abb. 5). In gleicher Weise könnte auch der andere Fokalfunkt zur Netzkonstruktion herangezogen werden. Allgemeiner lassen sich schließlich, wenn man beliebig, in Bild und Karte aber einander entsprechende Tangenten konstruiert, beliebig viele Scharen von Geraden festlegen, welche zusammen mit den Büscheln  $W'$  bzw.  $W$  perspektivische Bezugsnetze ergeben. Am einfachsten liegen die Verhältnisse, wenn die Kreistangenten parallel zur Spur werden, wie weiter unten an einem Beispiel gezeigt werden soll.



Gradangabe in Zentesimalteilung.

Abb. 4

Einem Strahlenbündel, dessen Zentrum mit einem Fokalfunkt  $W_1'$  zusammenfällt, entspricht ein identisches Strahlenbündel in der Karte<sup>5</sup>. Ebenso entspricht aber auch dem Strahlenbündel mit dem Zentrum  $W_2'$  des Bildes ein kongruentes Strahlenbündel  $W_2$  in der Karte. Sind nun die beiden Bildbündel kongruent, so stimmen alle 4 Bündel — in Bild und Karte — miteinander überein, d. h. man erhält ein Bildnetz, das dem Kartennetz ähnlich ist oder auch kongruent sein kann.

<sup>5</sup> Bei allen hier angegebenen Konstruktionen wird vorausgesetzt, daß Kartenebene und Objektebene parallel sind.

Bezeichnet man in Abb. 6a die Büschel in genau derselben Weise wie in Abb. 6b, so erhält man offenbar eine ähnliche oder kongruente Zeichnung. Dieselben Netzkonstruktionen können aber auch dazu dienen, das Kartenbild zu entwerfen. Aus Abb. 7 (Positivstellung), welche einen Schnitt durch die optische Achse und die Fokalfunkte  $W'_1$  und  $W'_2$  des Bildes vorstellt und somit auch den Bildhauptpunkt  $H'$  und die Kartenpunkte  $H$ ,  $W_1$  und  $W_2$  enthält, ergibt sich die relative Lage der Kartenpunkte  $H$ ,  $W_1$  und  $W_2$ . Der Richtung eines Strahles  $W'_1 H'$  des Bildes (vgl. Abb. 7: Pfeile und gestrichelte Linien) entspricht in der Karte die Richtung  $W_1 H$ , dem Strahle  $W'_2 H'$  aber ein Strahl, der entgegengesetzt  $W_2 H$  gerichtet ist; die Richtung eines Bildstrahles, der parallel zur Kartenebene ist, bleibt aber erhalten (vgl. in Abb. 6a u. 6b:  $W'_2(a)$  und  $W_2(a)$  bzw.  $W'_2(g)$  und  $W_2(g)$ ). Werden nun die Strahlen des Büschels  $W_1$  (Abb. 6b) in derselben Weise wie in Abb. 6a bezeichnet, die Strahlen des Büschels  $W_2$  aber (von der Spurparallelen aus) in entgegengesetztem Sinne, d. h. entgegen dem Sinne des Uhrzeigers, wenn die

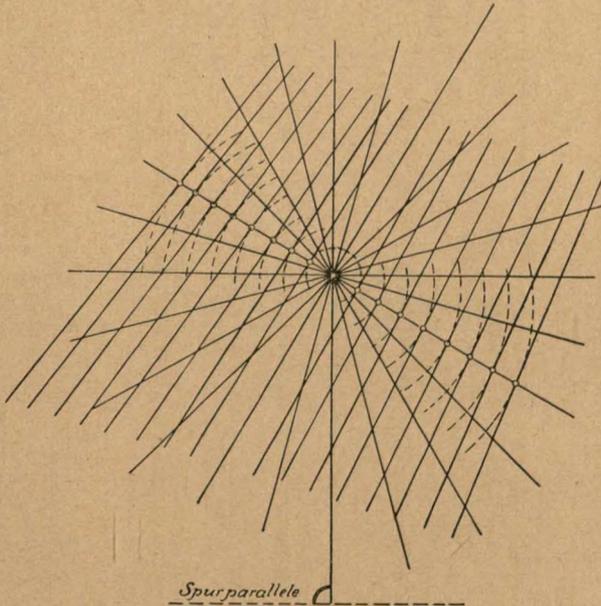


Abb. 5

Bezifferung in Abb. 6a im Uhrzeigersinne erfolgte, so ergibt der Schnitt entsprechender Strahlen die Kartenzeichnung. Hierbei ist zu beachten, daß der Kartenpunkt  $W_1$  links von  $W_2$  zu liegen kommt, wenn die entsprechenden Punkte  $W'_1$  und  $W'_2$  im Bilde in umgekehrtem Sinne aufeinander folgten (vgl. die Bezeichnung der Büschelzentren und Strahlen in Abb. 6a und 6b). In Bild und Karte sind die Netzkonstruktionen gleich. Lediglich die Bezeichnungen der Netzlinien sind abzuändern.

Die praktische Anwendbarkeit aller oben angedeuteten Netzkonstruktionen stützt sich auf die fundamentale Voraussetzung, daß eine Spurparallele und der Neigungswinkel zwischen Bild- und Objektebene gegeben sind oder doch in einfacher Weise ermittelt werden können.

Bei Aufnahmen von festen Standorten aus ist es im allgemeinen leicht möglich, diese Elemente schon bei der Durchführung der Aufnahmen zu bestimmen. Bei Flugaufnahmen wird der Neigungswinkel — eine horizontale Geländeebene vorausgesetzt — durch Mitphotographieren einer mit Teilung versehenen Dosenlibelle festgelegt. Die Verbindungsgerade des Mittelpunktes der abgebildeten Libellenblase mit dem abgebildeten Nullpunkt der Libellentheilung steht senkrecht zur Spur von Bild- und Objektebene, so daß die Richtung der Spurparallelen bekannt ist. Da infolge des Einflusses der Beschleunigungskräfte der Neigungswinkel nur auf etwa  $\pm 1^\circ$  genau entnommen werden kann und auch die Richtung der Spurparallelen sich nur in grober Näherung ermitteln läßt, ist die graphische Entzerrung von vornherein mit dem Einfluß dieser

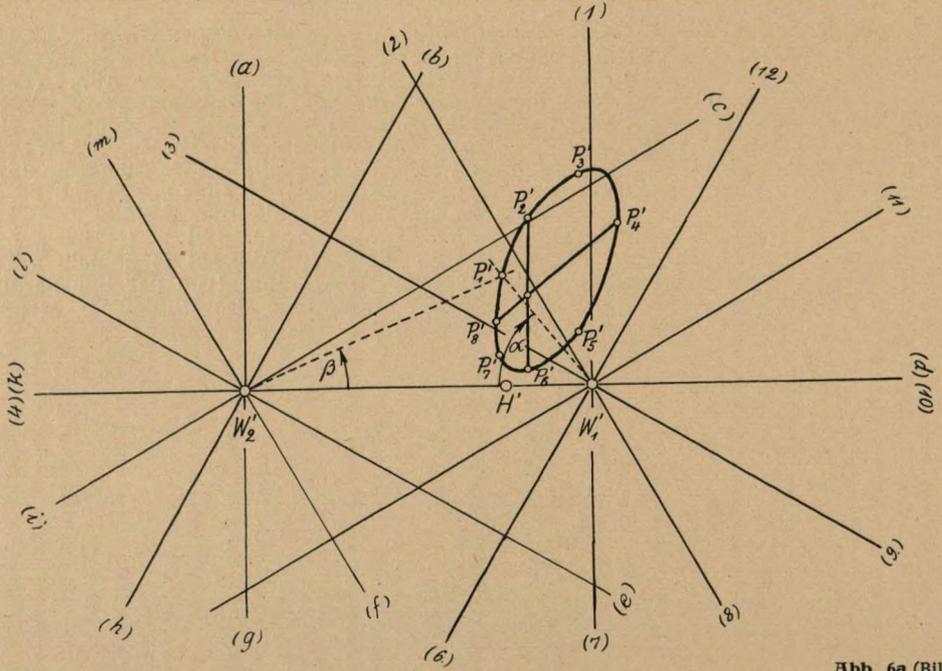


Abb. 6a (Bild)

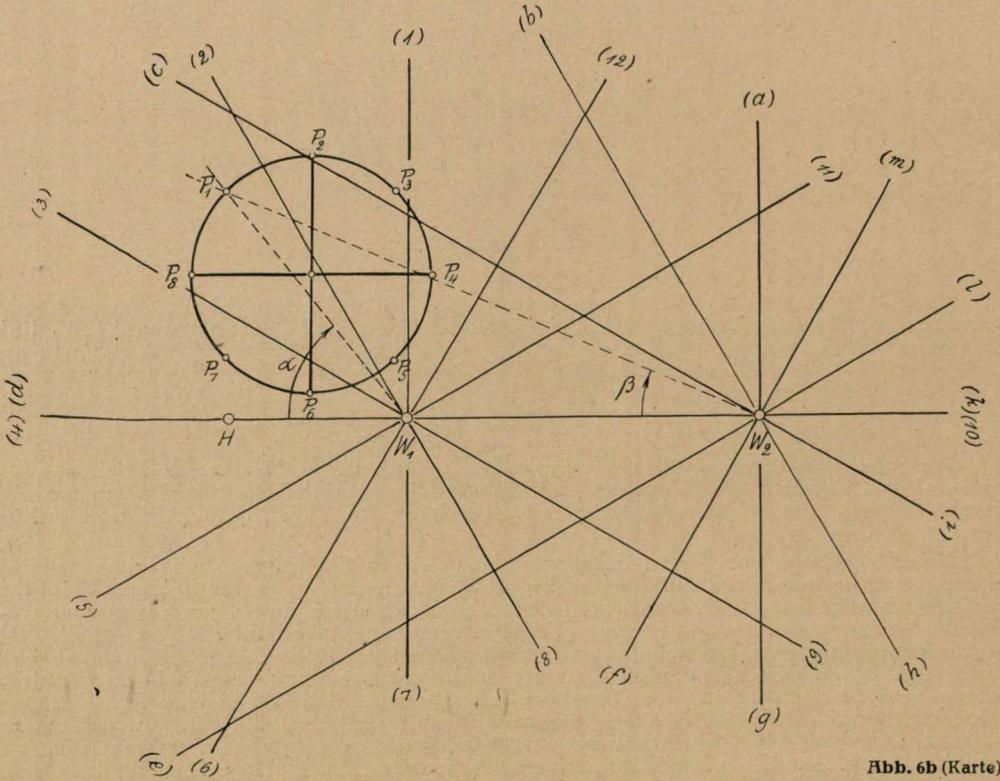


Abb. 6b (Karte)

Fehler behaftet. Handelt es sich aber lediglich um die Ergänzung einer schon vorhandenen Karte, so lassen sich genauere Werte ermitteln, wenn man den gemeinsamen Berührungspunkt der in Abb.4 angegebenen Kreise mit dem Bildhauptpunkt zur Deckung bringt, das Kreisbüschel unter Beachtung des Libellenausschlages näherungsweise orientiert und diese Orientierung so lange verbessert, bis wenigstens 5 Punkte eines Bildkreises auch in der Karte auf einem Kreise liegen; denn der Radius dieses Bildkreises bestimmt nach Gleichung (7) die Neigung zwischen Bild- und Kartenebene, und die Verbindungsgerade des Bildkreismittelpunktes mit dem Bildhauptpunkt steht senkrecht zur Spur von Bild- und Objektebene.

Im folgenden soll an Beispielen die Konstruktion einiger Bezugsnetze näher erläutert werden.

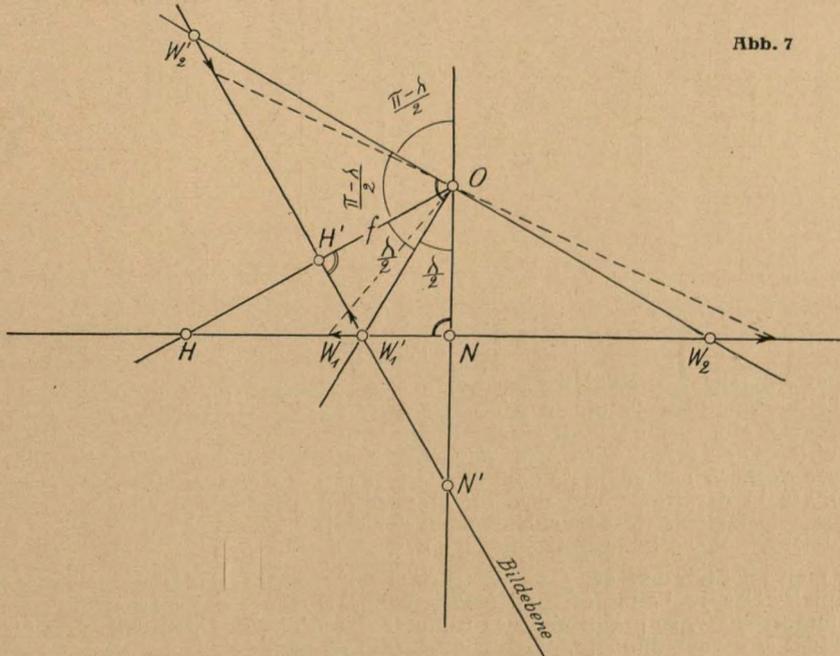


Abb. 7

In Abb.8a stelle  $A'B'C'D'$  ein Photogramm eines ebenen Gebildes vor.  $H'$  sei der Bildhauptpunkt,  $s'$  eine Spurparallele und  $\lambda = 60^\circ$  der Neigungswinkel zwischen Bild- und Objektebene; Objekt- und Kartenebene sollen parallel sein. Aus der graphischen Darstellung Abb.2 erhält man für  $r = 0$  und  $\lambda = 60^\circ$  den Abstand  $a$  des Fokalkpunktes  $W'$  vom Bildhauptpunkt  $H'$ . Die rechnerische Bestimmung kann auch unter Benutzung von Gleichung (8) erfolgen. Trägt man auf dem vom Bildhauptpunkt auf die Spurparallele gefällten Lot in der dem Lotfußpunkt entgegengesetzten Richtung den ermittelten Abstand  $a$  ab, so ist der Zentralpunkt  $W'$  des Bezugsnetzes im Bilde festgelegt. Beschreibt man nun einen Kreis mit beliebigem Radius um  $W'$  als Mittelpunkt, teilt den Kreisumfang in  $n$  gleiche Teile, wobei ein Teilungspunkt auf der Geraden  $H'W'$  liegen soll, und verbindet die Teilungspunkte mit  $W'$ , so ist ein Strahlenbüschel gegeben, bei welchem je zwei aufeinanderfolgende Strahlen denselben Winkel einschließen. Legt man weiterhin auf der Verbindungsgeraden  $H'W'$  von  $W'$  aus Teilungspunkte etwa in gleichen Abständen fest, so lassen sich die den Abständen dieser Teilungspunkte vom Bildhauptpunkt entsprechenden Radien der Kreise aus dem Nomogramm Abb.2 entnehmen bzw. unter Zugrundelegung von Näherungswerten nach Gleichung (4) mit jeder geforderten Genauigkeit errechnen. Für das korrespondierende Bezugsnetz der Karte (Abb.8b) wird dasselbe Strahlenbüschel, wie es für das Bildnetz konstruiert wurde, zugrunde gelegt. Einen beliebigen Strahl dieses Büschels, der mit  $HW$  bezeichnet sei, ordne man dem Bildstrahl  $H'W'$  zu und trage nach Andeutung in Abb.9, wo  $H'W'$  die Schnittgerade der Bildebene mit der zur Spur senkrechten Ebene durch das Projektions-

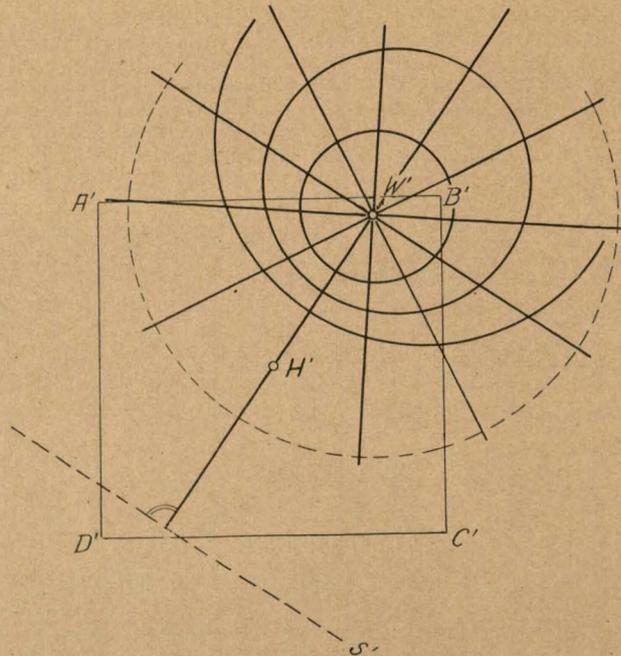


Abb. 8a (Bild)

zentrum  $O$  vorstellt, den Winkel  $\lambda = 60^\circ$  ab. Die Geraden  $OT'_i$  treffen die Gerade  $HW$  in den Teilungspunkten  $T_i$ , die in Abb. 8b von  $W$  aus übertragen werden. Deutet man im Bilde die Teilungspunkte als Kreismittelpunkte, so entsprechen die Punkte  $T_i$  den Mittelpunkten der Kartenkreise. Hält man die Schnittpunkte der Geraden  $H'W'$  mit den Bildkreisen fest, so stellen die Teilungspunkte auf der Geraden  $HW$  die zugehörigen Schnittpunkte in der Karte vor, d. h. die Kartenkreise sind durch die Endpunkte ihrer Durchmesser festgelegt. (Das Strahlenbüschel der Abb. 9 kann für jede Neigung zwischen Bild- und Objektebene beibehalten werden.)

Legt man im Bilde auf der Geraden  $H'W'$  von  $W'$  aus Teilungspunkte in Abständen von beispielsweise je 1 mm fest und zeichnet die zu  $H'W'$  senkrechten Geraden durch diese Teilungspunkte, so ergibt sich das Bildnetz der Abb. 10a. Das Kartennetz (Abb. 10b) unterscheidet sich vom Bildnetz lediglich durch die Abstände der parallelen Geraden, die sich wieder nach Andeutung in Abb. 9 ermitteln lassen.

Da das Bildnetz für Aufnahmen mit Meßkamern beliebiger Bildweite beibehalten werden kann und das Strahlenbüschel  $W$  der Karte ebenfalls unveränderlich ist, handelt es sich, wenn man etwa Vordrucke des Bildnetzes auf Pauspapier und des Strahlenbüschels der Karte auf Zeichenpapier herstellt, lediglich noch darum, die zweite Schar der Netzlinien in der Karte zu bestimmen, wobei das Strahlenbüschel der Abb. 9 wiederum vorgedruckt sein kann.

Was die Netzkonstruktionen unter Verwendung beider Fokalfunkte anbelangt, ist zu bemerken, daß der Abstand eines Fokalfunktes vom Bildhauptpunkt sehr groß werden kann. Die Fokalfunktensabstände sind gleich ( $a'_1 = a'_2 = f$ ), wenn  $\text{tg } \frac{\lambda}{2} = \text{ctg } \frac{\lambda}{2}$  ist. Wird der Abstand des einen Fokalfunktes kleiner, so wird der des anderen größer, da das Produkt der Abstände konstant bleibt (vgl. Fußnote 4). Aber auch wenn einer der Fokalfunkte sehr weit entfernt ist, können die angegebenen Konstruktionen Anwendung finden. Errichtet man nach Andeutung in Abb. 11 im Bildhauptpunkt  $H' = P'_2$  und in einem Punkte  $P'_1$  der Verbindungsgeraden der Fokalfunkte die Senkrechten  $P'_1 Q'_i$  und  $P'_2 R'_i$ , so gelten für die Abstände der Teilungspunkte  $Q'_i$  bzw.  $R'_i$  von  $P'_1$  bzw.  $P'_2$  die Beziehungen

$$\frac{H' R'_i}{P'_1 Q'_i} = \frac{W'_2 H'}{W'_2 P'_1} \quad (9)$$

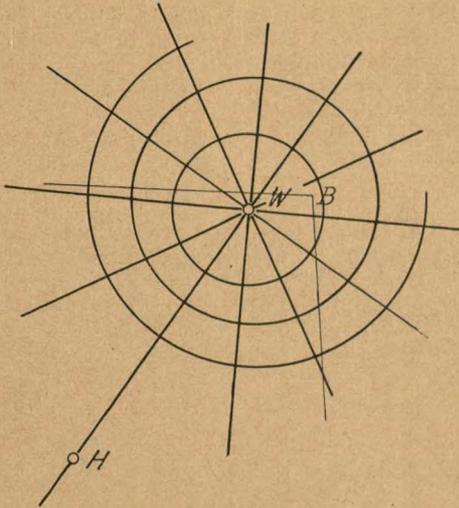


Abb. 8b (Karte)

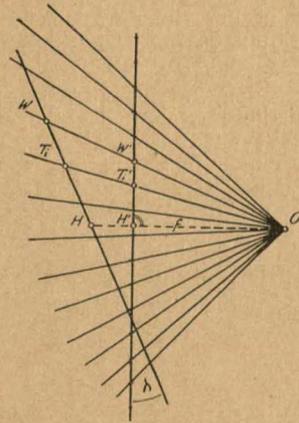


Abb. 9

Da der Abstand des Fokalfunktes  $W_2$  von  $H'$  bekannt ist und die Entfernung  $P_1'P_2' = P_1'H'$  willkürlich angenommen werden kann, sind die den Teilpunkten  $Q_i'$  entsprechenden Teilungspunkte  $R_i'$  durch Gleichung (9) bestimmt. Der Abstand  $P_1'H'$  und die Teilpunkte  $Q_i'$  können ohne Rücksicht auf die Entfernung des Punktes  $W_2$  von  $H'$  beibehalten werden. Die entsprechenden Abstände auf der Senkrechten  $H'R_i'$  lassen sich daher in einfachster Weise ermitteln. Für  $P_1'H' = \text{constans} = 10 \text{ cm}$  und  $W_2H' = 157 \text{ cm}$  z. B. erhält man  $H'R_i' = P_1'Q_i' \frac{157}{157 - 10}$

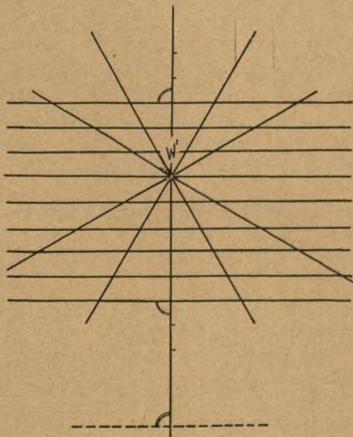


Abb. 10a (Bild)

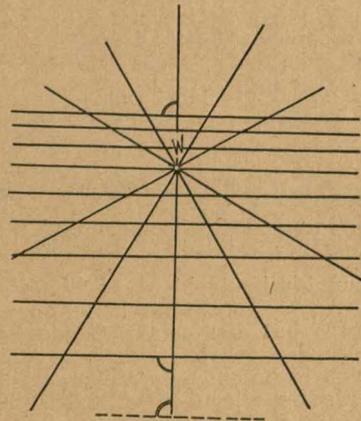


Abb. 10b (Karte)

Die in Abb. 6a und 6b angegebenen Bezugsnetze zeigen, daß dieselben Netzkonstruktionen in Bild und Karte sowohl eine ähnliche als auch eine der Lage der Fokalfunkte entsprechende perspektivische Abbildung vermitteln. Die Übertragung des Bildinhaltes in die Karte gestaltet sich denkbar einfach. Da alle Strahlenbündel kongruent und bei einer Änderung des Abstandes der Punkte  $W_1$  und  $W_2$  das Kartennetz lediglich den Maßstab ändert, so genügt es, die Zentren der Bildbündel mit den Fokalfunkten und jeweils einen Strahl der Bündel mit der Verbindungsgeraden der Fokalfunkte zur

Deckung zu bringen; das Kartennetz bleibt bei einer Entzerrung in wildem Maßstabe unverändert. Bezeichnet man die Büschelzentren und ihre Strahlen in Bild und Karte in genau derselben Weise, so erhält man eine ähnliche Abbildung. Ändert man die Bezeichnungen in der in Abb. 6a und 6b angegebenen Weise, so ergibt der Schnittpunkt entsprechender Strahlen den zugeordneten Kartenpunkt.

Mit den vorstehenden Ausführungen sollte lediglich auf verhältnismäßig einfache graphische Entzerrungsmethoden hingewiesen werden, von welchen insbesondere der Architekt mit Vorteil Gebrauch machen kann, da es sich bei Architekturvermessungen vielfach um die Entzerrung von Aufnahmen lotrechter oder waagerechter Objektebenen handelt und Objekt- und Kartenebene parallel sind. Verlegt man die Aufnahme- richtung in die zur Objektebene senkrechte Ebene durch den Aufnahmestandort, was sich im allgemeinen leicht erreichen läßt, so genügen die Libellenangaben der Meßkammer, wenn für die Maßstabsbestimmung die Entfernung zweier Punkte, die sich im Bilde identifizieren lassen, auf der Objektebene bestimmt wird. Wie schon erwähnt, liegt der Vorteil der angegebenen Konstruktionen, die sich auf die Eigenschaft der Fokalfunkte

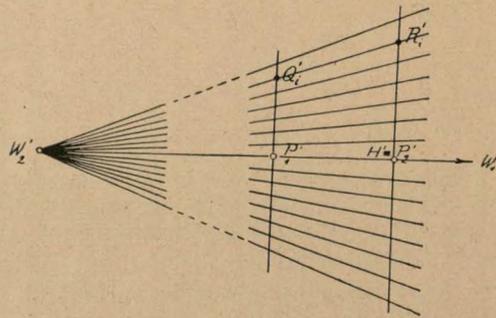


Abb. 11

stützen, im wesentlichen darin, daß eine Schar der Bildnetzlinien bzw. das ganze Bildnetz und außerdem das Strahlenbüschel der Karte unverändert bleibt, und daß schließlich dem Bilde und der Karte auch genau dieselben Netzkonstruktionen zugrunde gelegt werden können. Bei günstiger Lage der Fokalfunkte und Verwendung von Vordrucken auf Pauspapier, Kodak-Klarzell o. dgl. kann also jedes Bild in wildem Maßstabe entzerrt werden, ohne daß es erforderlich wäre, jeweils neue Bezugsnetze zu konstruieren.

Auf eine einfache Methode der Fokalfunktbestimmung mit Hilfe von Punkten, die in Bild und Karte gegeben sind, möchte ich a. a. O. hinweisen.

## Einrichtung und Wesen des Katasters

Kurzvortrag von Regierungs- und Stellvertreter Kurandt, gehalten auf der Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie in Jena am 13. Sept. 1935.

Wenn ich heute hier auf Wunsch der Deutschen Photogrammetrischen Gesellschaft als praktischer Katasterfachmann über das Thema „Einrichtung und Wesen des Katasters“ spreche, so hat dies seinen Grund darin, daß die im Vermessungsberuf Tätigen aller Fachrichtungen erkannt haben, daß eine Lösung der großen Aufgaben, die die heutige Zeit ihnen in besonderem Maße gestellt hat, nur erfolgen kann durch den gemeinschaftlichen Einsatz aller Kräfte und Hilfsmittel. Gerade wir wissen am besten, wie sehr unser Werk eine Gemeinschaftsarbeit ist. Liegt doch die Schwierigkeit im Vermessungswesen in der Bewältigung von Massenarbeiten. Wir begrüßen daher freudig jeden, der mit uns am gemeinsamen Werk schaffen will. — Dem Kataster als der Verwalterin des uns überkommenen großmaßstäblichen Kartenwerks fällt bei der Lösung der vermessungstechnischen Aufgaben eine besonders wichtige Rolle zu. Stellt es sich doch immer mehr heraus, daß bei den Planungen, die früher gewöhnlich auf Grund von Meßtischblättern oder Vergrößerungen hiervon vorgenommen wurden, schon von vornherein Rücksicht auf die Eigentumsgrenzen genommen werden muß und daher das Katastermaterial nicht entbehrt werden kann. Dieses allein genügt aber ebenfalls nicht den gestellten Anforderungen. Soll es seine Aufgabe besser erfüllen als bisher, so sind Er-

gänzungen, Umarbeitungen und Verbesserungen nötig. Dabei kann uns das Luftbild in besonderem Maße helfen. Enges Zusammenarbeiten dieser beiden Zweige des Vermessungswesens ist daher geboten. Diese Zusammenarbeit kann aber nur dann fruchtbringend gestaltet werden, Enttäuschungen und nutzlose Versuche können nur dann vermieden werden, wenn der Vermessungsingenieur weiß, was das Luftbild zu leisten vermag, und der Photogrammeter die Ansprüche kennt, die das Kataster stellt. Zweck meines heutigen Vortrages ist es nicht, über die Verwendung der Photogrammetrie im Kataster zu sprechen. Der Zweck ist vielmehr der, Ihnen das Kataster näherzubringen. Ich bin mir bewußt, daß ich dem Katasterfachmann nichts Neues darüber sagen kann. Auch wird sich eine gewisse Einseitigkeit nicht vermeiden lassen können. Goethe sagt: „Der Mensch, indem er spricht, muß für den Augenblick einseitig werden.“ Es ist mir auch nicht möglich, auf die vielgestaltigen Kataster aller deutschen Staaten einzugehen. Ich habe mich dagegen bemüht, den Begriff des Katasters möglichst allgemein herauszustellen. Spezielle Ausführungen werden jedoch häufig nur auf das preußische Kataster zutreffen. Dies ist aber kein Fehler, weil Preußen und die Länder, die nach preußischem Muster aufgestellte Kataster besitzen, räumlich den weitaus größten Teil unseres Vaterlandes ausmachen. Auch finden sich gerade bei diesen Katastern die heute am stärksten fühlbaren Mängel, so daß hier der Einsatz des Luftbildes am meisten Erfolg verspricht.

Im Gegensatz zu früher, wo man bei der Ausführung von Messungen, in kleinlichem Ressortgeist befangen, diese immer auf die Bedürfnisse des gerade beabsichtigten Zweckes abstellte, verurteilt unsere heutige Zeit einen derartigen Standpunkt schärfer als je. Rein ideenmäßig macht der Nationalsozialismus Anspruch auf Totalität, d. h. er verlangt, daß alle Arbeit und jede Erkenntnis allgemein der Volksgemeinschaft zugute kommt. Aber keine Zeit steht beziehungslos im Raum. Schon früh haben einsichtige Männer gefordert, daß die Katasterwerke über ihren eigentlichen Zweck hinaus der Allgemeinheit zu dienen hätten. So machten Bayern und Württemberg von vornherein ihre Katasterpläne allgemein zugänglich, indem sie diese im Druck vervielfältigten und in den Handel brachten. General Baeyer verlangte in seinem Entwurf zur Anfertigung einer guten Karte 1867 eine Aufnahme, die alle künftigen Vermessungen entbehrlich mache. Das Zentralkontrollamt für Vermessungen im preußischen Staate unter dem Vorsitz des Generalfeldmarschalls Grafen von Moltke faßte 1879 den Beschluß, daß da, wo die alten Karten nicht mehr genügten, es unbedingt notwendig sei, in voller, praktisch erreichbarer Schärfe an die Neubearbeitung zu gehen, da jede schlechtere Ausführung eine nutzlose Vergeudung öffentlicher Mittel sei. Ebenso haben viele führende Männer des Vermessungswesens — zu nennen ist hier vor allem Steppes — immer wieder verlangt, daß die Katasterpläne in weitgehendem Maße auch technischen und wirtschaftlichen Zwecken nutzbar gemacht würden. Leider hat man behördlicherseits diese Bestrebungen nur wenig unterstützt. Letzten Endes schreckte man immer wieder vor den Kosten zurück. Wie sehr die verantwortlichen Stellen — und das waren meist die Finanzminister — Einflüssen in dieser Hinsicht zugänglich waren, beweist das Beispiel Preußens, das um die Jahrhundertwende die Einmessung der Gebäude und der Hofräume aufgab, weil dieser Nachweis für die Steuer nicht unbedingt erforderlich war. Gerade das Fehlen eines lückenlosen Gebäudenachweises in den Katasterkarten macht sich aber heute besonders unangenehm bemerkbar. In Erkenntnis dieser Mißstände und der Zersplitterung des Vermessungswesens hat das Dritte Reich das Gesetz über die Neuordnung des Vermessungswesens vom 3. Juli 1934 geschaffen. Das dort gesteckte Ziel ist, was das Kataster anbetrifft, die Auswertung und Verwendung aller und jeder Vermessungsarbeit zur Schaffung eines einheitlichen großmaßstäblichen Kartenwerks.

Unter Kataster — gemeint ist natürlich das Liegenschaftskataster — versteht man ein Werk, das über die tatsächlichen Verhältnisse der Grundstücke Auskunft gibt und als Unterlage für die Bezeichnung der Grundstücke im Grundbuch dient. Das Kataster besteht allgemein aus zwei Teilen, einem rein vermessungstechnischen Teil, den Plänen und Rissen, die uns ein lebendiges Bild von der Lage und der Form des Grundstücks vermitteln, und einem beschreibenden Teil, den Katasterbüchern. Ein Buch (ein Real- folium) führt gewöhnlich den Gesamtbestand der Grundstücke fortlaufend nach Nummern auf; in Preußen wird es Flurbuch genannt. Ein zweites Buch (ein Personalfolium) — in Preußen Mutterrolle genannt — verzeichnet die Grundstücke nach Besitzständen. Dazu treten meistens noch einige kleinere Register und die Gebäudebücher. Doch bieten die Kataster der einzelnen Länder hinsichtlich ihrer Einrichtung und Bezeichnungen ein so buntes Bild, daß es schon eines besonderen Studiums bedarf, um sich hier durchzufinden. Für das zukünftige deutsche Kataster muß aber vor allem Gleichförmigkeit bezüglich der äußeren Form und Einheitlichkeit der Bezeichnung verlangt werden. Für

das Grundbuch ist bereits durch die neuen Vorschriften vom 5. und 8. August d. J. die Vereinheitlichung für das ganze Deutsche Reich in die Wege geleitet worden. Deshalb ist die Hoffnung berechtigt, daß wir bald auch ein Einheitskataster bekommen, dies um so mehr, als durch die zur Zeit im Gange befindliche Reichsbodenschätzung auf Grund des Gesetzes vom 16. Oktober 1934 eine Neuaufstellung der Bücher sich nicht umgehen läßt, da gemäß § 11 dieses Gesetzes die rechtskräftig festgestellten Ergebnisse der Bodenschätzung in die Liegenschaftskataster übernommen werden sollen. Aber nicht nur die Einrichtung des Katasters muß nach einheitlichen Gesichtspunkten erfolgen; Einheitlichkeit muß auch in der Organisation der Behörden, welche die Kataster führen, gefordert werden. Die Katasterpläne und -bücher gehören unbedingt zusammen. Sie bilden ein einheitliches Ganzes, das ohne Schaden nicht auseinandergerissen werden darf. Da, wo für die Verwaltung des Katasters zwei verschiedene Behörden (wie z. B. in Bayern Messungsamt und Finanzamt) bestellt sind, ist dies historisch bedingt. Das Kataster war dort ursprünglich eine Art Lastenbuch, weil die Renten grundherrlicher und lehnherrlicher Art sowie die Zehnten-Steuer von der Grundsteuer abgezogen wurden. Heute, wo alle diese Renten abgelöst sind, liegt kein Grund mehr vor, die Trennung in zwei Behörden weiter aufrechtzuerhalten.

Welche Anforderungen werden nun heute an ein modernes Kataster gestellt? Von einem Einheitskataster verlangt man, daß es möglichst allen in Betracht kommenden Belangen, vor allem denen der Steuer, der Sicherung des Grundeigentums und des Immobiliarkredits, der Wirtschaft, der technischen Planung und der Statistik gerecht wird. Aber schon beim Aufstellen dieser Forderung drängt sich einem unwillkürlich die Frage auf: Ist die Schaffung eines derartigen Idealkatasters überhaupt möglich? Die Bestrebungen, das Kataster möglichst vielen Zwecken dienstbar zu machen, finden ihre Grenzen in der Darstellungsmöglichkeit der Karten, die nicht unübersichtlich werden dürfen, und am beschränkten Fassungsvermögen der Bücher. Im Zweifelsfall muß man daher entscheiden, welcher von den Zwecken der wichtigere ist. Der weniger wichtige muß dann zurücktreten, wenn er nicht mit befriedigt werden kann.

Als wichtigste Aufgabe des Liegenschaftskatasters gilt heute allgemein die Sicherung des Grundeigentums. Bei der Behandlung unseres Themas empfiehlt es sich daher, die Anforderungen, die vom Eigentumskataster gestellt werden, zuerst zu betrachten. Dies erscheint auch noch aus einem anderen Grunde angebracht. Vermessungstechnisch gesehen — und nur in dieser Hinsicht kommt ja die Verwendung des Luftbildes im Kataster in Frage — sind nämlich die Ansprüche, die noch von anderer Seite an das Kataster gestellt werden, geringer, so daß sie durch das Eigentumskataster schon mit befriedigt werden. — Als Eigentumskataster ist nach unseren heutigen Anschauungen ein Kataster nur dann anzusehen, wenn seine Karten und Bücher als beweiskräftige Urkunden gelten können. Zur Herstellung dieser rechtskräftigen Urkunden gehört die Mitwirkung der Parteien. Dadurch vor allem unterscheidet sich die Katastermessung von der topographischen Vermessung. Sie hat es nicht nur mit dem Gelände zu tun, sondern sie tritt auch in Beziehung zum einzelnen Grundstück und zum Menschen. Vor der eigentlichen Vermessung muß die Feststellung und Vermarkung der Grenzen erfolgt sein, und die Beteiligten müssen die Grenzen in rechtsverbindlicher Form anerkannt haben. Die Messung selbst soll den Anforderungen entsprechen, die nach dem heutigen Stande der Geodäsie an ein Vermessungswerk gestellt werden, und muß durch Sicherungsmaße geprüft sein. Die Eigentumsgrenzen sollen demgemäß bis auf wenige Zentimeter genau wieder hergestellt werden können, und zwar auch ohne Zuhilfenahme des Planes, jederzeit auf Grund von Messungszahlen. Eine lediglich graphische Aufnahme der Eigentumsgrenzen, wie die Meßtischaufnahme, wird nicht als genügend angesehen. Die Vermessung soll sich auf ein Landesdreiecksnetz gründen, an das sich ein Polygonnetz anschließt. Die Einzelaufnahme erfolgt auf Grund der Orthogonalmethode oder mit Hilfe optischer Distanzmessung (Polarmethode). Eine derartige Aufnahme hat den Vorteil, daß man jederzeit auf Grund des Zahlenwerks Pläne in jedem gewünschten Maßstab anfertigen kann. Auch gestaltet sich bei dieser Aufnahmemethode die Fortführung am einfachsten und sichersten, da durch die Verwendung des alten Liniennetzes für die Fortschreibungsmessung die ursprüngliche Güte der Karte erhalten bleibt. Dagegen verfallen Pläne, die lediglich graphisch fortgeführt werden, wie die Erfahrung gezeigt hat, leicht dem vollständigen Ruin. Die Flächeninhaltsberechnung, vor allem bei kleinen Parzellen, soll unmittelbar aus Messungszahlen erfolgen können. Eine zweite, graphisch vorzunehmende Flächenberechnung dient als Kontrolle für die erste Flächeninhaltsberechnung und zugleich für die Richtigkeit der Kartierung. Die Flächen der Parzellen werden außerdem gewöhnlich auf Grund von Massenberechnungen abgestimmt. Viele halten die vorstehend geforderte Genauigkeit in bezug auf die Lage der

Grenzen und die Flächenermittlung für übertrieben. Sie behaupten, daß der Wert der streitigen Grundstücksteile meist zu gering sei, um einen derartigen Aufwand an Zeit und Kosten zu rechtfertigen, und fordern eine Abstufung der Genauigkeitsgrenzen nach dem Werte des Grund und Bodens, wie sie andere Länder, z. B. die Schweiz, haben. Dazu ist zu sagen, daß die an das Kataster gestellten Anforderungen nicht von den Katasterverwaltungen, sondern von den Grundeigentümern selbst ausgehen, die nur in einer mit größter Sorgfalt ausgeführten Vermessung eine wirksame Sicherung ihres Eigentums erblicken. Tatsache ist ja auch, daß Grenzprozesse fast immer nur um ganz kleine Grenzverschiebungen geführt werden. Bei der großen Anzahl von Grenzprozessen kann man diesen Kampf um Zentimeter unmöglich allein aus der kleinlichen Gesinnung des Menschen erklären, der rechthaberisch auf seinen Vorteil bedacht ist. Den Alten war die Grenze heilig, sie stand unter dem besonderen Schutz der Götter. Von Urzeiten her ist dem Volke die Ehrfurcht vor der Unantastbarkeit der Grenze überkommen. Heute, wo die Welt entgöttert ist, müssen materielle Sicherungen den göttlichen Schutz ersetzen. Es ist in diesen Kreisen einmal das Wort von der „heiligen“ Zahl gefallen. Tatsächlich ist die Zahl, welche die Grenze einwandfrei festlegt, nicht nur dem Landmesser, sondern auch dem Grundeigentümer unverletzlich. Sie wird stets respektiert, auch wenn Kataster und Örtlichkeit noch so stark voneinander abweichen. — Was das Verlangen nach möglichst genauen Flächen angeht, so finden wir hier nur eine allgemeine Forderung des täglichen Lebens wieder. Wenn auch um den Preis selbst gefeilscht wird und dieser starken Schwankungen unterliegt, so wird doch allgemein, was die Menge angeht, ein möglichst genaues Maß oder Gewicht verlangt. Erleben wir es doch immer wieder, daß bei Grundstückskäufen das Grundstück nochmals vermessen wird, um den Kaufpreis nach einer Fläche zu ermitteln, die der absoluten Richtigkeit möglichst nahe kommt. Zudem ist auch der Wert des Grund und Bodens keine feststehende Größe. Flächen, die zur Zeit der Vermessung fast wertlos erscheinen, können durch das Auffinden von Bodenschätzen oder durch sonstige Umstände im Werte außerordentlich gewinnen. In Ländern mit Hochgebirgen, wie in der Schweiz, lassen sich wirtschaftliche Entwicklungsmöglichkeiten von vornherein besser überschauen. Bei der in Deutschland üblichen Methode der Einteilung in Geländeklassen wird für das Gelände, das der Vermessung Schwierigkeiten entgegenstellt, eine geringe Genauigkeit gefordert; das ist aber in der Regel geringwertigeres Gelände. Zudem erfordern oft technische oder militärische Belange auch für ganz geringwertiges Gelände genaue Vermessungen. Bei der Triangulierung und Polygonisierung kann sowieso nicht auf die übliche Genauigkeit verzichtet werden. Bei der Stückvermessung aber wird eine weniger genaue Aufnahme meistens nicht die erwarteten Ersparnisse an Zeit und Kosten bringen. Die Fehlergrenzen aber sind weniger wegen der Messung selbst nötig, als wegen der Menschen, die sie ausführen. Wir ersehen dies am besten aus den alten Messungen, bei denen wir schon aus dem Namen des Landmessers schließen können, ob die Messung brauchbar ist. Schließlich ist auch noch zu beachten, daß wir ja bereits Karten weniger genauen Grades für das betreffende Gelände in unseren heutigen Katasterkarten besitzen.

Ein modernes Eigentumskataster, das nach den vorstehenden Grundsätzen aufgestellt ist, wird man, wie schon anfangs erwähnt, den jeweiligen besonderen Wünschen anzupassen haben. Für Steuerzwecke bedarf es z. B. noch der Ergänzung bezüglich der Kulturarten und der Bonitierung, für wirtschaftliche Zwecke der Aufnahme der wichtigsten topographischen Gegenstände und gegebenenfalls auch der Höhen. Wünschenswert ist ferner für wirtschaftliche und Planungszwecke, daß die Pläne in einem einheitlichen Format und für zusammenhängende Gebiete möglichst in demselben Maßstab vorliegen. Außerdem wird Netzabgrenzung verlangt: die Wirtschaft kann mit Inselplänen nur schlecht etwas anfangen. Da der Maßstab der Katasterpläne für Planungszwecke gewöhnlich zu groß ist, müssen die Pläne auf einfache und billige Weise vervielfältigt und ohne Schwierigkeiten, möglichst photomechanisch, zu Übersichtskarten, vor allem in dem Maßstab der topographischen Grundkarte 1:5000, zusammengetragen werden können. Durch die Übernahme der topographischen Gegenstände in die Eigentumskarte, die an sich, wenn sie nur die Eigentumsgrenzen enthält, dem Laien kein lebendiges Bild vermittelt, gewinnt diese nicht nur in ihrer Darstellung, sondern sie wird auch gleichzeitig als Ausgangsmaterial für topographische Karten verwendbar, vorausgesetzt, daß sie mit der Örtlichkeit stets in Übereinstimmung gehalten wird. Durch den Nachweis der Kulturarten in den Büchern, der ja schon zum Zwecke der Besteuerung erforderlich ist, kommt man gleichzeitig den Bedürfnissen der Statistik entgegen. Es ist bedauerlich, daß bisher eine einwandfreie statistische Feststellung der Hauptarten der Bodenbenutzung im Deutschen Reich nicht erreicht werden konnte.

Betrachten wir unsere heutigen Kataster vom Standpunkte des vorgeschilderten Idealkatasters aus, so bietet sich uns ein trübes Bild. Wenn sie auch für die Zwecke

der Besteuerung, von geringen Ausnahmen abgesehen, ausreichen, so haben wir doch ein diesen Anforderungen annähernd entsprechendes Kataster nur für etwa 20 % der Gesamtfläche Deutschlands. Für Wirtschaftszwecke liegen die Verhältnisse günstiger, da eine Anzahl Länder Kartenwerke besitzt, denen eine einheitliche Landesvermessung zugrunde liegt und die nach Netzlinien abgegrenzt, z. T. auch durch Druck vervielfältigt sind.

Wie schon vorher erwähnt, hat es bei der Vielgestaltigkeit der deutschen Kataster keinen Zweck, sie im einzelnen näher zu betrachten. Doch scheint es mir zum besseren Verständnis ihrer Einrichtung und ihres Wesens erforderlich, noch kurz auf ihre Entstehung und geschichtliche Entwicklung einzugehen. Das Wesen eines Werkes erkennt man am besten daran, wie es geworden ist. Keine Vermessung erfolgt um ihrer selbst willen. Das Gesetz des Handelns wird dem Vermessungstechniker von außen aufgezwungen. Nach dem Zweck muß er sich richten. Die Anlegung der Kataster ist aber fast überall auf Grund von Steuergesetzen erfolgt. Diese oft sehr alten Gesetze bilden vielfach auch heute noch die Grundlage für die Aufstellung und Fortführung der Kataster. Zu der Zeit, wo sie erlassen wurden, fehlten die Landesvermessungen noch gänzlich. Nur Bayern und einige kleinere Staaten führten aus Anlaß der Grundsteuervermessung eine Landstriangulation durch. Für die Ausführung der Messungen mangelte es fast durchweg an geeignetem Personal. Die Messungen selbst wurden lediglich auf den Steuerzweck zugeschnitten. Die geforderte Genauigkeit war dementsprechend gering. In Preußen wurde z. B. in der Instruktion vom 12. März 1822 die Fehlergrenze für die Längen auf  $\frac{1}{300}$  und für die Flächen auf  $\frac{1}{100}$  festgesetzt. Eine Vermarkung der Grundstücke fand nicht statt. Vielfach wurden alte vorhandene Karten, wie Forstkarten, Gutskarten, Separationskarten, das sind Karten, die aus Anlaß von Gemeinheitsteilungen u. dgl. entstanden sind, zur Anlegung des Katasters benutzt. In Preußen umfassen diese alten Karten sogar den weitest- aus größten Teil der Fläche. Welche geringe Rolle die Katasterkarte überhaupt bei der Anlegung des Katasters spielte, geht daraus hervor, daß man selbst in Deutschland heute noch Grundsteuerkataster hat, bei denen die Karte durch Skizzen ersetzt ist und die Flächen durch Schätzungen ermittelt sind. In Spanien hat man noch kurz vor dem Weltkrieg ein Kataster ohne Parzellarvermessung und ohne Karte aufgestellt. Bei den Grundstücken, die nicht grundsteuerpflichtig waren, sah man vielfach von einer Vermessung gänzlich ab. So kommt es, daß in Preußen für 190 qkm des wertvollsten Bodens keine Katasterpläne und genauen Flächenangaben vorliegen, und zwar in bebauten Ortschaften. (Ungetrennte Hofräume.) Da Änderungen in der Kulturart und Meliorationen ohne Einfluß auf die Besteuerung blieben, sind in vielen Ländern die Kulturartenveränderungen nicht fortgeschrieben worden. Leider sieht auch die jetzt im Gange befindliche Bodenschätzung die Kulturartenfeststellung nur für den landwirtschaftlich genutzten Boden vor.

Nachdem das Grundsteuerkataster zum erstenmal eine vollständige Registrierung des Grund und Bodens vorgenommen hatte — es hatte sozusagen den Grundstücken einen Namen gegeben und damit Ordnung in den Grundbesitz gebracht —, bemühtigte sich der Immobilien- wie auch der Hypothekenverkehr seiner Ergebnisse. Obwohl diese Entwicklung von einzelnen weitschauenden Männern vorausgesagt worden war, hatten die Finanzleute sich nicht dazu entschließen können, bei der Aufstellung der Kataster darauf Rücksicht zu nehmen. Man glaubte auch, die Katasterkarte nicht weiter fortführen zu müssen. Aber schon bald sah man ein, daß das beste Kataster unbrauchbar wird, wenn die Karte nicht auf dem laufenden gehalten wird. Man hat daher die anfangs unterlassene Fortführung später nachgeholt. Wie unerlässlich sie war und wie schnell ein nicht fortgeführtes Kataster gänzlich wertlos wird, ersehen wir aus dem Beispiel des französischen Katasters, das keinen Anmeldezwang für die Veränderungen kannte und die Katasterkarte nicht fortführte. Das nach diesem Muster in Elsaß-Lothringen geführte Kataster hat niemals irgendwelche Bedeutung für den Grundstücks- und Hypothekenverkehr erlangen können. Im Gegensatz dazu entwickelten sich in Deutschland die Kataster allmählich zu einem Nachweis für das Eigentum am Grund und Boden. Die Buchführung wurde immer mehr, man kann fast sagen bis zur Vollendung, ausgestaltet. Diese Sorgfalt hat sich auch später gelohnt; denn oft war es nur mit Hilfe der Katasterämter möglich, festzustellen, wer der Eigentümer eines Grundstücks war, so noch in der neuesten Zeit bei der Bereinigung der Grundbücher und der Aufstellung der Erbhöfenrollen. Bei der Anlegung der Grundbücher wurde daher auch in allen deutschen Staaten das Kataster dem Bestandsverzeichnis oder Sachregister des Grundbuchs zugrunde gelegt. Durch die Zurückführung des Grundbuchs auf das Kataster mußte dieses zwangsweise im Zuge der Entwicklung für den Bestand der Grundstücke als beweisend angesehen werden, weil sonst dem Grundbuch überhaupt eine rechtliche Unterlage fehlte.

Der öffentliche Glaube des Grundbuchs wurde daher auch auf die Katasterangaben ausgedehnt. Das Steuerkataster wurde dadurch zum Eigentumskataster. Diese Entwicklung, die von vielen freudig begrüßt wurde, mag das äußere Ansehen des Katasters gehoben haben, die inneren Schwierigkeiten hat sie nur vermehrt. Man setzte die Form über den Inhalt und vergaß ganz, daß ein gutes Kataster des öffentlichen Glaubens nicht bedarf. Ein gutes Kataster trägt die überzeugende Kraft der Wahrheit in sich selbst. Jetzt hatten aber nicht nur das gute, sondern auch das schlechte Kataster, wenn es nicht ganz „versagte“, am öffentlichen Glauben des Grundbuchs teil. Die Katastergrenze wurde bis zum Beweise des Gegenteils als rechtmäßige Grenze angesehen. Der örtliche Befund und die Aussage der Parteien traten demgegenüber immer mehr zurück. Obwohl man das Kataster zur Unterlage des Grundbuchs gemacht hatte, traf man aber keine Maßnahmen, um die Laufendhaltung und Fortführung des Katasters genügend sicherzustellen. Der in den Steuergesetzen vorgesehene Anmeldezwang für Veränderungen wurde unwirksam, weil die grundbuchliche Berichtigung zu den Angelegenheiten der freiwilligen Gerichtsbarkeit gehört und daher ein Zwang auf die Eigentümer, die die Anmeldung aus Nachlässigkeit oder aus sonstigen Gründen (z. B. der Kostenersparnis wegen) unterließen, nicht ausgeübt werden konnte. Man erkannte nicht, daß es im Interesse der Rechtssicherheit unbedingt geboten ist, daß Grundbuch und Kataster stets richtig und mit der Örtlichkeit in Übereinstimmung sind. Wie sehr die Zahl derartiger Veränderungen im Laufe der Zeit anwachsen kann, ersehen wir aus dem Beispiel Preußens, wo über 20 000 km Straßen, Flüsse und Bäche, die neu angelegt bzw. reguliert wurden, im Kataster nicht fortgeschrieben sind. Ich betone ausdrücklich, daß dies nicht Schuld der Katasterverwaltung ist, da diese den Antrag der Parteien abwarten mußte und ihr Zwangsmittel nicht zu Gebote standen. Die Katasterverwaltungen versuchten zwar, durch entsprechende Maßnahmen den Ansprüchen, die man an ein Eigentumskataster stellt, gerecht zu werden. Aber nur in einigen Ländern wurden die Vermarkung der Grundstücke und der Anmeldezwang für Veränderungen gesetzlich geregelt. Trotzdem wurde fast ausnahmslos erreicht, auch ohne daß Zwangsmittel zur Verfügung standen, die Grenzen der Grundstücke, die einer Messung unterlagen, dauerhaft zu vermarken. Weiter versuchte man durch Grenzverhandlungen, die mit den Parteien in ganz bestimmten Formen aufzunehmen waren, die Grenzen für die Zukunft einwandfrei festzulegen. Die Grenzen selbst wurden unter sorgfältigster Ausschöpfung des gesamten Katastermaterials festgestellt, die Messung immer mehr neuzeitlichen Anforderungen angepaßt. Alle diese Anstrengungen vermochten aber nicht, einen endgültigen Erfolg herbeizuführen, da die Grundlage für eine ordentliche Vermessung, ein Dreiecks- und Polygonnetz, fehlte. Erst spät hat man dies richtig erkannt und ist in Gebieten, wo häufig Messungen vorkommen, zur Methode der sogenannten allmählichen Erneuerung geschritten. Eine vollständige Behebung der Schwierigkeiten, die dem Kataster durch seine Verbindung mit dem Grundbuche erwachsen sind, wird aber nur durch den Erlaß eines Vermarkungsgesetzes, Einführung eines Anmeldezwinges sowie durch Erleichterungen bei der Abschreibung kleiner Grundstücke, bei Parzellenvereinigungen und bei der Fortführung des Grundbuchs selbst erreicht werden können.

Ich komme zu meiner vorher gestellten Frage zurück: Kann ein Kataster überhaupt so angelegt werden, daß es allen Anforderungen gerecht wird? Meines Erachtens ist die Frage zu verneinen. Auch für das Kataster gilt der Spruch: Allen Leuten recht getan, ist eine Kunst, die niemand kann. Wenn wir dies aber schon für das Idealkataster als unmöglich erkennen müssen, wieviel mehr gilt es dann für unsere heutigen Kataster, die nur für einen ganz bestimmten Zweck aufgestellt sind. Eine vollständige Erneuerung der schlechten Kataster kommt wegen der Kosten nicht in Frage. Bis die sogenannte allmähliche Erneuerung wirksame Abhilfe schafft, vergeht aber zuviel Zeit. Die augenblicklichen Bedürfnisse der Wirtschaft und der Planung verlangen aber gebieterisch schnellste Bereitstellung des erforderlichen Kartenmaterials. Man ist daher zu einer Art Zwischenlösung genötigt. Diese soll die sogenannte Katasterplankarte, ein Vorläufer der topographischen Grundkarte des Deutschen Reiches, in deren Rahmen und Format sie gefertigt werden soll, bringen. Die Katasterplankarte hat nicht nur ihre Bedeutung als Karte; die mit ihrer Herstellung verbundenen Feldarbeiten sollen gleichzeitig das für militärische Zwecke, für den Anschluß der Katastermessungen und für die Auswertung von Luftbildern so dringend erwünschte dichte Punktnetz liefern. Sollen aber die Messungsbehörden sich dieser neuen Aufgabe mit Erfolg unterziehen können, so ist erforderlich, daß ihnen in Erweiterung ihres Geschäftskreises diese Arbeiten auch amtlich zugewiesen und vor allem auch die entsprechenden Mittel im Haushalt dafür bereitgestellt werden. Hoffentlich

finden wir bei den Stellen, in deren Hand die Entscheidung gelegt ist, Verständnis für die Wichtigkeit und Größe dieser neuen Aufgabe. Möchten sie auch aus der Geschichte des Katasters die Erkenntnis ziehen, daß auf solche Arbeiten der alte Satz der Betriebslehre: „Die Ökonomie besteht nicht im Sparen, sondern im Ausgeben am rechten Ort und zur rechten Zeit“ ganz besonders zutrifft.

## Luftbildmessung — Reichsbodenschätzung — Kataster<sup>1</sup>

Von Direktor W. Geßner, Berlin.

In Zeiten stürmischer Entwicklung erscheint es ab und zu angebracht, eine Pause einzuschalten, die der besinnlichen Rück- und Vorwärtsschau gewidmet ist. Als eine solche Zusammenfassung bitte ich deshalb meine heutigen Ausführungen über Luftbildmessung, Reichsbodenschätzung und Kataster zu betrachten. Es ist also kein Gesamtüberblick über die Entwicklung des Luftbildwesens, sondern über ein Teilgebiet, das mit Rücksicht auf die heutige Aufgabenstellung für das Luftbildwesen stärker in Erscheinung tritt. Und auch hier will ich nur die augenblickliche Lage und das bisher Erreichte feststellen, um aus dieser Lage heraus die bisherige Zielsetzung zu überprüfen und die künftige Richtung zu erkennen versuchen. Diese heutigen Aufgaben sind zudem vordringlicher Natur und fordern deshalb eine schnelle und außergewöhnliche Lösung, während sie vielleicht in ruhigeren Tagen nur schrittweise die Heranziehung neuer Wege nötig machen würden. In dem von der Reichsregierung verkündeten Gesetz vom 16. Oktober 1954 über die Schätzung des Kulturbodens fällt den Katasterbehörden die Aufgabe zu, die Katasterkarten, soweit sie hinsichtlich der Kulturartenveränderung nicht fortgeführt sind, durch Ergänzungsmessungen in Übereinstimmung mit der Örtlichkeit zu bringen. Dadurch wird bereits der enge Zusammenhang zwischen Kataster und Reichsbodenschätzung festgelegt, und meine Aufgabe soll es nun sein, die Frage zu behandeln, wie weit das Luftbild und die Luftbildmessung bei der Lösung dieser Aufgaben der Reichsbodenschätzung und dem Kataster Hilfe leisten können, und ob diese Hilfe durch eine außergewöhnliche augenblickliche Notlage bedingt ist oder zu einer dauerhaften Einführung des Luftbildwesens als Hilfe führen kann. Da nach dem bereits wiedergegebenen Wortlaut des Gesetzes die Katasterkarten die Grundlage bilden sollen, so ist es notwendig, festzustellen, welche Forderungen das Kataster stellt, wie weit die Luftbildmessung bei der Beschaffung der notwendigen Unterlagen herangezogen werden kann und wie weit billigerweise die bisher strengen Forderungen des Katasters verringert werden können, um das Luftbild bei den dringlichen Arbeiten einzusetzen.

Da eine amtliche Stellungnahme der Katasterverwaltung zu dieser Frage bis heute nicht vorliegt, so möchte ich zunächst einen Brief zitieren, der aus dem November 1952 stammt und der die damalige Einstellung des Chefs der Preußischen Katasterverwaltung ungefähr umreißt. Ich betone ausdrücklich, daß diese Einstellung nach den inzwischen erfolgten Aussprachen zweifellos nicht ohne weiteres mehr zu identifizieren ist mit der Auffassung der heute verantwortlichen Männer. Sie ist aber deshalb interessant, weil sie die einzige offiziöse Verlautbarung ist, die mir zur Kenntnis gekommen ist. Der Brief lautet folgendermaßen:

„Die mit gefl. Schreiben vom 12. September d. J. zugesandte Abhandlung über das Thema „Kann die Photogrammetrie aus der Luft für Neumessungen herangezogen werden?“<sup>2</sup> sende ich mit bestem Dank ergebend zurück. Die Abhandlung gibt mir zu folgenden Ausführungen Veranlassung:

Die im Thema gestellte Frage wird, soweit sie Katasterneumessungen und die sonstigen Vermessungsarbeiten betrifft, die zum Zwecke der Anlegung, Erneuerung und Fortführung des Katasters verwendet werden, eigentlich schon durch den in der Abhandlung selbst enthaltenen Satz „Diese Meßzahlenmethode direkt durch das Luftbild zu ersetzen, ist natürlich unmöglich“ beantwortet, und zwar verneint. Die Katasterkarten sind in erster Linie Grundeigentumskarten, sie müssen daher die zum Schutze des Grundeigentums unbedingt erforderliche geometrische Genauigkeit haben. Diese Genauigkeit können ihnen nur die im Felde ermittelten Maße geben. Die Ersetzung der im Felde ermittelten Meßzahlen durch aus dem Bilde gewonnene abgegriffene Maße würde in Anbetracht der Ungenauigkeit der graphischen Maße einen erheblichen Rückschritt im Vermessungswesen bedeuten, der im Interesse des Eigentumsschutzes mit allen Mitteln verhindert werden muß. An den im Eingang meiner Ausführungen erwähnten Satz

<sup>1</sup> Vortrag, gehalten bei der Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Jena 13.9.55

<sup>2</sup> Bildmessung und Luftbildwesen 1933, Seite 79-82 und 117-133.

„Diese Meßzahlenmethode . . . ist natürlich unmöglich“ schließt sich in der Abhandlung der Satz an „Dagegen besteht die Möglichkeit, für jeden beliebigen Punkt Koordinaten zu ermitteln“. In beiden Sätzen liegt ein gewisser Widerspruch. Ebensovienig, wie es möglich ist, die genaue Entfernung zwischen zwei Punkten aus der Karte abzugreifen, ebenso unmöglich ist es, die Koordinaten eines Punktes aus der Karte genau auf graphischem Wege zu ermitteln. Es ist nur ein blinder Zufall, wenn das graphische Maß übereinstimmend mit dem in Felde gemessenen oder dem errechneten Maße ermittelt wird.

Auf die weiteren Mängel des photographischen Verfahrens, die sich in der Wiedergabe der Grenzen insbesondere in den Ortslagen (Schatten der Gebäude, überhängende Dächer und ähnliches), der Grenzzeichen (Grenzsteine, Grenzpfähle, Grenzhügel usw.) zeigen, brauche ich nicht einzugehen, sie liegen auf der Hand. Es muß bezweifelt werden, daß es möglich ist, die Grenzen und die darauf errichteten Grenzzeichen ohne erhebliche Kosten deutlich sichtbar zu machen. Das Ankalten der Grenzzeichen ist in den preußischen Katasteranweisungen nicht vorgeschrieben; es hat auch wenig Zweck, weil der Anstrich in größeren Entfernungen nicht mehr zu erkennen ist und infolge der Witterungseinflüsse und der Bestellung bald verschwindet. Häufig müssen übrigens mit Rücksicht auf die Bewirtschaftungsweise die Grenzzeichen so tief gesetzt werden, daß sie aus der Erde nicht hervorragen. Auch auf die Veränderungen des photographischen Papiers durch Schwund usw. im Wasserbad, die die Genauigkeit der Karten und somit die Ermittlung graphischer Maße sehr erheblich beeinflussen würden, brauche ich nicht einzugehen.

Aus diesen Gründen kann die zur Erörterung gestellte Frage nur dahin beantwortet werden, daß das Luftbild zur Herstellung von Katasterkarten allgemein nicht herangezogen werden kann; es wird nur in ganz vereinzelten Ausnahmefällen, in denen die sonst üblichen Messungsmethoden (wie orthogonale Methode, optische Distanzmessung) versagen, verwendet werden können. In Betracht käme unzugängliches, zerklüftetes Gelände, wie z. B. im Gebirge. Für die Fortführung der Karten (Pläne), z. B. durch Übernahme von Grundstücksteilungen, kommt die Photogrammetrie aus der Luft schon wegen der Kosten des Verfahrens nicht in Frage. Diese Arbeiten würden immer nur nach der Meßzahlenmethode ausgeführt werden können.

Zur Herstellung von Plänen und Karten, die nicht geometrisch genau zu sein brauchen, kann dagegen die Photogrammetrie aus der Luft mit Vorteil herangezogen werden. Bei Katastermessungen würde es sich z. B. um die Herstellung der sogenannten Vorrisse (Vorpläne) handeln, sofern Gebiete in Betracht kommen, die der Stückvermessung nicht unterlegen haben. Im preußischen Kataster sind dies in der Regel die Ortslagen mit den „ungetrennten Hofräumen und Hausgärten“. Die Vorrisse sollen den Grundstücksbestand beim Beginn und am Ende der Neumessung bildlich darstellen, auf genaue geometrische Darstellung kommt es nicht an. Es ist zulässig, wenn die Katasterkarte versagt, oder sonstige geeignete Karten nicht vorhanden sind, die Vorrisse nach kleinmaßstäblichen Karten, z. B. Meßtischblättern u. dgl., unter entsprechender Vergrößerung zu entwerfen.

Den Ausführungen des Herrn Regierungsrats Nowatzky vom Reichsamt für Landesaufnahme<sup>3</sup> und des Herrn Ministerialrats von Langendorff im Reichswehrministerium gelegentlich der fünften Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, soweit sie sich mit der Heranziehung der Luftphotogrammetrie zur Herstellung von Katasterplänen befassen, kann ich nicht zustimmen. Luftbilder mit einem durchschnittlichen Punktfehler von  $\pm 5$  m, in ungünstigem Gelände sogar bis zu  $\pm 7$  m, können zur Herstellung geometrisch genauer Karten nicht verwendet werden.

Ich verkenne keineswegs die außerordentliche Bedeutung der Luftphotogrammetrie für die Herstellung von topographischen Karten, Übersichtsplänen und ähnlichen Kartenwerken, bei denen es auf genaue geometrische Darstellung nicht ankommt. Bei einem etwaigen Ausbau der Katasterkarte in topographischer Hinsicht, also 1:5000-Katasterplankarte unter weitgehender Berücksichtigung wirtschaftlicher Interessen, würde das Luftbild mit gutem Erfolg verwendet werden können durch Übertragung der Schichtlinien, der Grenzen der Kulturarten und ähnlicher Gegenstände in den Katasterplan. Mit dieser Übertragung würden meines Erachtens keine Schwierigkeiten verbunden sein. Vor einer Überlastung der Katasterkarte, die nach den bestehenden Vorschriften topographische Gegenstände in einem für Wirtschaftszwecke im allgemeinen ausreichenden Umfang enthalten soll, muß gewarnt werden. Die Darstellung von Gullis, Senkschächten, Einsteigeschächten, Hydranten, Feuermeldern u. dgl. gehört in Spezial-

<sup>3</sup> Bildmessung und Luftbildwesen 1932, Seite 150-156.

karten, die auf der Grundlage moderner Katasterkarten ohne Schwierigkeiten hergestellt werden können.

Ich glaube, mit meinen Ausführungen meine Stellungnahme zu dem Thema der Abhandlung ausreichend begründet zu haben.“

Sie sehen, daß der Brief im wesentlichen eine glatte Ablehnung des Luftbildes für die Katastervorarbeiten bedeutet, und wir glauben, Grund zu der Annahme zu haben, daß die heutige Einstellung der Preußischen Katasterverwaltung dem Luftbildwesen gegenüber nicht ganz so ablehnend — um nicht zu sagen „luftbildfreundlicher“ — ist.

Was hat sich aber inzwischen ereignet, um diese veränderte Einstellung hervorzurufen?

Da sind es nun gerade die Aufgaben der Reichsbodenschätzung, die dem Kataster deshalb Schwierigkeiten bereiten, weil eben diese Katasterkarten in manchen Gebieten nicht fortgeführt worden sind und ihre Veraltung einen solchen Grad erreicht hat, daß sie für die Reichsbodenschätzung in diesen Gebieten überhaupt nicht mehr als Unterlage in Frage kommen. Man kann einwenden, daß in großen Gebieten neue Messungen vorliegen, daß in vielen Gebieten die Fortführungsarbeiten tatsächlich nahezu vollständig durchgeführt worden sind. Es bleiben aber immer noch wirklich sehr große Gebiete, in denen eben der Notstand vorliegt, daß die Katasterkarten den Aufgaben der Reichsbodenschätzung nicht mehr als Grundlage dienen können. Suckow selbst sagt gelegentlich der Hauptversammlung des Landesplanungsverbandes Düsseldorf am 5. Oktober 1929:

„Was den Punkt anlangt, ob die Katasterkarten topographisch vollständig sind, also alle Grenzen, Eisenbahnen, Wege, Gräben, Gebäude und Kulturarten dem heutigen Bestande entsprechend nachweisen, so ist leider festzustellen, daß dies nicht der Fall ist. Wenn die Katasterkarte den Bedürfnissen der Wirtschaft und der öffentlichen Verwaltung genügen will, so muß sie topographisch vollständig sein. Leider ist die Katasterkarte im Laufe der Jahrzehnte mehr und mehr zur reinen Grundeigentumskarte geworden und erfüllt nicht mehr das, was man von einer Wirtschaftskarte verlangt. Sie weist wohl alle Eigentumsgrenzen nach, aber nicht alle Gebäude, und hinsichtlich der Kulturarten ist sie ebenfalls nicht auf dem laufenden. Dies ist ein schwerer Mangel, der sich bei vielen Gelegenheiten bemerkbar macht und der behoben werden muß. Das Finanzministerium ist bemüht, diesen Mangel zu beseitigen. Aber es wird doch eine Reihe von Jahren vergehen, bis die Katasterkarte mit der Örtlichkeit übereinstimmt und auch als Wirtschaftskarte angesprochen werden kann.“

Was nun die geometrische Genauigkeit des Katasters anbelangt, so muß sie im Hinblick auf die Planungsarbeit so groß sein, daß im Festsetzungsverfahren keinerlei Einwendungen gegen die Genauigkeit der Unterlagen erhoben werden können. Das Kataster ist zum großen Teil schon vor hundert und mehr Jahren entstanden, zu einer Zeit, wo man auf eine Vermarkung der Grenzen noch keinen großen Wert legte und wo die Vermessungstechnik sich eben erst zu entwickeln begann. 25 % des Katasters im Düsseldorfer Bezirk z. B. stammen aus der französischen Zeit. Davon ist ein Teil inzwischen erneuert worden; für etwa 20 % haben wir noch heute französisches Kataster. Aber auch das Kataster, das bei der alten rheinisch-westfälischen Katastervermessung in den Jahren 1820—1839 fertiggestellt worden ist, ist mangelhaft. Ein wirklich völlig einwandfreies und für alle Zwecke brauchbares Kataster haben wir nur für 11 %. Wenn ich hier offen die Mängel des Katasters zugebe, so muß ich hinzufügen, daß die Verwaltung kein Vorwurf trifft. Hätte man ihr mehr Mittel zur Verfügung gestellt, so hätte mehr geleistet werden können. Es ist auch zu berücksichtigen, daß die Verwaltung mit großen anderen Aufgaben betraut wurde, insbesondere steuerlicher und bewertungstechnischer Art. Ihre Leistungen sind stets anerkannt worden, und sie wird, wenn sie jetzt vor die Aufgabe der Verbesserung des Katasters in vermessungstechnischer Hinsicht gestellt wird, sicher wieder Anerkennenswertes leisten. Wir stehen jedenfalls jetzt auf dem Standpunkte, daß etwas für das Kataster geschehen muß.“

Man kann ferner einwenden, daß sich die Erneuerung dieser Karten mit gutem Willen und einer erheblichen Vergrößerung des Stabes von Mitarbeitern durchführen lasse. Aber wenn wir demgegenüber allein die Zeit betrachten, in der so etwas möglich wäre, so scheidet diese Möglichkeit eben an der zur Verfügung stehenden Zeit.

Die zuständigen Stellen haben das bereits erkannt, und sie haben sich nach neuen Mitteln und Wegen umtun müssen, die in der Lage sind, brauchbare Unterlagen für den genannten Zweck zu beschaffen. Es ist kein Zufall, daß gerade das Luftbild sowohl als Luftbildplan als auch in seinen stereoskopisch gewonnenen Messungsergebnissen trotz der im Jahre 1932 so ablehnenden Haltung zur Diskussion gestellt wurde, da in den ver-

gangenen Jahren bereits umfangreiche Kartierungsarbeiten für die Reichsbodenschätzung mit Hilfe der Luftbildmessung abgewickelt worden sind.

Es ist ferner die Tatsache nicht abzuleugnen, daß z. B. die vom Reichsbeirat für das Vermessungswesen seinerzeit geforderte Reichswirtschaftskarte im Maßstab 1:5000, also die Katasterplankarte (topographische Grundkarte), nach Ansicht fast aller maßgebenden Stellen überhaupt nur mit Hilfe der Luftbildmessung erreichbar erscheint.

Die Brauchbarkeit dieser Ausmeßergebnisse im Maßstab 1:5000 ist durch die bisherigen Feststellungen — für die ja genügend Erfahrungen und Veröffentlichungen vorliegen — klar bewiesen, und wenn heute das Zentralreferat für die Vereinheitlichung des Vermessungswesens gerade die Erstellung dieser Karte als Katasterplankarte bezeichnet und die Durchführung gerade dieses Kartenwerkes als die Grundlage reklamiert, auf der sich künftig sowohl die topographischen als auch die großmaßstäblichen Kartierungen aufbauen sollen, so ist auch das ein Fortschritt in der luftbildfreundlichen Haltung, das ist kein Zweifel.

Es ist — es sei nochmals besonders betont — schon oft und von vielen Seiten festgestellt worden, daß es kaum eine andere Möglichkeit gibt, um in absehbarer Zeit zu diesem Kartenwerk zu gelangen, als über die Luftbildmessung.

Es sind ferner bereits umfangreiche großmaßstäbliche Arbeiten, z. B. in dem Essener Ausbaugebiet Werden-Kupferdreh, im Maßstab 1:1000 mit 1-m-Höhenschichtlinien<sup>4</sup> durchgeführt worden, ohne daß trotz jahrelanger Verwendung in der Praxis Widersprüche aufgetreten sind. Der Beweis für die Brauchbarkeit bei Lösung bestimmter Aufgaben, also z. B. im Sinne der topographischen Grundkarte oder als Übersichtsplan für Siedlungs- und Behausungszwecke usw., ist geführt, über die Ergebnisse sind Veröffentlichungen wiederholt gebracht worden.

Als sich nun herausstellte, daß für die vordringlichen Bodenschätzungsgebiete, z. B. in Mecklenburg oder im Hannoverschen, Katasterkarten nicht vorliegen bzw. als Inselkarten ohne Netz und stark veraltet keine Verwendung finden konnten, entschlossen sich die verantwortlichen Stellen dazu, das Luftbild als Luftbildplan für die ebenen Gebiete versuchsweise zu verwenden. Es handelte sich in diesen beiden Fällen um Gebiete, die bei Schwerin bzw. Soltau lagen, und es ist für Sie vielleicht interessant, was das Mecklenburgische Landesvermessungsamt Schwerin im März 1935 an den Herrn Reichsminister der Finanzen bzw. an die Hansa Luftbild schreibt:

Mecklenburgisches Landesvermessungsamt an den Herrn  
Reichsminister der Finanzen:

„Es läßt sich schon jetzt übersehen, daß die nach Luftbildern angefertigten Karten für die Zwecke der Bodenschätzung vollkommen genügen, und daß es kein anderes Verfahren gibt, das die Luftaufnahmen an Billigkeit und Schnelligkeit übertrifft. Die Anfertigung einer Feldmarkskarte (etwa 500 ha Fläche) wird nur eine Woche Zeit in Anspruch nehmen, einschließlich Feldvergleich.“

Mecklenburgisches Landesvermessungsamt an Hansa Luftbild:

„Nach den bisherigen Erfahrungen hat sich ergeben, daß fast keine Nachmessungen notwendig sind, wenn das Laub noch fehlt.“

Herr Regierungs- und Vermessungsrat Dr. Schmitt, der Leiter des Mecklenburgischen Landesvermessungsamtes, schreibt an anderer Stelle:

„Ich erachte es als zweckmäßig, für die Gebiete, in denen Katasterpläne und brauchbare Flächenangaben fehlen, Luftbildmeßaufnahmen ausführen zu lassen. Dadurch wird es zweckmäßig sein, die für die Bodenschätzung benötigten Planunterlagen zu beschaffen. Eine Katasterneumessung in der sonst üblichen Art kann wegen des hohen Aufwands an Zeit und Kosten nicht in Betracht gezogen werden.“

Das Reichsfinanzministerium selbst sagt im Erlaß vom 28. Mai 1935:

„Die Herstellung der topographischen Grundkarte des Deutschen Reiches, zu welcher die Katasterpläne das Gerippe der Parzellen- und Besitzstücksgrenzen und das Flurbild zu liefern haben, kann mit dem sofort zu befriedigenden Bedürfnis der Wirtschaft, der Technik, der Reichs- und Landesplanung, der Verwaltung, vor allem auch dem der Landesverteidigung, nicht Schritt halten. Es ist deshalb beabsichtigt, für diejenigen Teile des Reichs, für die ein besonders dringendes Bedürfnis besteht und die über kein einheitliches, großmaßstäbliches Netzkartenwerk verfügen, als Zwischenlösung eine im Rah-

<sup>4</sup> Bildmessung und Luftbildwesen 1933, Seite 9, 1934, Seite 71.

men der topographischen Grundkarte des Deutschen Reiches herzustellende „Katasterplankarte“ zu schaffen. Diese Karte ist gedacht als Vorstufe der topographischen Grundkarte, durch die sie im Laufe der Zeit zu ersetzen ist. Zu ihrer Herstellung müssen alle schon vorhandenen Unterlagen einschließlich etwaiger Luftbilder verwendet werden. In geeigneten Fällen kommen auch neue Luftbildaufnahmen in Frage, während terrestrische Aufnahmen nur insoweit durchgeführt werden sollen, als sie sich mit den vermessungstechnischen Vorarbeiten zur Reichsbodenschätzung verbinden lassen und als trigonometrische und polygonometrische Messungen zur Bestimmung von Paßpunkten notwendig sind. Die Richtlinien zur Herstellung dieser Karte werden demnächst bekanntgegeben.“

Und ferner an anderer Stelle:

„Ich beabsichtige, die stereophotogrammetrische Ausmessung der Luftbildmeßaufnahmen im Maßstab 1:5000 durchzuführen zu lassen.“

Ich bitte, die Vorbereitungsarbeiten aufnehmen zu lassen und bin damit einverstanden, daß die Aufwendungen für die Meßgehilfen und Arbeiter und die sachlichen Ausgaben bei der Verdichtung des trigonometrischen Netzes aus den für die Bodenschätzung bereits zur Verfügung gestellten Mitteln bestritten werden. Ferner bitte ich, mir mitzuteilen, wie hoch die Kosten für diese besonderen Aufwendungen zu veranschlagen sind. Die zugewiesenen Ausgabemittel können erst nach Eintritt des tatsächlichen Bedarfs verstärkt werden.“

Sie sehen also, daß die Luftbildmessung bei bestimmt gestellten Aufgaben wohl in der Lage ist, schnelle und ausreichende Hilfe da zu leisten, wo andere Methoden versagen. In ähnlicher Weise hat sich das Luftbildwesen ja auch seinerzeit auf Grund einer Notlage eingeführt bei den Stadterweiterungs- und Siedlungsaufgaben, ebenso bei den Landesplanungs- und Landeskulturaufgaben.

Die Landeskulturabteilung im Oberpräsidium Stettin schreibt z. B.:

„Es wird in der Regel auch nicht möglich sein, die Einleitung mehrerer Siedlungsverfahren abzuwarten und, wie in dem vorliegenden Fall, als Sammelaufträge zu vergeben, da die Eilbedürftigkeit der einzelnen Sachen dies nicht zuläßt und der Wert der Einschaltung der Flugbildmessung in der Hauptsache darin liegt, möglichst bald nach Ankauf der Güter in den Besitz der Luftbildaufnahme für die Planungsarbeiten in allen den Fällen zu gelangen, wo brauchbare kartliche Unterlagen nicht vorhanden sind.“

Daß die Luftbildmessung außer den rein geometrischen Unterlagen auch sonst wertvolle Unterlagen für die Planungsarbeit liefert, sei noch besonders hervorgehoben. Denn aus den Luftbildplänen können nicht nur die Kulturveränderungen, vorhandene Wege und Gräben, Wasserflächen, Torfstiche usw. entnommen werden, sondern auch Bäume und Baumgruppen und sonstige Merkmale, deren Lage für die Anordnung der neuen Gehöfte im alten oder im neu zu schaffenden Dorfe von Wichtigkeit ist. Auch meliorationsbedürftige Acker- und Wiesenländereien heben sich von den übrigen Ländereien in der Farbe deutlich ab, und selbst ältere Ackerdränagen, die sonst dem Auge nicht erkennbar sind, erscheinen in den Flugbildern. Kurz, alles Wichtige für den Planentwurf kann den Luftbildplänen ohne weiteres entnommen werden.“

Der Umfang dieser bisher geleisteten Luftbildplan- und Stereomeßarbeiten ist Ihnen ebenfalls, wie ich annehme, aus den Veröffentlichungen bekannt.

In allen diesen Fällen ist es aber so gewesen, daß die an die Katasterkarten und an ein Zahlenkataster zu stellenden Genauigkeitsanforderungen in der Praxis nicht benötigt worden sind, die dagegen mit Hilfe des Luftbildes und der Luftbildmessung erreichbaren Genauigkeiten sich aber immer als gut und ausreichend herausgestellt haben.

Wenn nun aber die Brauchbarkeit in der oben belegten Weise einwandfrei feststeht, dann hat es keinen Sinn, in diesen Fällen über andere Möglichkeiten zu diskutieren, wenn die Durchführbarkeit der Zahlenmethode infolge der Zeit und der entstehenden Kosten für diese neuen Aufgaben einfach unmöglich ist. Das sind wohl auch die Überlegungen gewesen, die uns den Führer des deutschen Vermessungswesens luftbildfreundlicher erscheinen lassen, als es die Preußische Katasterverwaltung im November 1932 seinerzeit dokumentierte. Das ist aber auch die Grundhaltung der Vorträge gewesen, die im März d. J. Vermessungsdirektor Brandt<sup>5</sup>, Münster, und Professor Dr. von Gruber<sup>6</sup> gehalten haben. Die Einzelheiten brauche ich deshalb nicht noch einmal aufzurollen, sondern es ist lediglich festzustellen, daß auch im Ausland die Luftbildmessung bei diesen Arbeiten in außerordentlich großem Umfang herangezogen wird und die Genauigkeit im Rahmen der graphischen und zeichnerischen Ergiebigkeit durchaus

<sup>5</sup> Bildmessung und Luftbildwesen 1935, Seite 50-57.

<sup>6</sup> Bildmessung und Luftbildwesen 1935, Seite 57-60.

den gestellten Anforderungen entspricht. Warum also in Deutschland nicht? Vermessungsdirektor Brandt sagt darüber noch hinausgehend:

„In allen Ehren die Vorbehalte für ein Reservat des Reichs- oder Eigentums-katasters im bisher geläufigen Sinn.

Für zwei Drittel des deutschen Flächengebietes aber kann ein Katasterkartenwerk mit dem Genauigkeitsgrad der heutigen Luftbildmessung ausreichende, ja ausgezeichnete Dienste leisten, immer wieder unter Berücksichtigung der Tatsache, daß Verwaltung, Wirtschaft und Technik auf etwas Besseres nicht mehr länger zu warten vermögen. Die deutsche Katasterverwaltung darf nicht fehlen.“

Wie die Anwendung des Luftbildes bei all diesen Arbeiten geschehen soll, darüber brauche ich mich heute nicht zu verbreiten. Die Veröffentlichungen der Herren Katasterlandmesser Wolfgang Ufer<sup>7</sup>, Vermessungsdirektor Brandt, Professor Dr. von Gruber usw. liegen vor, und es kann der Praxis überlassen bleiben, die beste Ausnutzung des Luftbildwesens sicherzustellen. Es hat bisher noch niemand beansprucht, daß das Luftbild eine hundertprozentige Lösung vorstellt. Und wenn Ufer sagt, daß z. B. eine ausreichende häusliche Feststellung der einzelnen Kulturarten auf Luftbildern ohne eingehende Kenntnis der Örtlichkeit im allgemeinen nicht möglich ist, so schließen wir uns selbstverständlich seinen weiteren Ausführungen ohne Einwand an, daß in der Regel auch bei Verwendung von Luftbildern wie bei der Einmessung zur Feststellung der Kulturarten eine Begehung des Geländes erforderlich ist. Wir können ihm ferner folgen, wenn er sagt, daß unregelmäßig verlaufende Kulturgrenzen aus dem Luftbildplan wirklichkeitstreu und damit genauer in den Katasterplan übernommen werden können als auf Grund einer Einmessung, da diese nicht den gesamten Verlauf der Linie, sondern immer nur einzelne Punkte erfassen kann.

Offenlassen bzw. der Regelung von Fall zu Fall vorbehalten kann man auch die Frage der Paßpunkte, die entweder örtlich eingemessen, vorhandenem Material entnommen oder durch Bildtriangulation gewonnen werden können. In jedem Fall hängt das Genauigkeitsergebnis im höchsten Grade davon ab. Auch bei den Verhandlungen mit den ortskundigen Personen erscheinen nach Ufer in jedem Fall die Luftbildpläne wegen ihrer zusammenhängenden Darstellung vorteilhafter. Und interessant ist es ferner, daß es Herrn Regierungs- und Vermessungsrat Schmitt nach seinen Angaben gelungen ist, mit Hilfe der Luftbildpläne einen hundertfünfzigjährigen Streit über Jagdgrenzen in wenigen Minuten bei der Aussprache mit den Grenznachbarn zu erledigen.

Unnötig ist es ferner, zu sagen, daß die Luftbildpläne für diese Zwecke auf ebene oder fast ebene Gegenden beschränkt werden müssen, da die Luftaufnahme als Zentralprojektion geneigte Geländeflächen nicht ihrer Horizontalprojektion entsprechend abbildet. In diesem Fall muß selbstverständlich die stereoskopische Luftbildmessung Anwendung finden, wie das ja auch in der Praxis bereits geschieht.

Wenn Ufer zu dem Schluß kommt, daß eine Verwendung der Luftbildpläne für die Aufgaben der Reichsbodenschätzung bei der erzielbaren Genauigkeit ausreichend und durchweg wirtschaftlich und deshalb notwendig ist, so haben wir dem nichts hinzuzufügen. Und zu ähnlichen Ergebnissen sind schon zahlreiche Stellen gekommen, die das Luftbild praktisch, wenn auch zuerst versuchsweise als Hilfe herangezogen haben, wie z. B. das Wuppertaler Vermessungsamt, das den Luftbildplan einmal verwendet, um zu den generellen Planungen den neuesten topographischen Bestand zu haben.

Bei der staatlichen Katasterverwaltung haben sich dort die jetzigen Verhältnisse mit dem vollkommen veralteten Planmaterial als unhaltbar erwiesen (siehe Veröffentlichung der „Wuppertaler Zeitung“ vom 27. März 1935).

Es sind deshalb besondere Dezernenten für die Erneuerung des Katasters eingesetzt, die in Verbindung mit den Landesplanungsverbänden und den Stadtvermessungsämtern die Erneuerung des Katasters in die Wege leiten. Nach der Durchführung der Triangulation und Polygonisierung muß der topographische Bestand festgelegt werden, und das geschieht durch Auswertung des Luftbildplanes in Verbindung mit örtlichen Aufnahmen der Straßen, Wege und Gebäude. Und wenn ich dann noch die Baupolizeipläne erwähne, die u. a. bei den umfangreichen Verhandlungen der Wasserwirtschaft, z. B. der Emschergenossenschaft und des Lippeverbandes, seit Jahren eine große Rolle spielen, so ist damit noch lange nicht die Reihe der Möglichkeiten erschöpft, bei denen die verständ-

<sup>7</sup> Zeitschrift für Vermessungswesen 1935, Seite 82-94.

nisvolle Heranziehung des Luftbildes für die großmaßstäbliche Planherstellung heute schon üblich ist und die gerade dem Vermessungsfachmann die Erfüllung seines Wunsches, die ihm anvertrauten Kartenwerke auf dem heutigen Stand zu erhalten, ermöglicht. Und interessant ist ferner, was Messungsdirektor Richter, Speyer a. Rh., in einer Abhandlung über allmähliche Neuvermessung in der Zeitschrift für Vermessungswesen sagt:

„Wie erhalten wir das Kataster, wie die Unterlagen zum Grundbuche, wie ersetzen wir am rationellsten und am raschesten seine morschen Teile durch tragfähige Balken; kurz, wie werden wir der Verantwortung gerecht, die uns die Überantwortung des Katasterplanes, dieses kostbaren Nationalgutes, auferlegt? Es lohnt sich deshalb wohl, in eine allgemeine Aussprache über sie einzutreten und die Erfahrungen aus den Einzelländern hierüber auszutauschen und gemeinsam zu fruchtbringender Wirkung auszuwerten.“ Und weiter:

„... Unter vollendeter Beobachtung seiner Wesensart konnte z. B. der bayrische graphische Plan 1:5000 als ein durchaus brauchbares Gefäß zur Erfüllung mit neuem Leben und neuem Geiste befunden werden.“ Und er sagt weiter:

„... In der Geschichte, so auch derjenigen unseres Arbeitsfeldes, wiederholt sich bekanntlich immer das gleiche Spiel. Nie hat sich das Neue kampfflos durchgesetzt; es war notwendigerweise immer gezwungen, sich erst zu bewähren. Vor vier Generationen war es der Kampf um das einheitliche Meßtischwerk, das, immer wieder unterbrochen und verzögert durch die Furcht vor den hohen Kosten, schließlich doch den Sieg errang. Vor zwei Generationen hatte das geschlossene Polygonal-Zahlensystem alle Mühe, sich gegen das billigere Meßtischverfahren durchzusetzen. Beide siegten nicht deshalb, weil ihre Vorkämpfer es wünschten und es sich in den Kopf gesetzt hatten, sondern weil die Notwendigkeiten stärker waren als die Hemmungen. So wird sich auch in unserer Zeit das offene Polygonal-Zahlensystem behaupten, nicht uns zulieb, die wir es vertreten, sondern als ein Gebot äußeren und inneren Zwanges. Daß es ganz gleichzeitig in verschiedenen Ländern wie Preußen und Bayern sich von selbst entwickelte, ist nicht Zufall, sondern dem Gegenstande innewohnendes Gesetz. Diesen Vorteil im Kampf hat es gegenüber seinen beiden Vorgängern: Es verlangt keine große Staatsaktion und keinen neuen Verwaltungsapparat; jeder einzelne Werkmann kann jeden Augenblick damit beginnen; er braucht nur in rechter, verständiger Anwendung der bestehenden Vorschriften zu handeln; er braucht nichts zu überwinden als das Gesetz der Trägheit in sich selbst.“

Sinngemäß kann man das heute auch für die Luftbildmessung gelten lassen.

Für das Luftbildwesen aber erscheint es von gesteigerter Bedeutung — heute mehr als früher —, von dem Führer des deutschen Vermessungswesens und der Katasterverwaltung eine klare Antwort zu erhalten, ob das Luftbild zu diesen großmaßstäblichen Arbeiten in Deutschland künftig auf dauernde Heranziehung als Hilfsmittel rechnen kann. Naturgemäß ist ja dann betriebswirtschaftlich bei der Entwicklungsfähigkeit des Luftbildwesens — abgesehen von den topographischen Kartenwerken, bei denen es sich längst bewährt hat — eine gesunde Erweiterung und ein Ausbau auf den Höchststand neuzeitlicher Technik und Wirtschaftlichkeit notwendig, besonders dann, wenn ein Arbeitsprogramm auf lange Sicht durch rechtzeitige Vorbereitung eines gut ausgebildeten Personal- und Geräteeinsatzes dem zu erwartenden Erfolg die sichere Grundlage geben soll.

Allein das feste Vertrauen, daß es sich nicht um eine Konjunkturbedingtheit, sondern um einen gesunden Aufstieg und eine kräftige, für die Dauer beständige Entwicklung handelt auf Grund der Vorteile, die in diesen Luftbildmeßmethoden, -geräten und -arbeitsverfahren liegen, ist für uns Veranlassung genug, diesen Ausbau und Verbesserungen des Luftbildwesens in Aussicht zu nehmen, die dem Vertrauen der Volksgemeinschaft in die Gesamtwirtschaft entsprechen.

Ich möchte die Gelegenheit benutzen, um vor allen Dingen den Stellen, die sich so tatkräftig für die Entwicklung des Luftbildwesens eingesetzt haben, dem Reichsluftfahrtministerium und seinen hier anwesenden Vertretern, Herren Ministerialrat Dr. Knipfer, Oberstleutnant Cranz, Ministerialrat Dr. Ewald, den ganz besonderen Dank für die tatkräftige Unterstützung und Förderung des Luftbildwesens auszusprechen, ebenso Herrn Ministerialrat Pfitzer als Führer des Zentralreferates im Reichsministerium des Innern, als dem berufenen Vertreter des Reiches für die Vereinheitlichung des Vermessungswesens, dem Reichsamt für Landesaufnahme, sowie der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie.

Wir sind uns auch bewußt, daß ohne diese Förderung kaum eine so schnelle und züglichere Entwicklung hätte vor sich gehen können.

Zugleich gilt mein Dank all den Behörden und Dienststellen, die in so großem Umfang das Luftbildwesen in den rückliegenden Jahren wohlwollend in ihren Dienst gestellt haben, und ich darf die Hoffnung aussprechen, daß uns die Zukunft die so lang ersehnte verbreiterte Anwendungsbasis des Luftbildwesens in der Praxis bringen wird.

## **Jenaer Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie**

Mitte September d. J. hielt die Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie wie in früheren Zeiten wieder einmal ihre Jahresversammlung an ihrem Gründungsort, Jena, ab. Hier sollte den Teilnehmern Gelegenheit gegeben werden, viele neuzeitliche Präzisionsgeräte für Photogrammetrie bei der Weltfirma Carl Zeiss und der Zeiss-Aerotopograph G.m.b.H. gebrauchsfertig zu sehen. Außerdem sollte den in Mitteldeutschland wohnenden vielen Fachleuten und Interessenten der Reiseweg zum Tagungsort möglichst abgekürzt werden.

Dank der vorzüglichen Vorbereitung der Tagung durch die in Jena wohnenden Mitglieder, insbesondere durch die Herren der Zeiss-Aerotopograph G.m.b.H., und infolge ihres engen Zusammenwirkens mit den Herren des Vorstandes in Berlin war der Tagung in jeder Beziehung ein voller Erfolg beschieden.

Unter den rund 250 Teilnehmern waren viele Reichs- und Landesbehörden sowie Ämter vertreten. Da das Hauptthema „Die Luftbildverwendung für Pläne großen Maßstabes (Kataster u. dgl.)“ bildete, waren die Vermessungsfachleute mit etwa 80 Herren am stärksten vertreten. Da auch für ingenieurtechnische Planungen das Luftbild von hoher Bedeutung ist, waren über 40 Ingenieure und Baufachleute erschienen. Etwa 20 Flieger betonten durch ihre Anwesenheit den hohen Wert der Luftbildvermessung. Die verschiedenen optischen und photographischen Firmen hatten etwa 25 Herren entsandt. Nur die Ärzte und die Kriminalfachleute waren leider in nur geringerer Zahl vertreten.

Je 50 % der Teilnehmer waren aus Mitteldeutschland und Berlin gekommen, je 11 % stammten aus Nord- und Westdeutschland, 9 % aus Süddeutschland, 2 % aus Ostdeutschland und 7 % aus dem Auslande. Unter letzteren wurden besonders die Präsidenten und Vertreter der Schwestergesellschaften Holland und Tschechoslowakei begrüßt. Ferner waren Herren aus Nord- und Südamerika, aus Finnland, Japan, Portugal, Rumänien, Schweden und Ungarn erschienen.

Am Vorabend der Tagung traf man sich im Weinhaus Göhre am Markt zu Jena. In diesem Hause fanden 1909 unter Dr. Gasser die ersten Besprechungen zur Gründung der Gesellschaft statt. Durch das zwanglose Zusammensein in diesem auch bei früheren Tagungen der einstigen „Sektion Deutschland der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie“ besuchten Lokal wurden viele alte Bekanntschaften erneuert und neue angeknüpft.

Freitag, den 13. September, begann programmgemäß (Bildmessg. u. Luftbildwes. 1955, S. 49/50) die offizielle Tagung 9 Uhr vormittags in dem gegenüber dem neuen Turmhaus der Zeiss-Werke gelegenen Volkshaus. Der Vorsitzende, Ministerialrat von Langendorff, führte nach Begrüßung der Teilnehmer etwa folgendes aus:

„Da wir beschlußgemäß unsere Mitgliederhauptversammlung stets in Berlin abhalten und im vorigen Jahr eine solche Veranstaltung fällig war, so blieben wir auch zu unserer 25jährigen Jubiläumsfeier in Berlin. Wir faßten aber den Entschluß, die diesjährige Jahresversammlung in Jena zu begeben. So stehen wir denn jetzt an unserer Geburtsstätte, in der schönen Stadt Jena, wo am 5. Oktober 1909 unsere Gesellschaft gegründet wurde, und wo 1901 Prof. Dr. Pulfrich das erste Raumbildmeßgerät, den Stereokomparator, konstruierte.

Hier stand unsere Wiege, und wir freuen uns, von den Gründern die Herren Dr. Loewe, Regierungsrat Dr. Lüscher, Prof. Schewior, Dipl.-Ing. Schneider und Architekt Unte unter uns begrüßen zu können.

Die ungeheuren Fortschritte, die die Photogrammetrie besonders in den letzten 25 Jahren gemacht hat, sind jedem von uns bekannt. Der Krieg mit seinen Forderungen, besonders auf kartentechnischem Gebiet, gab den Antrieb auch auf allen anderen Gebieten des Meßbildwesens. Wir freuen uns, daß es nach dem Kriege zu keinem Still-

stand kam, sondern Wissenschaftler und Konstrukteure sich bereit fanden, die Erfahrungen des Krieges auszunutzen und weiterzuentwickeln. So setzte die Erfinderkraft von neuem ein und führte zur Herstellung einer Reihe bedeutungsvoller, interessanter und gebrauchsfähiger Instrumente. Diese hier aufzuzählen, würde zu weit führen.

Woran es aber zunächst fehlte, war die richtige Erkenntnis der Leistungsfähigkeit der Photogrammetrie und ihrer Anwendungsmöglichkeiten. Teilweise gingen in dieser Beziehung die Erwartungen und Hoffnungen zu weit. An anderen Stellen wieder bestand eine gewisse Abneigung gegen die neue Meßmethode. Es war daher sehr zu begrüßen, daß man sich damit befaßte, die Anwendungsmöglichkeiten des näheren zu umreißen und der Prüfung der Wirtschaftlichkeit nachzugehen. Noch gibt es auf diesen beiden Gebieten immer wieder neue Probleme und Fragen zu lösen. Aber gerade aus der Beschäftigung mit diesen beiden Problemen — der Anwendungsmöglichkeit der Photogrammetrie und ihrer Wirtschaftlichkeit — hat das Meßbildwesen größten Nutzen gezogen und weitere Verbreitung erfahren.

Die Vorträge, die auf dieser Tagung gehalten werden, gipfeln in diesen beiden Punkten. Sind erst diese beiden Probleme erschlossen, dann werden die Industrie und der Apparatebau schon das leisten, was von ihnen verlangt wird. Dafür bürgt — ohne noch andere Firmen zu nennen, die sich gleichfalls in den Dienst unserer Sache gestellt haben — schon der Name „Zeiss“.

So wollen wir hoffen, daß unsere diesjährige Tagung hier in Jena auch wieder ein Vorwärtsschreiten der Photogrammetrie auf den ihr zufallenden Gebieten mit sich bringt. Wie in vielen anderen Ländern, so muß auch in Deutschland die Photogrammetrie gebührend angewendet und als unser neuzeitlichstes Meßmittel entsprechend ausgenutzt werden.

Ich danke der Firma Zeiss, daß sie durch tatkräftige Unterstützung diese Tagung ermöglicht hat, und der Stadt Jena, daß wir in ihren Mauern weilen dürfen und unsere Tagung entsprechend festlich begehen können.“

In den folgenden Ansprachen übermittelte der Präsident des Reichsamtes für Landesaufnahme, Generalleutnant a. D. Vollmar, die besten Wünsche des Reichsinnenministeriums und wies auf die hohe Bedeutung der Photogrammetrie für Wissenschaft, Wirtschaft und insbesondere für das Kartenwesen hin. Oberstleutnant Cranz sprach im Namen des Reichsluftfahrtministeriums und hob unter anderem hervor, wie die Luftbildmessung besonders im Zusammenhang mit dem großen Bauprogramm des Führers (Straßenbau, Siedlung, Meliorationen usw.) immer mehr an Bedeutung gewinne. Regierungsrat Gräf begrüßte die Versammlung im Auftrage des Thüringischen Innen- und Wirtschaftsministeriums. Oberforstmeister Dr. Müller sprach im Namen des Reichsforstmeisters und brachte zum Ausdruck, daß die Forstwirtschaft und Forstwissenschaft die Fortschritte des Meßbildwesens eifrig verfolge. Der Führer des Vermessungswesens, Ministerialrat Pfitzer, ergriff alsdann im Namen des Deutschen Vereins für Vermessungswesen das Wort und gab der Hoffnung auf ein gutes Zusammenwirken zwischen den Vermessungsfachmännern und den Photogrammetern Ausdruck. Professor Schermerhorn, Delft, Präsident der holländischen Gesellschaft, sprach der Gesellschaft den Dank der aus dem Auslande erschienenen Herren für die ehrenvolle Einladung aus. Namens der Geschäftsführung der Firma Carl Zeiss begrüßte Professor Bauersfeld die Jahresversammlung und erinnerte an die Gründung der Gesellschaft im Jahre 1909 im Anschluß an einen von Prof. Dr. Pulfrich geleiteten Photogrammeterkursus. Er erwähnte den Erfinder des Stereoautographen, Dr. Ed. v. Orel, und wies darauf hin, wie infolge der Entwicklung der Fliegerei die Photogrammetrie einen bedeutenden Aufschwung genommen hat.

Nachdem der Vorsitzende den Rednern gedankt und die Grüße des Präsidenten der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie, Professor G. Cassinis, Mailand, und des Ehrenpräsidenten, Professor Dr. Ed. Doležal, Wien, bekanntgegeben hatte, begannen die wissenschaftlichen Vorträge, die ausführlicher an anderer Stelle dieser Zeitschrift erscheinen.

Regierungsrat Kurandt (Reichsinnenministerium) sprach über die aus der geschichtlichen Entwicklung und auf Grund der Anforderungen der Gesetze und der Wirtschaft entstandene Einrichtung des preußischen Katasters und bemerkte, daß, wie dort jede Fortentwicklung des Vermessungswesens beachtet würde, so auch die Ausnutzung der durch die Luftbildmessung gegebenen neuen Möglichkeiten.

Direktor Geßner (Hansa Luftbild G.m.b.H.) wies dann darauf hin, was bisher schon durch die Luftbildverwendung für das Vermessungswesen geleistet ist und was in Zu-

kunft noch zu erwarten wäre. Das überaus schnelle Tempo, mit dem die Aufbauarbeiten jetzt durchgeführt werden, fordere beschleunigte Berichtigung vorhandener Karten und für große Gebiete vollständige Neuvermessungen, um für die Planungen brauchbare Unterlagen zu haben. Daneben werde die Forderung, die Grundkarte 1:5000 schneller weiterzuführen, immer dringlicher. Diese Arbeiten sind von gewaltigem Ausmaß und können — wie auch die zuständigen Stellen durchweg anerkennen — nur unter Ausnutzung der Luftbildmessung in erträglicher Zeit durchgeführt werden.

Hierzu machte Professor Schermerhorn Mitteilungen über die Einführung der Luftbildmessung für das Kataster in Holland und über bisher damit erzielte Ergebnisse.

Professor Dr. R. Finsterwalder (Technische Hochschule Hannover) berichtete dann an Hand eindrucksvoller Projektionsbilder über die photogrammetrischen Arbeiten der Nanga-Parbat-Expedition 1934. Er sprach über die außergewöhnliche Gestaltung des dortigen Geländes mit seinen gewaltigen Temperatur- und Höhenunterschieden. Er beschrieb den Weg, den er mit den anderen Wissenschaftlern zur Aufnahme der Meßbilder zurücklegte, gab einen Überblick über frühere dortige Vermessungen und erörterte, wie gerade dort die Erdbildmessung am Platze gewesen sei. Ferner zeigte er einige Ergebnisse der Kartenauswertung (vgl. Bildmessg. u. Luftbildwes. 1935, S. 154 bis 156).

Professor Dr. O. v. Gruber (Jena) gab bekannt, daß es der Firma Zeiss gelungen ist, im „Topogon“ ein Weitwinkelobjektiv für die Luftbildmessung für kleine Maßstäbe zu schaffen. Er zeigte eine mit diesem Objektiv ausgerüstete Bildkammer und damit gemachte Aufnahmen im Bildwurf und gab an, daß das Bildfeld dieser neuen Kammer etwa dem der Vierfach-Reihenbild-Meßkammer der Zeiss-Aerotopograph G.m.b.H. entspreche. Ferner berichtete er über die in Holland durchgeführten Versuche der Aeropolygonierung und des Aeronivellements, deren theoretische Grundlagen in Bildmessg. u. Luftbildwes. 1935, S. 127—141, behandelt sind. Durch Ausnutzung der Angaben eines Stoskops über die Aufnahmehöhen sei es gelungen, die Genauigkeit des Folgebildanschlusses in größeren Bilderreihen wesentlich zu steigern.

Dr.-Ing. Gürtler (München) bemerkte, daß die Panoramakammer der Photogrammetrie G.m.b.H. in den vergangenen Jahren verbessert sei und ein Präzisionsgerät im vollsten Sinne des Wortes wäre, dessen transformierte Bilder einen Zusammenschluß mit einer derartigen Genauigkeit gestatten, daß selbst an den Übergängen von einem Teilbild zum anderen genaue Höhenunterschiede festgestellt werden könnten.

Zum Schluß der Vormittagsvorträge sprach Ministerialrat Dr.-Ing. Ewald. Er wies auf die in den letzten Jahren, insbesondere in diesem Sommer, für die verschiedensten Behörden mit Unterstützung des Reichsluftfahrtministeriums durch die Hansa Luftbild G.m.b.H. ausgeführten umfangreichen Luftbildarbeiten hin und gab einen Überblick über die von ihm geleitete Ausstellung. Diese wurde anschließend besichtigt. Im Vortragssaal sah man an einer Wand Arbeiten des Stadtvermessungsamts Essen (vgl. Bildmessg. u. Luftbildwes. 1933, S. 7—10; 1934, S. 72). Des weiteren hatte Professor R. Finsterwalder Bilder und Auswertungen aus dem Himalaja ausgestellt. Auf der anderen Seite hingen Arbeiten der Technischen Hochschule Stuttgart. In einem an den Vortragssaal anschließenden Raum zeigte Professor Hasselwander seinen neuen Stereoskiagraphen (Bildmessg. u. Luftbildwes. 1935, S. 117), außerdem waren verschiedene Röntgenraumbilder und danach hergestellte Modelle u. dgl. ausgelegt. Im vorderen Saal des unteren Stockwerks interessierten die Arbeiten der Technischen Hochschule Berlin (Professor Lacmann), z. B. Meßbilder und Auswertung vom Bauschacht der Berliner Nord-Süd-S-Bahn. Das Reichsamt für Landesaufnahme und die Topographische Abteilung Karlsruhe waren mit umfangreichen Arbeiten vertreten. Ferner befanden sich hier Ausstellungsgegenstände der Agfa, der Zeiss-Ikon AG., Abt. Filmwerk, der Zeitschrift „Das Raumbild“ u. dgl. Im hinteren Saal kam die Verwertung des Luftbildes für die Landesplanung, Reichsbodenschätzung, für wasserbautechnische Aufgaben (Wattengebiete, Adolf-Hitler-Koog usw.), Reichsautobahnen u. dgl. zur Geltung. Die Ausstellung war drei Tage geöffnet und sehr gut besucht.

Am 15. September nachmittags führten sieben große Autobusse und mehrere kleinere Kraftwagen die Teilnehmer die Saale abwärts nach Dornburg, wo oben über dem Steilabfall die Dornburger Schlösser liegen und sich von der dortigen Parkterrasse ein weiter Blick ins Saaletal bietet. Auf diesem idealen Prüfstand für Fernrohrinstrumente und Erdbild-Meßkamern hatten die Firmen Carl Zeiss und Zeiss-Aerotopograph G.m.b.H. zahlreiche Instrumente aufgestellt, die den Teilnehmern vorgeführt und eingehend erklärt wurden. Prismengläser, Fernrohre, Theodolite, Nivelliergeräte mit den

dazugehörigen Meßplatten, Ballon-Theodolite für Windmessungen u. dgl. waren in den verschiedensten Modellen vertreten. Besonders interessierten der schon auf mehreren Expeditionen mit bestem Erfolg benutzte „leichte Feld-Phototheodolit“ nach Seb. Finsterwalder und verschiedene kippbare Phototheodolite. Nach einer Kaffeepause besichtigte man noch die dort befindlichen Schlösser, besonders das von Goethe häufig aufgesuchte.

Sonnabend, den 14. September, sprach zuerst Professor Dr. Hegershoff (Dresden) über den neuen Kleinautographen der Zeiss-Aerotopograph G.m.b.H. (Bildmessg. u. Luftbildwes. 1935, S. 108), der vor allem zum Auswerten der mit der Stereometerkammer (Bildmessg. u. Luftbildwes. 1935, S. 107) gemachten Aufnahmen gedacht ist. Der Vortragende führte den Autographen vor und wies darauf hin, daß man mit ihm sowohl waagerechte als auch unter bestimmten Winkeln auf- und abwärts geneigte Raumbildpaare auszuwerten vermöge. Ferner zeigte und erläuterte Professor Hegershoff verschiedene Anwendungen der Geräte, wie sie für die Forstvermessung (Bildmessg. u. Luftbildwes. 1935, S. 73—77) vorkommen, darunter auch Vermessungen von Windbrüchen, Baumentwurzungen, Vermessung von Versuchsfeldern in verschiedenen Wuchsstadien u. dgl.

Dr. Schwidewsky (Jena) trug darauf über die Entwicklung der Umbildgeräte vor. Nach einem Überblick über die theoretischen Grundlagen der Entzerrungsgeräte ging er die wichtigsten Erfindungsideen und Bauarten sowohl der Nachzeichengeräte (Camera lucida u. dgl.) als auch der photographischen Entzerrungsgeräte und ihrer selbsttätigen Einstellmittel (Inversoren) durch, wie dies ausführlich in seinem kürzlich erschienenen Buch (Bildmessg. u. Luftbildwes. 1935, S. 97) erörtert ist.

Dr. Köhnle (Düsseldorf) wies in seinem Vortrag zunächst auf den Unterschied zwischen den Ansichtsbildern der topographischen Bildmessung und den Schattenbildern der Röntgenvermessung hin, sowie auf die häufig vorkommenden Schwierigkeiten der Deutung der Röntgenbilder. Es genüge nicht, Doppelaufnahmen zu machen, sondern die Raumbildaufnahmen müßten so gestaltet werden, daß auch ihre Ausmessung möglich sei (Bleimarken, Feststellung des Brennfleckabstandes u. dgl.). Er gab einige Beispiele der medizinischen Röntgenbildmessung (Bildmessg. u. Luftbildwes. 1924, S. 7—20; 1935, S. 35—39) und erläuterte Versuche der Stereoaufnahmen auf einer einzigen Platte mittels Blendenstreifen. Ferner sprach er über Kriminalbildmessung (Bildmessg. u. Luftbildwes. 1935, S. 101—120). Anschließend fand eine eingehende Führung durch die Röntgenabteilung der Ausstellung statt.

Nach den Vorträgen dankte Ministerialrat von Langendorff den Vortragenden, den Ausstellern und allen denen, die sich um die Vorbereitung und die Durchführung der Tagung bemüht hatten.

Gegen Mittag wurde der Ausstellungsraum der Zeiss-Aerotopograph G.m.b.H. besichtigt. Hier sah man die verschiedensten Auswertemaschinen (Stereoautograph, Kleinautograph, Aerokartograph, Stereoplanigraph), den Aero-Multiplex, Entzerrungsgeräte (nach Hegershoff und mit Hohlspiegel — Bildmessg. u. Luftbildwes. 1932, S. 198), Zeichenstereometer (Bildmessg. u. Luftbildwes. 1935, S. 174, u. Abb. 5), Stereokomparatoren, Radialtriangulator u. dgl. betriebsfertig nebeneinander, so daß man einen guten Überblick über ihre Eigenarten und Verwendungsmöglichkeiten gewinnen konnte. Ferner konnte man zahlreiche Aufnahmekammern (Flieger-Einzel- und -Mehrfachkammern, Phototheodolite, Panoramakammer, Stereometerkammer usw.) eingehend studieren sowie auch Überdeckungsregler und ähnliche Instrumente (Quo Vadis) sehen. An besonderer Stelle waren die verschiedensten geodätischen Instrumente der Firma Zeiss ausgestellt. Durch entgegenkommende Erklärungen wurde die Besichtigung der erstklassigen Präzisionsinstrumente bestens ergänzt.

Nachmittags ging es zunächst durch einige Ausstellungsräume der Firma Carl Zeiss. In der astronomischen Abteilung sah man neben Sternwartefernrohren auch solche für Aussichtspunkte sowie den verbesserten Pulfrichschen Blink-Stereokomparator. In der medizinischen Abteilung wurden Instrumente für Augenuntersuchungen und Einrichtungen, die es gestatten, daß bei Vorlesungen mehrere Studierende gleichzeitig das Mikroskopbild betrachten können, vorgeführt. Man sah schattenfreie Beleuchtungen für Operationstische und mannigfache andere medizinisch-optische Instrumente. In einer anderen Abteilung sah man die verschiedenartigen Lupen, Mikroskope, Augengläser u. dgl. und auch größere Instrumente, wie Photometer, unter denen auch die letzte Konstruktion von Pulfrich zu finden war. War leider die Zeit beschränkt, so gewann man doch einen Überblick über die Vielseitigkeit und die vorzügliche Durchbildung der erstklassigen Erzeugnisse der Weltfirma Zeiss.

Interessant war auch die Besichtigung bei der Firma Schott & Gen. Man sah hier, neben dem weltberühmten optischen Glas, das nicht nur bei Zeiss, sondern auch bei anderen optischen Firmen verarbeitet wird, auch mannigfache andere Glaserzeugnisse, wie feuerfeste Kochgeschirre, Tischgläser, Lampenglocken, Laboratoriums-Glasbehälter u. dgl. mehr.

Am Spätnachmittage brachten Kraftwagen etwa 180 Teilnehmer auf die herrlichen Saaleberge östlich Jenas. Hier hatte die Zeiss-Aerotopograph G.m.b.H. im Remter des Fuchsturms die erschienenen Damen und Herren zu einem Bierabend eingeladen, wo Rostbrätchen, Rostbratwürstchen und andere Genüsse der Gäste harrten. Zu Beginn des Zusammenseins dankte Ministerialrat von Langendorff nochmals allen denen, die die Tagung zu einer so glänzenden und schönen gemacht hatten. Er erwähnte hierbei besonders die Angehörigen der Zeiss-Aerotopograph G.m.b.H., die Herren Meßter, Marx, Bühnen und Fräulein Riemenschneider. Später gedachte Professor Dr. Eggert des Umstandes, daß gerade zehn Jahre vergangen seien, seitdem der unter dem Vorsitz von Herrn Ministerialrat von Langendorff stehende Vorstand mit Oberregierungsrat Koerner als Schriftführer und Architekt Unte als Kassenwart hier in Jena gewählt sei. Gegenüber damals habe sich die Zahl der Teilnehmer verzehnfacht, die Gesellschaft habe sich in den vergangenen zehn Jahren zu regster Tätigkeit entwickelt und sei die größte Landesgesellschaft für Photogrammetrie der Welt. Professor Eggert dankte vor allem Herrn von Langendorff für sein tatkräftiges Einsetzen für die Durchführung der Aufgaben der Gesellschaft, wodurch die photogrammetrische Wissenschaft eine wesentliche Förderung erfahren habe. Während des weiteren Verlaufs gab Herr Slawik noch einen launigen Bericht über den Verlauf der Tagung und brachte ein Hoch auf die Damen aus. Nach diesem schönen Fest, auf dem auch die Tanzlustigen auf ihre Rechnung kamen, fuhren die Autos in Etappen nach Jena zurück, wo dann noch eine kleine Nacht- und Nachtsitzung bei Göhre stattfand.

Den Ausklang der Tagung bildeten Sonntag, den 15. September, Ausflüge in die weitere Umgebung Jenas. Ein großer Teil der Teilnehmer fuhr im Tourenauto nach Weimar, um dort die Stätten Goethes und Schillers aufzusuchen.

Durch das häufige zwanglose Zusammensein war viel Gelegenheit gegeben, schwebende Fragen gesprächsweise zu klären und sich über die verschiedensten Punkte zu unterhalten. Allgemein war man bei der Heimreise hochbefriedigt über die fachwissenschaftlich äußerst interessante und auch in sonstiger Beziehung angenehme und schöne Tagung.

## **Die 5. Rhönexkursion des Lehrstuhls für Photogrammetrie der Technischen Hochschule Berlin**

Von cand. geod. Kurt Johannsen.

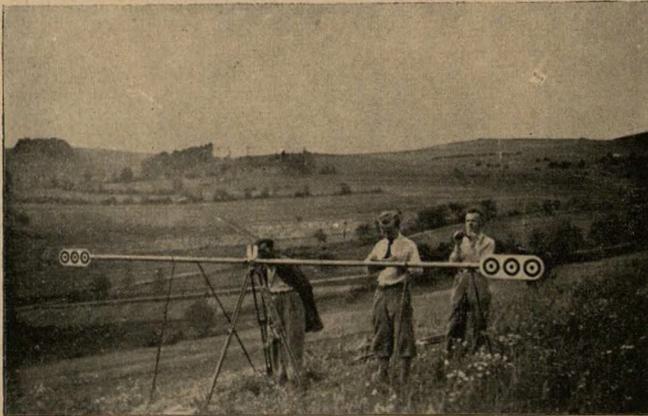
Pfingsten muß man wandern, denn wenn draußen alles grünt und blüht, scheint auch die interessanteste Theorie in Hörsälen zu grau. Wie froh waren wir deshalb, als uns Prof. Lacmann endgültig mitteilte: der photogrammetrische Lehrausflug in die Rhön findet auch in diesem Jahre statt.

So zogen wir, 36 Studenten der Technischen Hochschule, in bester Laune am Pfingstmontagabend aus Berlin und kamen am nächsten Vormittag in Gersfeld an. Der Aufstieg zum Fliegerlager auf der Wasserkuppe wurde schon zur Ausbildung verwendet. Wir erhielten Meßtischblätter, Luftbilder und mit dem Stereoplanigraphen auf Grund von Luftmeßbildern angefertigte Karten, um sie mit der Örtlichkeit und miteinander zu vergleichen. Die Luftbilder wurden uns schnell vertraute Wegweiser, allerdings waren Höhenunterschiede auf dem Einzelbild fast nicht zu erkennen. Darüber half am nächsten Tage das Stereokrokiergerät hinweg, ein handliches Instrument zur stereoskopischen Betrachtung der Luftbilder im Felde und zur Durchführung einfacher Messungen. Bei den Plänen zeigte es sich, daß ein Feldvergleich vor Anfertigung der endgültigen Karte notwendig ist.

Die Teilnehmer wurden in fünf Gruppen eingeteilt, deren Arbeitsgebiet täglich wechselte, um jeden mit allen Arbeiten vertraut zu machen. Begonnen wurde mit dem Signalbau über Punkten der Landesaufnahme und über Neupunkten, die eine andere Gruppe durch Triangulation bestimmte. Sie dienten als Grundlagen für die photogrammetrische Aufnahme des Talkessels um Obernhäusen. Die Firma Carl Zeiss ließ uns nicht nur eine leichte, nach Angaben von Geheimrat Finsterwalder gebaute photogram-

metrische Reiseausrüstung, sondern stellte Herrn Prof. Lacmann auch in ihrem wissenschaftlichen Mitarbeiter Dr. K. Schwidewsky, einem früheren Assistenten der Technischen Hochschule Berlin, eine wertvolle Hilfe zur Verfügung. Gegenüber der Zeisschen Ausrüstung C 5/b ist das Tragen dieser Ausrüstung geradezu ein Vergnügen. Ungewohnt war das Auswechseln der Platten in Tuckkassetten („Durchschleusen“), doch erhielten wir schnell die nötige Übung.

Die arbeitsreichste Aufgabe war die Bestimmung der für die Auswertung der Luftmeßbilder erforderlichen Paßpunkte durch optisch gemessene Polygonzüge. Die Seiten, die bis zu 600 m lang waren und über Schluchten hinwegsprangen, wurden mit der Tangentenschraube und einer in der Werkstatt des Instituts für Vermessungskunde angefertigten 6-m-Basismesslatte gemessen (siehe Abbildung). Gegen den Winddruck war die Latte an beiden Enden durch eiserne Gabeln abgestrebt. Die in den Luftbildern deutlich sichtbaren Paßpunkte wurden an die Polygonpunkte tachymetrisch angeschlossen.



6-m-Basisslatte zur  
Polygonseitenmessung  
bei Paßpunkt-  
bestimmungen

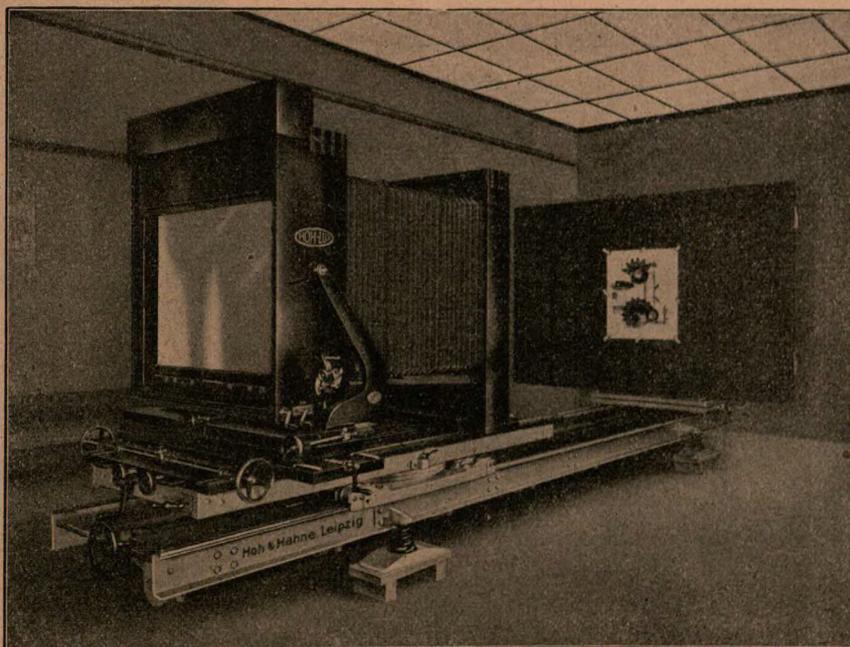
Auch die barometrischen Höhengleifen vom T. P. Wasserkuppe aus waren anziehender als die Bestimmung von  $\Delta h$  zwischen 1. und 4. Stock im Treppenhaus des Instituts. Mit der Startmeßkammer wurde in diesem Jahr in Ermangelung eines Motorflugzeugs das Anfahren und Bremsen eines Autos aufgenommen. Einen regnerischen Nachmittag nutzten wir zur Besichtigung der Hermann-Göring-Halle aus, in der uns Segelflugzeuge vom einfachen Zögling bis zur stromlinienförmigen Höchstleistungsmaschine gezeigt und erläutert wurden. Schon am Tage vorher hatten wir fast mit Neid die Segelflugzeuge hoch in der Luft verfolgt und wären gern selbst geflogen; doch mußten wir uns mit Hilfeleistung beim Start und bei der Landung begnügen.

Zum Abschluß unserer abwechslungsreichen Arbeit hielt uns Herr Dr. Schwidewsky einen interessanten Vortrag über die neuesten geodätischen und photogrammetrischen Instrumente von Zeiss. Diese wurden uns dann am übernächsten Tage in den Ausstellungsräumen der Firma Carl Zeiss (Jena) von Herrn Prof. Dr. von Gruber und seinen Mitarbeitern gezeigt und erläutert. Auf dem Wege nach Jena unterbrachen wir unsere Reise in Weimar. Goethes Gartenhaus wird keiner vergessen, der es verträumt im großzügigen Park liegen sah. Nach genau 7 Tagen machten uns die großen dunklen Hallen des Anhalter Bahnhofs klar, daß alles Schöne viel zu schnell zu Ende geht.

Trotz eifriger Tätigkeit haben wir Zeit gefunden, die Kameradschaft zu pflegen und die Rhönlandschaft kennenzulernen, die sich uns in allen Gewändern zeigte: vernebelt, durchstürmt, umtobt von Gewittern mit Hagel und Regen, jedoch vor allem sonnenbeschieden. So wurde uns die Rhönfahrt zu einem unvergeßlichen Erlebnis, für das wir besonders Herrn Prof. Lacmann danken, dann aber auch dem Luftfahrtministerium für seine Unterstützung und den Herren Assistenten Block, Burkhardt und Ziemer, die sich in aufopferungsvoller Tätigkeit mit den Beschwerlichkeiten des Lehrausflugs befaßten.



Unsere Fabrikate in Ihrer gediegenen, vorbildlichen Ausstattung sind  
**über die ganze Welt verbreitet**



**Unser Reproduktions-Großgerät für das Groß-Aufnahmeformat 110 × 110 cm**

Für die Ausbildung unserer Reproduktionsapparate für Sonderansprüche  
stehen uns **langjährige technische Erfahrungen zur Seite**

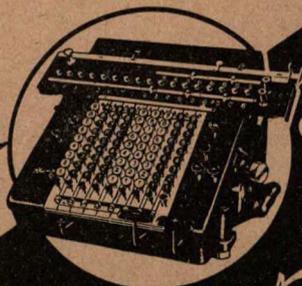


*Hoh & Hahne, Leipzig*

*Fabrik photographischer  
Reproduktionsapparate und Maschinenfabrik*

*Auswertungen der  
Vermessungsarbeiten*

*Rechen-*



*werden durch*

*Maschinen*

*der*

*Rheinmetall*



So. Re. 714/30

*schnell und sicher vorgenommen. Fordern Sie  
unseren Sonderprospekt Nr. 327  
Rheinische Metallwaren- u. Maschinenfabrik  
Werk Sömmerda-Sömmerda/Thür.*

**Dauerhafte**

# **Leinenbanddeckel**

zum Einbinden von

„Bildmessung und Luftbildwesen“  
zuzüglich 25 Pf. für Porto und Verpackung

**1.50**

**Verlag der  
Allgemeinen Vermessungs-Nachrichten**



**Herbert Wichmann / Berlin NW 7, Karlstraße 14**

## *Mehrsprachiges Wörterbuch für Photogrammetrie*

**deutsch, englisch, französisch, italienisch, spanisch**

Herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie e. V., Berlin.

Das erste seiner Art in der Welt mit 1850 Fachausdrücken und einem Index in fünf Sprachen, der es ermöglicht, jedes Wort in jeder Sprache leicht zu finden, 136 Seiten stark, in Ganzleinen gebunden . . . . . **8.- RM.**

## *Die Bedeutung der neuen photogrammetrischen Methoden für das Vermessungswesen*

Von Professor Dr. Richard Finsterwalder.

Die Schrift gibt einen Überblick über die Bedeutung der Photogrammetrie für das Vermessungswesen, ihre Anwendungsmöglichkeiten und die Zukunftsentwicklung. 28 Seiten stark, mit 9 Abbildungen . . . . . **2.- RM.**

## *Das Entzerrungsgerät*

Theorie und Entwicklung der Umbildgeräte, insbesondere der Entzerrungsgeräte.

Von Dr. Kurt Schwidefsky

Das Werk enthält eine Darstellung der mathematischen und optischen Theorie des Baues von Umbildgeräten, insbesondere von Entzerrungsgeräten, und der im In- und Auslande vorgeschlagenen und ausgeführten Konstruktionen.

92 Seiten stark, mit 54 Abbildungen, in Preßspandekel gebunden . . . . . **4.50 RM.**

---

Demnächst erscheint:

## *Die Vervielfältigungsverfahren im Vermessungs- und Kartenwesen*

von Dr. Hans H. F. Meyer,

Regierungsrat im Reichsamt für Landesaufnahme (Kartographische Abteilung)

Aus dem Inhalt: Die Zeichnung auf den verschiedenen Grundstoffen / Die Zeichenhilfsmittel / Die Wiedergabe ohne Reproduktionskamera in verschiedenen Verfahren / Die Vergrößerungen durch Projektionsapparate / Die maßhaltige Wiedergabe mit optischen Geräten / Die Herstellung von Druckunterlagen / Der Druck großer Auflagen / Urheberrecht an Karten und Plänen

---

**Verlag der Allgemeinen Vermessungs-Nachrichten**

Herbert Wichmann

Berlin NW 7, Karlstraße 14



# **Gebr. Wichmann** m. b. h.



Gegr. 1873

Zeichengeräte / Vermessungs - Instrumente / Technische Papiere

**Berlin NW 7, Karlstraße 13**

Bremen, Langenstr. 22

Breslau, Reuschestr. 13

Düsseldorf, Adlerstr. 78

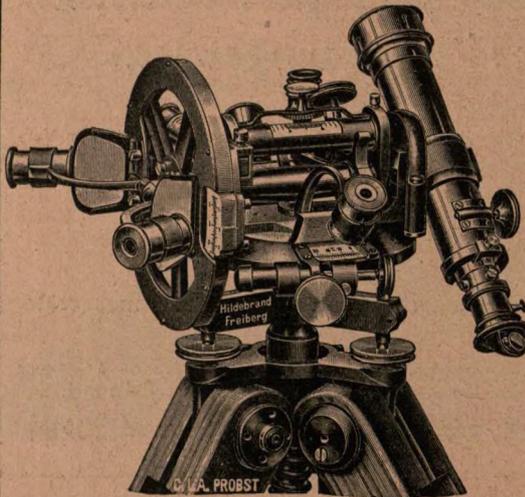
Hamburg I, Rathausstr. 13

Königsberg i. Pr., Vorst. Langgasse 93

Magdeburg, Alte Ulrichstr. 17

Stettin, Scharlaustr. 2

Stuttgart-N., Rotestr. 1



Der „Kleine Hildebrand“, das kleinste Reise-Universal-Instrument mit Aufsatzbusssole und Tangentenschraube

## **Instrumente für Markscheidewesen**

Grubentheodolite mit allem Zubehör

Magnetinstrumente

Nachtraginstrumente:  
Hängetheodolit  
Nachtragtheodolit

Markscheidezeuge (Grubenkompass) einschl. Steigerhängezeuge und Handkompass

Zulegetransporteur und sonstige Zulegegerätschaften

**Instrumente für die Land- und Feldmessung, für Ingenieurbauten, markscheiderische Aufnahmen über Tage usw.**

Theodolite mit Ablesung durch Nonien-, Strich-, Skalen- und Schrauben-Mikroskope oder durch andere Ablesevorrichtungen einschl. aller Zubehörteile

Bussolentheodolite

Tachymeter

Bussoleninstrumente

Kippregeln

Meßtischeinrichtungen

Nivellierinstrumente

Instrumente für den Bau großer Tunnelanlagen

Instrumente

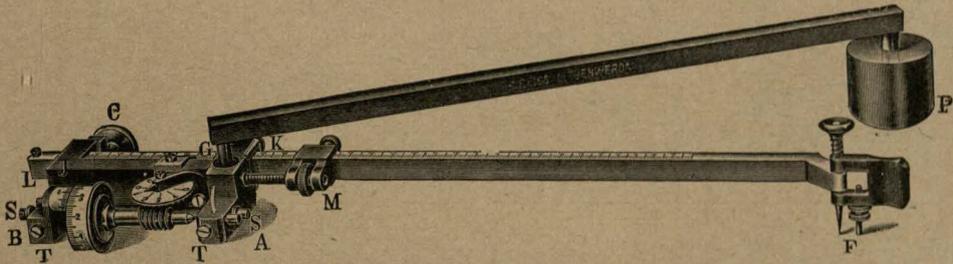
für die Messung der elastischen Veränderungen von Talsperrenmauern

Instrumente

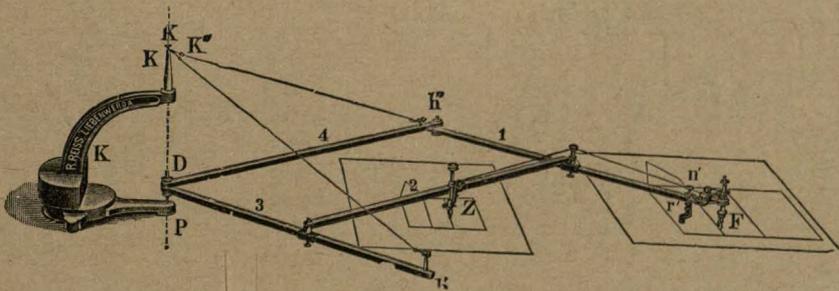
für die Absteckung langer Geraden bei Seilbahnen, Starkstromleitungen usw.

Wir bitten, bei Bedarf unsere Preislisten und Druckschriften zu verlangen

# Planimeter und Pantographen



## Kompensations-Planimeter



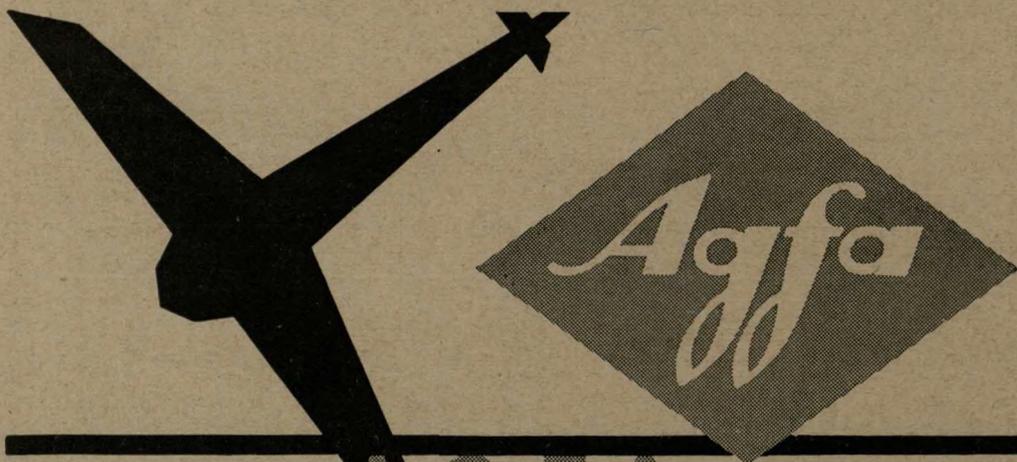
## Freischwebende Präzisions-Pantographen

Wir fertigen diese Präzisions-Planimeter ebenso wie Pantographen auf Grund langjähriger Erfahrungen in Sonderabteilungen unserer mechanischen Werkstätten an. Die von uns geschaffenen Spezialeinrichtungen sowie die Mitarbeit eines Stammes langjähriger tüchtiger Facharbeiter sichern unsern Abnehmern in jeder Beziehung einwandfreie, allen Ansprüchen genügende Instrumente, für deren Genauigkeit wir volle Gewähr übernehmen / Spezial-Broschüre kostenlos

# R. Reiss G. m. b. H.

Präzisionswerkstätten für geodätische und kartogr. Instrumente / Gegr. 1882

## Liebenwerda (Provinz Sachsen)



**Aerochrom-Films und -Platten  
Aeropan-Films**

für Luftbild-Aufnahmen und für die Aerophotogrammetrie

**Platten und Films  
für die Reproduktionstechnik**

Agfa-Papiere zur Auswertung von Vermessungs-Aufnahmen

**Correctostat**

das maßhaltige photographische Papier • Correctostat wird überall dort verwendet, wo man absolut maßhaltige Reproduktionen benötigt

Verlangen Sie Spezial-Broschüren und Muster  
**I.G. FARBENINDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT**  
Agfa Abt. Reproduktionstechnik / Berlin SO 36