

# INTERNATIONALES ARCHIV FÜR PHOTOGRAMMETRIE

HERAUSGEGEBEN VON  
EDUARD DOLEŽAL

VII. BAND  
1. HALBBAND

*Bücherei des Geodätischen Instituts  
der Techn. Hochschule Stuttgart*

1930

VERLAG VON RUDOLF M. ROHRER, BADEN BEI WIEN,  
BRÜNN, LEIPZIG



INTERNATIONALES  
ARCHIV FÜR PHOTOGRAMMETRIE

ORGAN DER INTERNATIONALEN GESELLSCHAFT  
FÜR PHOTOGRAMMETRIE

REDIGIERT VON

DIPL. ING. F. BAESCHLIN

PROFESSOR DER EIDG. TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN ZÜRICH

VII. BAND

I. HÄLFTE

1924—1930

M 11 - 5  
Bücherei des Geodätischen Instituts  
der Techn. Hochschule Stuttgart  
Nr. 782 ✓

1930

VERLAG VON RUDOLF M. ROHRER, BADEN BEI WIEN, BRÜNN, LEIPZIG

Nachlass  
Prof. Dr. Ing. Fischer

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.  
Copyright 1930 by Rudolf M. Rohrer, Baden bei Wien.

---

Verl.-Nr. 607.

Gedruckt bei Rudolf M. Rohrer, Baden bei Wien.

## Inhaltsverzeichnis.

### I. Namensverzeichnis.

	Seite
Aschenbrenner Cl.: Bildtriangulierung eines 10.000 km <sup>2</sup> umfassenden Gebietes mit der neuen Panoramenkammer der Photogrammetrie G. m. b. H. München. Disposition . . . . .	198
Aschenbrenner Cl.: Die neue vollautomatische Panoramenkammer der Photogrammetrie G. m. b. H. München . . . . .	200
Boer J.: Die Messung der Neigung und Kantung in der Photogrammetrie. (Mit 2 Figuren)	176
Buchholtz A.: Photogrammetrie in Lettland. (Landesbericht für Lettland) . . . . .	106
Buchholtz A.: Stufenweise Bildtriangulation . . . . .	184
Cassinis G.: Rapport sur les travaux photogrammétriques exécutés en Italie . . . . .	102
Deville E. G.: La vie et l'œuvre de M. E. G. Deville par E. Doležal, professeur . . . . .	1
Dock A.: Verfahren zur Auswertung von stereophotogrammetrischen Aufnahmen mit parallelverschwenkten wagrechten Hauptachsen („Verfahren der variablen Basis“). (Mit 2 Figuren) . . . . .	154
Doležal E.: La vie et l'œuvre de M. E. G. Deville avec un portrait . . . . .	1
Finsterwalder R.: Das topographische Ergebnis der Alai-Pamir-Expedition 1928. Disposition . . . . .	197
Finsterwalder S., Geheimrat: Auswertung weitwinkliger Luftaufnahmen. Disposition . . . . .	197
Gruber, von, O.: Letzte Entwicklung der Auswertegeräte in Deutschland. Disposition	198
Ishu E.: The present state of photo-surveying in Japan . . . . .	145
Károssy Stefan: Kurze Zusammenfassung derjenigen physikalischen Faktoren, welche die Verlässlichkeit der aus stereoskopischen Bildpaaren hergestellten Karten ungünstig beeinflussen. Mit 3 Figuren . . . . .	168
Klingenberg K. S.: Bericht über die photogrammetrischen Arbeiten der Norges geografiske Opmåling. (Landesbericht für Norwegen) . . . . .	121
Koppmair, Prof. Dr.: Die Orientierung von Flugzeugaufnahmen gegeneinander und gegen das Lot mittels stereographischer Projektion . . . . .	200
Kruttschnitt: Landesbericht für Ungarn . . . . .	81
Langenberg, von: Landesbericht für Deutschland . . . . .	6
Lemberger O.: Die Photogrammetrie in Mexiko. (Landesbericht für Mexiko) . . . . .	109
Lenouvel: Collimateur pour l'étude ou le réglage de photographie aérienne. (Avec 4 figures) . . . . .	194
Nüsse: Fünf Jahre hamburgische Luftbildpraxis staatlicher Regie. Disposition . . . . .	199
Rédey Stefan: Kurze Zusammenfassung derjenigen Faktoren, welche die Verlässlichkeit ungünstig beeinflussen (siehe unter Károssy) . . . . .	168
Riel, van, H. F.: Photogrammetrie in den Niederlanden (Landesbericht für Holland) . . . . .	74
Salt T. S. F.: The present position of photogrammetry in England (with 1 figure). (Landesbericht für England) . . . . .	31
Schewior: Der Bildfunk im Dienste der Photogrammetrie . . . . .	190
Schewior: Ergänzung nur entzerrter Luftbildpläne durch geodätische Höhenaufnahmen	166
Schmid Th.: Bericht über zwei Abhandlungen zur geometrischen Theorie der Photogrammetrie . . . . .	202
Schneider K.: Die Photogrammetrie in der Schweiz. (Landesbericht für die Schweiz)	130
Tichy Al.: Le nivellement trigonométrique du milieu et son usage dans les travaux photogrammétriques avec application à la triangulation des forêts d'Adamov. (Avec 6 figures) . . . . .	146

	Seite
Torroja José Ma.: La Fotogrametria en España en 1930. (Landesbericht für Spanien)	55
Unte J.: Graphische Berichtigung eines durch ungenaue Objektivverschiebung falsch angegebenen Horizontes (Architektur-Photogrammetrie). Disposition . . . . .	198
Ween Th.: Photogrammetrische Bestimmung von irisierenden Wolken (Perlmutterwolken. (Mit 1 Figur) . . . . .	191
Winter F.: Landesbericht für Österreich . . . . .	37
Wodera: Die Wirtschaftlichkeit terrestrischer stereophotogrammetrischer Aufnahmen. Disposition . . . . .	199

## II. Sachverzeichnis.

<b>A</b> lai-Pamir-Expedition 1928, Das topographische Ergebnis der . . . von Dr. R. Finsterwalder. Disposition . . . . .	197
Auswertegeräte in Deutschland, Letzte Entwicklung der . . . von Prof. Dr. O. von Gruber. Disposition . . . . .	198
Auswertung weitwinkliger Luftaufnahmen von Geheimrat Prof. Dr. S. Finsterwalder. Disposition . . . . .	197
<b>B</b> ericht über zwei Abhandlungen zur geometrischen Theorie der Photogrammetrie von Theodor Schmid . . . . .	202
Bildfunk im Dienste der Photogrammetrie von Prof. Schewior . . . . .	190
Bildtriangulation, Stufenweise, von Prof. A. Buchholtz . . . . .	184
Bildtriangulierung eines 10.000 km <sup>2</sup> umfassenden Gebietes mit der neuen Panoramenkammer der Photogrammetrie G. m. b. H. München. Disposition. Von Dr. Ing. Cl. Aschenbrenner . . . . .	198
<b>C</b> ollimateur pour l'étude ou le réglage de photographie aérienne par M. Lenouvel, professeur . . . . .	194
<b>E</b> rgänzung nur entzerrter Luftbildpläne durch geodätische Höhenaufnahmen von Prof. Schewior . . . . .	166
<b>G</b> raphische Berichtigung eines durch ungenaue Objektivverschiebung falsch angegebenen Horizontes (Architektur-Photogrammetrie). Disposition. Von J. Unte . . . . .	198
<b>H</b> amburger Luftbildpraxis, Fünf Jahre . . . staatlicher Regie. Disposition von Vermessungsrat Nüsse . . . . .	199
<b>K</b> urze Zusammenfassung derjenigen physikalischen Faktoren, welche die Verlässlichkeit der aus stereoskopischen Bildpaaren hergestellten Karten ungünstig beeinflussen, von Stefan Károssy und Dipl. Ing. Stefan Rédey . . . . .	168

### Landesberichte:

Deutschland . . . . .	6
England . . . . .	31
Frankreich . . . . .	67
Holland . . . . .	74
Italien . . . . .	102
Japan . . . . .	145
Lettland . . . . .	106
Mexiko . . . . .	109
Norwegen . . . . .	121
Österreich . . . . .	37
Schweden . . . . .	128
Schweiz . . . . .	130
Spanien . . . . .	55
Ungarn . . . . .	81
Vereinigte Staaten von Nordamerika . . . . .	58

	Seite
<b>N</b> eigung und Kantung, Die Messung der . . . in der Photogrammetrie von Kataster- ingenieur a. D. J. Boer. (Mit 2 Figuren) . . . . .	176
<b>N</b> ivellement trigonométrique du milieu et son usage dans les travaux photogrammétriques avec application à la triangulation des forêts d'A d a m o v par M. Al. Tichy, professeur. (Avec 6 figures) . . . . .	146
<b>P</b> anoramenkammer, Die neue vollautomatische . . . der Photogrammetrie G. m. b. H. München. Disposition von Dr. Ing. Cl. Aschenbrenner . . . . .	200
Photogrammetrische Bestimmung von irisierenden Wolken (Perlmutterwolken) von Kapteyn Th. Ween. (Mit 1 Figur) . . . . .	191
<b>S</b> tereographischer Projektion, Die Orientierung von Flugzeugaufnahmen gegeneinander und gegen das Lot mittels . . ., von Prof. Dr. Koppmair, Graz . . . . .	200
<b>V</b> erfahren zur Auswertung von stereophotogrammetrischen Aufnahmen mit parallelverschwenkten wagrechten Hauptachsen („Verfahren der variablen Basis“) von Dr. A. Dock. (Mit 2 Figuren) . . . . .	154
Vie et œuvre de M. E. G. Deville par M. E. Doležal, professeur . . . . .	1
Vorschläge der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie für die Diskussionsfragen der verschiedenen Kommissionen . . . . .	200
Vorwort . . . . .	7
<b>W</b> irtschaftlichkeit terrestrischer stereophotogrammetrischer Aufnahmen von Dr. W o d e r a. Disposition . . . . .	199





## Vorwort zum VII. Band des „Internationalen Archivs für Photogrammetrie“.

Die Delegierten der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie haben im Oktober 1928 aus Anlaß der mit der „Ila“ verbundenen Herbsttagung der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie in Berlin beschlossen, daß im Jahre 1930 der VII. Band des „Internationalen Archivs für Photogrammetrie“ herausgegeben werden solle. In dankenswerter Weise haben sich verschiedene Landesgesellschaften verpflichtet, Garantiesummen zu übernehmen, womit die finanziellen Schwierigkeiten des Unternehmens beseitigt werden konnten. An dieser Versammlung wurde angeregt, den Band in zwei Halbbänden erscheinen zu lassen. Der vor dem Kongreß herauszubringende I. Halbband sollte die sog. „Landesberichte“ enthalten, d. h. zusammenfassende Darstellungen über die photogrammetrischen Arbeiten und Neuerungen seit dem Jahre 1926 in den verschiedenen Ländern. Ferner sollte er wissenschaftliche Aufsätze aus den verschiedenen Gebieten der Photogrammetrie, die Dispositionen zu Referaten, die am Kongreß gehalten werden sollten, und andere Mitteilungen, welche die wissenschaftliche Arbeit am Kongreß erleichtern und anregen sollen, bringen.

Es war beabsichtigt, die Schriftleitung Herrn Hofrat Prof. Dr. E. Doležal zu übergeben, der in vorbildlicher Weise die Bände I—VI des „Archivs“ bearbeitet hatte und der auch ihr Begründer ist. Leider aber verhinderte eine schwere Erkrankung Herrn Hofrat Doležal, diese Aufgabe zu übernehmen. So wurde denn vom Hauptausschuß der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie ein dreigliedriger Redaktionsausschuß bestellt aus den Herren:

Hofrat Prof. Dr. E. Doležal, Wien, Ehrenvorsitzender der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie;

Prof. Dr. O. Eggert, Berlin, Vorsitzender der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie;

Prof. F. Baeschlin, Zollikon-Zürich, Präsident der Schweiz. Kongreßkommission zur Vorbereitung und Durchführung des III. Internationalen Kongresses für Photogrammetrie in Zürich 1930, als geschäftsführendes Mitglied bezeichnet.

Der Kongreß, der vom 6. bis 10. September 1930 in den Räumen der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich stattfinden wird, sieht zwei Vollversammlungen zur Erledigung administrativer Fragen und der Anhörung von zwei allgemeinen Vorträgen vor, nämlich:

1. „Auswertung weitwinkliger Luftaufnahmen“ von Herrn Geheimrat Prof. Dr. S. Finsterwalder, München, und
2. „Die Optik in der Photogrammetrie“ von Herrn Oberingenieur Heinrich Wild, Heerbrugg.

Abgesehen von diesen allgemeinen Vorträgen soll die gesamte wissenschaftliche Arbeit in 11 Kommissionen abgewickelt werden. Der Internationale Haupt-

vorstand hat auf Antrag der Schweiz. Kongreßkommission folgende Kommissionen gebildet:

- Kommission 1: Terrestrische Photogrammetrie; Landesvermessung.
- Kommission 2: Luftbildplan, Entzerrung.
- Kommission 3: Stereoskopische Luftbildmessung, Autographen.
- Kommission 4: Bildtriangulierung, Folgebildanschluß.
- Kommission 5: Röntgen- und Körpermessung.
- Kommission 6a: Architektur- und Ingenieurphotogrammetrie.
- Kommission 6b: Photogrammetrische Bestimmung von in der Luft befindlichen Körpern.
- Kommission 7: Wirtschaftlichkeit.
- Kommission 8: Instrumente, Optik; Normung.
- Kommission 9: Platten, Filme.
- Kommission 10a: Ausbildung an Hochschulen und wissenschaftlichen Instituten.
- Kommission 10b: Ausbildung technischen Luftbildpersonals.
- Kommission 11a: Bildflugzeuge.
- Kommission 11b: Navigation.

Es soll jedes Land einen offiziellen Vertreter in jeder von diesen 14 Kommissionen haben. Die Wahl der Kommissionsmitglieder erfolgt nach Vorschlag der Länder in der ersten Vollversammlung des Kongresses. Die Sitzungen der Kommission sind für alle Kongreßbesucher öffentlich. Über die anzuhörenden Referate entscheidet die offizielle Kommission, ebenso über die zu diskutierenden Fragen. Sie entscheidet auch, inwieweit Nichtkommissionsmitglieder zur Diskussion zugelassen werden sollen.

In dem vorliegenden I. Halbband findet der Leser zunächst die sog. Landesberichte, soweit sie der Kongreßkommission rechtzeitig zugekommen sind, geordnet nach der alphabetischen Reihenfolge der Länder in französischer Sprache. Die wissenschaftlichen Aufsätze sind nach Kommissionen geordnet (die dem Aufsatz in Klammer beigefügte Zahl bezeichnet die Kommission, in deren Tätigkeitsbereich die betreffende Materie fällt). Dann folgen, nach Kommissionen geordnet, die eingegangenen Dispositionen zu den für die Kommissionen vorgesehenen Referaten und die von der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie gemachten Vorschläge für die in den verschiedenen Kommissionen zu behandelnden Diskussionsfragen. Zum Schluß folgen noch einige Buchbesprechungen.

Der II. Halbband des „Archivs“ soll weitere Nekrologe von verstorbenen, verdienten Förderern der Photogrammetrie, die Berichte über den Kongreß, die noch nicht veröffentlichten Referate und weitere Buchbesprechungen enthalten.

Zollikon, den 18. Juni 1930.

Das geschäftsführende Mitglied  
der Redaktionskommission:

**F. Baeschlin.**

**Dr. Edouard Gaston Deville,**  
Directeur général du Service topographique de Canada.



Né à La Charité 26 février 1849. Mort à Ottawa 21 septembre 1924.

## La vie et l'œuvre d'Edouard Gaston Deville.

Par E. Doležal, professeur, Vienne.

Le 21 septembre 1924, le Directeur général du Service topographique du Canada, Dr. E. G. Deville, est mort à Ottawa, à l'âge de 75 ans, après 6 mois de maladie; pendant près d'un demi-siècle, il fut un pionnier de la Géodésie et de la Photogrammétrie. Il était collaborateur de nos Archives de Photogrammétrie et c'est pour nous un devoir d'honneur de consacrer les lignes suivantes à la mémoire de cet homme éminent.

Deville était d'origine française. Il est né le 21 février 1849 à La Charité sur la Loire, dans le département de la Nièvre, à une heure de chemin de fer de Moulins sur Allier, où naquit le colonel A. Laussedat, le fondateur de la photogrammétrie. Après avoir fréquenté les écoles élémentaires de son village natal, il étudia à l'école de marine de Brest et devint, en 1868, officier de la marine française. De longs voyages sur mer lui donnèrent l'occasion de faire des observations astronomiques et des études d'hydrographie et de topographie maritime dans les îles du Pacifique et sur la côte du Pérou.

Il quitta la marine française en 1874 avec le grade de capitaine, alla au Canada et entra au service topographique du gouvernement de Québec, où il travailla pendant cinq ans comme astronome et ingénieur-topographe. En 1879, il est topographe du Dominion (Canada) et il doit faire en 1880, en vue de la colonisation, des levés à l'Ouest du Canada, dans le district de Touchwood Hills, au nord du fort Qu'Appelle.

Son habileté professionnelle et ses initiatives efficaces attirèrent bientôt l'attention de ses supérieurs. Il fut vite mis au premier rang des ingénieurs-topographes; une carrière brillante s'ouvrait devant lui. En 1882, à Ottawa, il était déjà inspecteur en chef du service topographique du Canada. En mars 1885, il occupa le poste supérieur de général-topographe qu'il garda pendant 37 ans; en 1922 il fut nommé directeur général du service topographique.

Pour arriver à la première place après huit ans d'activité au Canada, Deville dut faire preuve d'une somme remarquable d'énergie, d'intuition scientifique et de sentiment de responsabilité. Il s'attaqua à la solution de grands problèmes. De vastes levés devaient être faits à l'Ouest du Canada pour pouvoir faire les cartes des régions où l'on voulait diriger les nombreux immigrants. Il fallait prendre des dispositions permettant de faire, le plus rapidement possible et sans trop de frais, les levés topographiques de grandes régions avec une exactitude telle que le partage des terres puisse satisfaire les colons et affronter les critiques.

Deville publia, à cet effet, un livre d'instructions pour le levé topographique: *Manual of Surveys for the guidance of Dominion Land Surveyor*, Ottawa 1883, qui parut en plusieurs éditions. Grâce aux connaissances théoriques de l'auteur, à sa familiarité avec les méthodes

topographiques françaises, à ses nombreuses expériences avec le système anglais et à la précieuse collaboration du futur astronome en chef: Dr. W. E. King, cet ouvrage est devenu un manuel très pratique pour les topographes.

A côté de la détermination précise de la situation et de la hauteur, Deville consacra toute son attention à l'orientation des levés; il voulait donner aux topographes une méthode sûre et commode qui devait augmenter considérablement la valeur du levé topographique.

Au lieu de mesurer l'azimut de nuit, on fit de nombreuses observations de l'étoile polaire, même de jour, à l'aide d'instruments appropriés munis de télescopes de grande valeur; des tables disposées pratiquement permettaient d'appliquer la méthode vite et sûrement.

L'ouvrage de Deville intitulé: *Astronomic and Geodetic Calculations*, Ottawa 1886, rendit de précieux services pour les calculs numériques.

Au début, Deville se heurta à la résistance des topographes qui, habitués à leur routine, eurent de la peine à familiariser avec les nouveaux principes. Il réussit cependant à inculquer en peu de temps à son personnel les méthodes de travail rationnel et d'exactitude exigées par la pratique.

Comme directeur responsable de tous les travaux géodésiques, Deville dut s'occuper aussi de la cartographie et de la reproduction technique. La mise en œuvre des levés, effectuée dans des sections spéciales de dessinateurs, l'ajustement et la préparation des originaux pour la reproduction lithographique et photomécanique donnèrent à l'homme actif qu'était Deville l'occasion d'améliorations et d'innovations ingénieuses (voir plus loin la liste de ses travaux scientifiques).

Lorsque Deville dut faire un levé topographique dans les *Rocky Mountains*, il eut l'occasion d'appliquer la méthode photogrammétrique. Les publications de Laussedat, de Meydenbauer et surtout celles de Pio Paganini, qui lui firent connaître les travaux photo-topographiques de l'institut de géographie militaire de Florence, donnèrent à Deville les instructions nécessaires pour les expériences qu'il commença en 1886.

Déjà en 1889, il publia, en 50 exemplaires lithographiés, à l'usage interne du service topographique du pays, des *Instructions pour le levé phototopographique*. Quelques-uns de ces exemplaires furent connus et appréciés par les techniciens et on pria Deville de rédiger un ouvrage sur la photogrammétrie.

Quand il eut rassemblé les expériences faites dans la pratique de la photogrammétrie, Deville se décida à publier une édition augmentée de ses „Instructions“, sous forme de livre intitulé: *Photographic Surveying including the elements of descriptive Geometry and perspective*, Ottawa, Government printing bureau. Cette publication doit être appelée à bon droit une œuvre classique de photogrammétrie.

Les levés photo-topographiques dans les „Rocky-Mountains“, combinés avec des travaux de régularisation de frontière, ont été continués jusqu'à nos jours; les progrès de la science furent spécialement appréciés et utilisés dans ces régions montagneuses impraticables.

Stimulé par les travaux de l'Africain du Sud Fourcade, Deville publia dans les communications de la Royal Society of Canada l'étude: *Use of Wheatstone stereoscope in photographic Surveying*, 1902, qui développe une idée originale pour la mise en œuvre automatique des levés stéréophotogrammétriques. Cette méthode fut utilisée avec succès par les professeurs Pelletan et Hegershoff dans leurs appareils.

Lorsque la guerre eut montré l'utilité de la photographie aérienne et que le Canada eut à sa disposition de nombreux avions, ceux-ci furent utilisés, grâce à Deville, pour explorer les régions inhabitées de l'Ouest du Canada en vue de l'exploitation des forêts, des mines, de l'agriculture et de la colonisation. La photogrammétrie aérienne fut employée officiellement dans le service topographique de l'état.

Dans un mémoire publié en 1923: *A graphical Method of Plotting aerial Photographs*, Deville a apporté une contribution importante à la question de l'utilisation des vues prises d'avions; il s'est efforcé de propager, avec toute son autorité, l'emploi économique de la photogrammétrie aérienne pour compléter les cartes existantes et pour les nouveaux levés topographiques.

La géodésie prit son essor et se développa systématiquement au Canada il y a environ 45 ans, donc à l'époque où Deville, devenu chef du service topographique, consacra toute son activité de créateur et d'organisateur à la topographie, à la cartographie et la photogrammétrie.

Ce travailleur infatigable a consacré en outre une bonne partie de son temps à diverses organisations géodésiques et scientifiques. Deville fut l'âme de l'Association of Dominion Land Surveyors, fondée vers 1880; il en devint successivement président, membre honoraire, président d'honneur et son protecteur énergique lors de sa réorganisation en 1909.

Deville était membre de la commission d'examen des géomètres du Dominion, fonctionnaire de la commission des levés topographiques et des cartes, membre des sociétés de géographie, d'aéronautique, des ingénieurs du Canada etc.

L'université de Toronto lui décerna, en 1905, le titre de Dr. jur. honoris causa; en 1916, il reçut du roi d'Angleterre l'ordre pour le mérite; il fut nommé en 1923, membre honoraire de l'Institut polytechnique canadien et le corps enseignant lui remit solennellement la médaille d'honneur de cette école supérieure.

Deville fut délégué par le gouvernement du Canada au congrès de l'Union internationale géodésique et géographique de Rome 1922 et il put se rendre compte à cette occasion de la haute estime que les spécialistes de tous les pays avaient pour lui.

Comme membre de la Royal Society of Canada, Deville occupa, depuis sa création, le poste de secrétaire de la section scientifique.

Dans sa biographie, l'astronome Craig dit que Deville fut, dans toutes les situations, un serviteur exemplaire de l'État, un supérieur aimé et une personnalité très estimée dans la société. Pendant toute sa vie, il s'est occupé d'œuvres de charité; il fut gouverneur de l'hôpital de St. Luc, à Ottawa et, jusqu'à la veille de sa mort, président de la commission de l'hôpital.

Deville était français et le resta jusqu'à la fin de sa vie; il était, comme gouverneur, à la tête de l'Alliance française; en 1881, il épousa la fille du „premier“ de Québec: Quimet; il laisse une veuve et un fils Gaston. Il donna le nom de Laussedat à un pic escarpé des Rocky Mountains pour honorer la mémoire du fondateur de la photogrammétrie.

Le service topographique du Canada perd, en Deville, un organisateur et un administrateur émérite; la photogrammétrie un pionnier et un savant remarquablement doué; des progrès considérables sont dus à son énergie créatrice et à son infatigable ardeur au travail. Les ingénieurs-topographes du Canada garderont toujours un souvenir reconnaissant de cet homme éminent; son nom aura une place d'honneur dans l'histoire de la science géodésique.

### Publications scientifiques de Deville.

Ses travaux sont rédigés en français et en anglais; tous se distinguent non seulement par leur originalité, mais encore par la clarté et la simplicité de l'exposition.

#### Livres.

1. Manual of surveys for the guidance of Dominion Land Surveyors, Ottawa 1883, et plusieurs autres éditions.
2. Astronomic and Geodetic Calculations, Ottawa 1886, paru aussi en plusieurs éditions.
3. Photographic Surveying including the elements of descriptive Geometry and Perspective, Ottawa 1895.

#### Mémoires dans les Périodiques.

Ont paru dans: The Royal Society of Canada:

1. Mesures des distances terrestres par des observations astronomiques, 1883.
2. Du choix d'une projection pour la carte du Canada, 1886.
3. Determination of time by transits across the vertical of polaris, 1888.
4. Lever topographique des Montagnes Rocheuses, exécuté par la Photographie, 1893.
5. The theory of the screen in the photo-mechanical process, 1895.
6. Use of the Wheatstone stereoscope in photographic surveying, 1902.
7. Abacus of the altitude and azimuth of the Polar Star, 1906.

Dans Report of the air Board for the year 1922, Ottawa 1923. A Graphical Method of Plotting oblique Aerial Photographs. D'autres travaux sur différents sujets de topographie, cartographie et photogrammétrie se trouvent dans les revues: Journal of the Dominion Land Surveyors Association of Canada, Archiv für Photogrammetrie et différents journaux pour ingénieurs civils de Canada.

## Photogrammetrie in Deutschland seit 1926.

Landesbericht des Vorsitzenden der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie,  
Oberregierungsrat von Langendorff.

Die Tagung der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie“ in Berlin, Oktober 1926, mochte den Eindruck erweckt haben, als ob die Entwicklung der photogrammetrischen Geräte und Verfahren insbesondere auf dem Gebiet der Luftbildmessung zu einem gewissen Abschluß gelangt wäre und außer dem Ausbau der praktischeren und wirtschaftlicheren Verfahren wesentlich Neues in den nächsten Jahren kaum zu erwarten sei. Jedoch bereits zwei Jahre später bei der gelegentlich der Hauptversammlung der „Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie“ auf der „Ila“ veranstalteten Ausstellung über Luftbildwesen ließ sich die überraschende Feststellung machen, daß die Entwicklung in dem bisherigen lebhaften Tempo weitergegangen war. Die Geräte von 1926 waren weiter vervollkommen worden, und es waren neue Geräte und Verfahren in Ausbildung begriffen, die für besondere Aufgaben Lösungen unter einem Minimum von technischem und wirtschaftlichem Aufwand erstrebten. Auch in der späteren Zeit sind durch manche ausgedehnte praktische Arbeiten die Grenzen der erzielbaren Genauigkeiten befestigt, neue Erfahrungen gesammelt und alte bestätigt worden.

In den folgenden Zeilen soll versucht werden, einen kurzen Überblick über die Weiterentwicklung der Photogrammetrie in Deutschland seit dem letzten Kongreß 1926 zu geben. In dem zur Verfügung stehenden Raum kann dies naturgemäß nur andeutungsweise geschehen und zum Teil nur unter Hinweis auf die jeweils zutreffenden Veröffentlichungen, aus denen Einzelheiten entnommen werden können. Auch kann der Bericht aus dem gleichen Grunde keinen Anspruch auf eine vollständig erschöpfende Behandlung aller Teilgebiete erheben.

### A. Gerätebau.

#### I. Terrestrische Photogrammetrie.

Die Entwicklung der terrestrischen Aufnahme- und Auswertegeräte hat bereits vor etwa 10 Jahren einen gewissen Abschluß erreicht. Die bekannten Phototheodolite der Firma Zeiß, insbesondere das Modell C 3<sup>b</sup> mit drei Objektiven zur Vermeidung der Schlittenführung, und die Konstruktionen der Firma Heyde haben sich weiterhin bewährt. Als neuestes Gerät für terrestrische Feldaufnahmen hat die Firma Carl Zeiß einen kippbaren Stereotheodoliten mit der Bezeichnung „Feldausrüstung C/5“ herausgebracht. Das Instrument ist mit zwei auswechselbaren Kammern für Nah- und Fernaufnahmen ausgerüstet, von denen die eine eine Brennweite von  $16\frac{1}{2}$  cm, die andere von 25 cm besitzt. Die Kippung der Kamera ist durch feste Anschläge gegeben und beträgt  $\pm 10^\circ$  bzw.  $\pm 20^\circ$ . Die Kammern sind mit dem neuen, besonders verzeichnungsfreien Meßobjektiv ausgerüstet. Im vergangenen Jahr wurde das bekannte „Photogrammter“  $9 \times 12$  für Aufnahmen mit wagrechten Achsen von Professor Hugerhoff einer Umkonstruktion nach neuzeitlichen Gesichtspunkten unterzogen. Das sehr leichte



Instrumentarium dürfte besonders für Aufnahmen auf Forschungsreisen in Frage kommen. Die „Aerotopograph G. m. b. H.“ in Dresden, die dieses Gerät vertreibt, hat des weiteren einen neuen „Universal-Phototheodolit  $13 \times 18$ “ nach Professor Hugershoff herausgebracht, der sowohl für Aufnahmen von Normalstereogrammen mit wagrechter Achse als auch für Aufnahmen mit beliebig geneigter Kameraachse eingerichtet ist. Er läßt sich deshalb mit Vorteil für phototopographische Ortsbestimmungen, Architekturaufnahmen, für ballistische und meteorologische Zwecke verwenden. (Vergl. die diesbezüglichen Prospekte der „Aerotopograph G. m. b. H.“ in Dresden.)

Die Firma Zeiß in Jena hat die schon lange bekannte leichte photogrammetrische Aufnahmekammer von Finsterwalder, die seinerzeit von der Firma Ott nach dessen Angaben gebaut worden war, einer Umkonstruktion unterzogen. Das so entstandene neue Gerät im Format  $13 \times 18$  ist besonders für Forschungsreisen bestimmt. Das Instrument, das bereits Geheimrat Finsterwalder in seinem Vortrag beim letzten Kongreß 1926 schilderte, ist trotz seines geringen Gewichts von 15 kg einschließlich Stativ und gefülltem Plattenkasten sehr stabil und steht bezüglich der Genauigkeit der inneren Orientierung schwereren Konstruktionen keineswegs nach. Ein weiterer, für Forschungsreisen geeigneter Spezialapparat wurde von der „Photogrammetrie G. m. b. H. München“ auf Veranlassung der „Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft“ für Zwecke der deutsch-russischen Alai-Expedition gebaut. Bei diesem Apparat ist man aus Gewichtsriicksichten auf das Format  $9 \times 12$  zurückgegangen. Ein Teilkreis fehlt, da die Winkel für die Triangulation den Platten entnommen werden sollen. Für grobe Winkelmessung ist eine Bussole vorgesehen. Zur Vornahme genügend genau gegen die Basis orientierter Stereoaufnahmen ist ein Haltefernrohr angebracht, das Verschwenkungen von  $15$  zu  $15^\circ$  ermöglicht. Zur genauen Messung kleinerer Winkel, insbesondere zur optischen Basismessung, dient eine Tangentschraube. Auch dieses Gerät hat sich mit der vorher erwähnten Zeiß-Finsterwalder-Konstruktion bei der deutsch-russischen Alai-Expedition im Jahre 1928 vorzüglich bewährt.

Für die Ausmessung terrestrisch stereophotogrammetrischer Aufnahmen hat nach wie vor der Orel-Zeißsche Stereoautograph seine altbewährten Vorzüge. Selbstverständlich kann die Auswertung solcher Aufnahmen auch in anderen für die Luftbildmessung bestimmten Universalgeräten erfolgen. Das Bedürfnis nach einem preiswerten und damit recht wirtschaftlichen Spezialgerät für terrestrisch photogrammetrische Arbeiten hat die Firma Zeiß zu einer Neukonstruktion des Stereoautographen veranlaßt, der in Verbindung mit der vorher erwähnten neuen Feldausrüstung, Modell C/5, auch die Auswertung gekippter Aufnahmen mit Brennweiten von  $12$  bis  $26$  cm gestattet.

## II. Luftphotogrammetrie.

### 1. Aufnahmegeräte.

Trotz der großen Vorzüge der Glasplatte, insbesondere hinsichtlich der Genauigkeit der damit erzielten Ergebnisse, hat in den letzten Jahren der Film sich in der Luftbildmessung in Deutschland immer mehr eingeführt. Das geringe

Gewicht, sowie die Unzerbrechlichkeit des Films sind gerade bei Serienaufnahmen, wie sie die Erledigung größerer zusammenhängender Aufträge mit sich bringt, so wertvoll, daß namentlich die Konstruktion der „Reihenbildkammern“ ausschließlich auf dieses Aufnahmematerial zugeschnitten ist. Die infolge Schrumpfung und geringeren Planliegens nicht wegzuleugnende geringere Genauigkeit des Films sucht man im allgemeinen durch Vergrößerung des Verhältnisses von Standlinie zur Flughöhe bis 1 : 1 wieder auszugleichen. Die bewährte „Flugzeugmeßkammer“ der Firma Carl Zeiß im Format  $13 \times 13$ ,  $f = 21$  cm, ist in vieler Hinsicht wesentlich verbessert worden. Insbesondere wird sie heute, wie alle neuen Flugzeugkammern der Firma Zeiß, mit einem Spezialmeßfliegerobjektiv, Orthometar 1 : 4,5, ausgestattet, das trotz des großen Öffnungsverhältnisses praktisch völlig verzeichnungsfrei ist. Die Kamera ist für die Herstellung von Schräg- und Senkrechtaufnahmen geeignet und kann mit und ohne Aufhängevorrichtung verwendet werden. Sie ist sowohl für den Gebrauch von Rollfilmen als auch für Platten in Wechselkassetten eingerichtet.

Für Serienaufnahmen kommt die Zeißsche „Reihenbildmeßkammer“ R. M. K. C/3 im Format  $18 \times 18$  in Frage. Auch diese Kamera ist mit dem Orthometarobjektiv von 21 cm Brennweite ausgestattet. Sie besitzt einen Überdeckungsregler, Antrieb mit Schaltgetriebe und eine Filmwechselkassette für 310 Aufnahmen. Das Planliegen des Films erfolgt durch Staudruck, der durch einen Propeller erzeugt wird. Für Aufnahmen in kleinen Bildmaßstäben ist eine kurz-brennweitige Spezialkammer bei Zeiß in Jena in Vorbereitung.

Als weitere automatische „Reihenbildmeßkammer“ ist die Konstruktion der „Aerotopograph G. m. b. H.“ in Dresden nach Professor Dr. Ing. Hegershoff zu nennen. Dieses Gerät ist für das Format  $12 \times 12$  cm mit einer Aufnahmebrennweite von  $13\frac{1}{2}$  cm gebaut. Als Objektiv wird ein Spezialobjektiv der Firma Zeiß, welches praktisch bei einer Öffnung von 1 : 4,5, völlig verzeichnungsfrei ist, verwandt. Die Planlegung des Films erfolgt durch Anpressung desselben an eine planparallele Glasplatte, die fest in der Kamera eingebaut ist. Dadurch ist es möglich, auch reelle Meßmarken und eine Markierung des Bildhauptpunktes unmittelbar in der Bildfeldebene in fester Verbindung mit der Kammer zu verwenden. Da bei der Auswertung der Film wieder durch eine automatisch angepreßte Glasplatte beobachtet wird, so ist der Strahlengang dem der Aufnahme völlig gleich, was als ein besonderer Vorzug anzusehen ist. Die Kassette faßt ein 12 cm breites Filmband von 50 m Länge entsprechend zirka 350 Einzelaufnahmen, die durch ein Zählwerk registriert werden. Der Antrieb des Reihenbildners geschieht im allgemeinen durch einen Elektromotor, der entweder durch Generatoren- oder Propellerantrieb oder durch Akkumulatoren gespeist wird und den Filmwechsel, sowie Spannen und Auslösen des Verschlusses selbsttätig bewirkt. Auslösung von Hand für Einzelaufnahmen ist gleichfalls vorgesehen. Das Gerät wird in einer besonderen Aufhängevorrichtung verwendet und ist mit Überdeckungsregler nach Professor Hegershoff, auf welchen ich noch später zu sprechen komme, ausgestattet.

Die Vermessung größerer Gebiete in kleineren Maßstäben, wie sie in erster Linie für Kolonialvermessungen in Frage kommt, drängt gebieterisch nach einer

Erweiterung des Bildwinkels der Aufnahmekammern. Die Bemühungen, diese durch Konstruktion eines Weitwinkelobjektivs zu erreichen, scheiterten an dem unvermeidlichen, starken Lichtabfall nach dem Bildrande und der verhältnismäßig geringen Lichtstärke, so daß die Lösung des Problems auf andere Weise gesucht werden mußte. Der bekannte Konstrukteur Korvettenkapitän a. D. Boykow von der „Aerogeodetic“ hat auf der „Ila“ 1928 eine „Panoramareihenbildkammer“ vorgeführt, bei der die Aufgabe, den Bildwinkel wenigstens in einer Richtung zu erweitern, und zwar auf  $180^\circ$ , dadurch gelöst worden ist, daß das Objektiv eine Schwenkbewegung ausführt. Ein mit dem Objektiv starr verbundener Bildspalt nimmt an dieser Schwenkbewegung teil, und das unmittelbar hinter dem Spalt befindliche Filmband wird bei der Aufnahme in der der Schwenkbewegung entgegengesetzten Richtung am Bildspalt vorbeigeführt. Der Film steht somit, praktisch genommen, während der Aufnahme still. An Stelle der Bildebene tritt hier die Zylinderebene, deren Halbmesser gleich der Brennweite ist. Wechsel und Antrieb erfolgen automatisch durch einen Elektromotor.

Die „Photogrammetrie G. m. b. H.“ hat auf Vorschlag von Herrn Dipl. Ing. Aschenbrenner und auf dem Gedanken der Scheimpflugschen Rundbildkammer fußend, eine „Mehrfachkammer“ gebaut, mit der auch bereits praktisch sehr befriedigende Ergebnisse erzielt worden sind. Während Scheimpflug in seiner Aerokammer für Landesvermessung um eine Mittelkammer 7 gegen den Horizont geneigte Einzelkammern anordnete und dann in seinem Universaltransformator die 7 geneigten Bilder auf eine wagrechte Bildebene umphotographierte, erzielt Aschenbrenner die Neigung der seitlichen Kammern durch Ablenkung ihrer Achsen durch vorgelagerte Prismen. Dadurch ist er in der Lage, sowohl das Mittelbild als auch 8 um dasselbe herum gelagerte Schrägaufnahmen auf eine einzige Platte im Format  $18 \times 18$  abzubilden und mit einem einzigen einfachen Verschlussmechanismus sämtliche Aufnahmen gleichzeitig zu belichten. Die Aufnahmebrennweite der 9 Bildkammern beträgt  $5\frac{1}{2}$  cm. Nach Umformung der seitlichen Bilder in einem besonderen „Umbildgerät“ auf die Ebene des Mittelbildes wird ein Bildwinkel von zirka  $140^\circ$  erzielt. Die erste Versuchskammer, die auch auf der Ausstellung der „Ila“ in Berlin 1928 bereits gezeigt wurde, war für Platten eingerichtet, während bei den neueren Konstruktionen auch der Gebrauch von Filmen vorgesehen ist. Die angenäherte Horizontierung des Apparates während der Aufnahme läßt sich mit einem den Horizont abbildenden Sucherfernrohr und mit einer Genauigkeit, die die Verwendung der Aufnahmen für die Nadirpunktstriangulation auch in bergigem Gelände gestattet, leicht bewerkstelligen. Die Kamera und die dazu gehörigen Hilfsgeräte sind in der Zeitschrift „Bildmessung und Luftbildwesen“ Nr. 1/1929 und Nr. 4/1929 näher beschrieben. Eine verbesserte, lichtstärkere und nur mit 5 Objektiven ausgestattete „Mehrfachkamera“, die einen Winkel von  $115^\circ$  beherrscht, befindet sich zur Zeit bei der Photogrammetrie G. m. b. H. München in Konstruktion. Den Bau der Geräte hat die bekannte optische Firma Steinheil in München übernommen.

Die Firma Zeiß in Jena hat die Breite des abgebildeten Geländestreifens dadurch zu erweitern versucht, daß sie zwei Reihenbildmeßkammern mit einem Divergenzwinkel der Aufnahme von  $40^\circ$  zusammenkoppelt. Als Sicherheitsfaktor für die

gegenseitige Überdeckung befindet sich in der Mitte ein Raum von  $6,5^\circ$ . Außerdem ermöglicht eine solche Koppelkammer beim Gebrauch in der Flugrichtung  $100\%$ ige konvergente Aufnahmen mit günstigem Basisverhältnis und gegenseitiger Orientierung aufeinanderfolgender Bildpaare. Es sind zwei derartige „Zweifachreihenbildmeßkammern“ entstanden, die beide mit Überdeckungsregler, regulierbarem Propellerantrieb, mit Schaltgetriebe und Staudruckeinrichtung ausgestattet sind. Die eine Kameraapparatur ist für das Bildformat  $18 \times 18$  mit 21 cm Brennweite gebaut, die andere für das Format  $12 \times 12$  mit  $13\frac{1}{2}$  cm Brennweite. Beide sind mit Filmwechsellkassetten für zirka 300 Aufnahmen versehen. Neuerdings befindet sich bei der Firma Zeiß auch eine aus 4 gegeneinander geneigten Einzelkammern bestehende Panoramakammer  $12 \times 12$  mit 13,5 cm Brennweite in Vorbereitung, bei der das Bildfeld nicht nur seitlich, sondern auch in der Längsrichtung eine entsprechende Vergrößerung erfährt.

## 2. Entzerrungsgeräte.

Die selbsttätig arbeitenden Entzerrungsgeräte mit vertikal angeordneter Projektionsrichtung, wie sie auf der Ausstellung des letzten Kongresses in Berlin von der „Photogrammetrie G. m. b. H.“ in München und der Firma Carl Zeiß in Jena vorgeführt wurden, haben sich in der Praxis sehr gut bewährt. Eine Verbesserung hat noch das große Entzerrungsgerät der Firma Carl Zeiß in Jena insofern erfahren, als für die Steuerung der Neigungen der Tisch-, Objektiv- und Plattenebene ein stabiler Carpentier-Inversor eingebaut worden ist. Das Gerät ist für Entzerrung auch beliebig geneigten Geländes mit 5 Freiheitsgraden ausgestattet.

Die Nachfrage nach einem wohlfeileren und leicht transportableren Entzerrungsgerät hat Herrn Professor Hugershoff veranlaßt, eine wesentlich vereinfachte Konstruktion zu schaffen. Bei diesem, von der „Aerotopograph G. m. b. H.“ in Dresden herausgebrachten Gerät ist die Projektionsrichtung ebenfalls vertikal angeordnet. Unter Beschränkung auf Aufnahmen mit der größten Neigungsabweichung von  $15^\circ$  von der Vertikalen ist auf die volle Berücksichtigung der Perspektivbedingungen verzichtet worden. Die Einhaltung der Linsengleichung wird bei Vergrößerungen von 1:1 bis 1:2,5 durch einen Inversor automatisch bewerkstelligt. Für die seltener vorkommenden Verkleinerungen von 1:1 bis 0,6 muß die Linsengleichung von Hand eingestellt werden. Von einer automatischen Einstellung der Scheimpflug-Bedingungen wurde abgesehen. Durch Drehung des Objektivs in einem Kugelgelenk kann die Ebene desselben mit der Schnittlinie der Tisch- und Bildebene von Hand in Übereinstimmung gebracht und somit Scharfabbildung auf der Gesamtschirmfläche erzielt werden. Das Gerät ist für Bildgrößen bis  $18 \times 18$  und zum Einlegen von Filmen oder Platten engerichtet.

## 3. Stereo-Kartierungsgeräte.

Der „Stereoplanigraph“ der Firma Carl Zeiß in Jena hat im Laufe der Jahre eine Reihe wertvoller Verbesserungen erfahren, von denen insbesondere die Vereinfachung des früher sehr komplizierten optischen Strahlenganges durch

Verwendung von Spiegellenkern zu erwähnen ist. Das neueste Modell 1930 ist eine gründliche Umkonstruktion, die namentlich auf die Vereinfachung der Handhabung des Instruments im praktischen Betriebe Rücksicht nimmt. Bei ihm sind zunächst die *Z*- und *Y*-Achsen gegen den alten Typ insofern vertauscht, als die Kammern ihre Bilder von oben nach unten projizieren, und die Einstellung für die Basiskomponenten erfolgt nicht mehr an dem Hauptbasisschlitten. Durch diese Anordnung können alle Justierungen und Einstellungen zum Einpassen der Bildpaare bequem vom Beobachtersitz aus vorgenommen werden, von dem auch alle Zählwerke und Maßstäbe leicht zu übersehen sind. Die Lenker und die früher mit ihnen verbundenen Inversoren für die Betätigung des Zusatzsystems sind jetzt getrennt ausgebildet. Die Optik weist Spiegellinker auf und ist in ihren Teilen wesentlich verringert. Dadurch wird eine bedeutende Vergrößerung des Gesichtsfeldes sowie der Bildhelligkeit und Schärfe erzielt. Ein Maximum stereoskopischen Effekts wird durch automatische Beseitigung des Bildsturzes und Beobachtungen in Kernebenen erzielt. Es tritt dabei keinerlei Anstrengung für die Augen des Beobachters, selbst bei stark konvergenten Bildern, ein. Der Stereoeffekt ist umkehrbar, so daß es möglich ist, Reihenbildaufnahmen unter einfacher Hinzuorientierung eines neuen Bildes fortlaufend auszuwerten, ohne die Justierung an dem Bild zu ändern, das vom vorhergehenden Paar entnommen wurde. Der Drehsinn der Kurbeln ist umschaltbar; das Gesamtsystem der Kammer um eine gemeinsame Achse kippbar, wodurch die Orientierung des Raummodells in die Kartenebene wesentlich vereinfacht wird. Der Zeichentisch ist so ausgebildet, daß der Beobachter in die entstehende Karte alle Eintragungen machen kann, ohne seinen Platz verlassen zu müssen.

Die gute Auswahl der Übersetzungsverhältnisse ermöglicht einen bedeutenden Auswertebereich bei günstigstem Maßstab des Raummodells in der Maschine. Die Ausarbeitung von Aufnahmen aus zweifach und vierfach gekoppelten Kammern mit konvergenten Achsen ist bequem möglich, da jede beliebige Konvergenz der Kameraachsen eingestellt werden kann, und stets gleiche Bildgrößen frei von Bildsturz die beste stereoskopische Beobachtung gewährleisten.

Die Dimensionen und das Gewicht des Gerätes sind stark reduziert, die Montage wird gruppenweise vorgenommen, so daß die Aufstellung an Ort und Stelle vom Empfänger selbst bewerkstelligt werden kann.

Auf der Novembertagung 1926 stand der Hegershoffsche „Aerokartograph“ im Mittelpunkt des allgemeinen Interesses. Dieses Gerät ist inzwischen ebenfalls weiterentwickelt worden, wenn es auch im allgemeinen die Form des damals ausgestellten ersten Instruments beibehalten hat. Die neueren Konstruktionen sind lediglich ein wenig größer und kräftiger ausgeführt, und es haben einzelne Teile, wie insbesondere der Übertragungsmechanismus der Lenkerneigung auf die Kippbewegung der Eintrittspiegel, eine konstruktive Verbesserung erfahren. Der Apparat kann heute mit Ausmeßkammern für Formate, die sich zwischen  $6 \times 6$  und  $18 \times 18$  bewegen und für Brennweiten von 12 bis 21 cm geliefert werden, in die sowohl Platten als Filme eingelegt werden können. Die Umkehrung des Stereoeffektes zur optisch-mechanischen Aneinanderpassung einer Bildreihe geschieht durch einfaches Umschalten einer verschiebbaren Prismen-

anordnung. Der Apparat wird, wenn erwünscht, mit einem besonderen als Koordinatographen ausgebildeten Zeichentisch geliefert, dessen Antriebspindeln für den Zeichenstift unter Zwischenschaltung von Wechselgetrieben an die entsprechenden Spindeln des Aerokartographen angeschlossen werden können, und der Auswertemaßstab in gewissen Grenzen verändert werden kann. Als ein besonderer Erfolg der Hugershoffschen Konstruktion kann die Bildung der „Aerotopograph Corporation“ in Amerika unter Leitung des bekannten Fachmannes Colonel Birdseye gebucht werden, bei welcher 3 Aerokartographen in Betrieb stehen.

Dem Wunsche nach einem noch einfacheren und damit wesentlich billigeren automatischen Stereokartierungsgerät Rechnung tragend, hat die „Aerotopograph G. m. b. H.“ bzw. die mit ihr zusammenarbeitende Firma Gustav Heyde in Dresden nach Angabe von Professor Hugershoff den „Aerosimplex“ herausgebracht, der auf der Ausstellung der „Ila“ 1928 in Berlin in seinem Anfangsmodell zu sehen war. Das Gerät dient in der Hauptsache zur Auswertung von angenähert senkrecht aufgenommenen Luftmeßbildern, die auf das Format  $5 \times 5$  verkleinert, in 2 Projektoren eingelegt und auf zwei getrennte Projektionsflächen nebeneinander entzerrt projiziert und dann der direkten stereoskopischen Beobachtung und Ausmessung zugänglich gemacht werden.

Infolge der großen Tiefenschärfe der sehr kurzbrennweitigen Projektionslinsen erübrigt sich eine besondere Vorrichtung für die Scharfabbildung verschiedener Entfernungen. Die Ausmessung des virtuellen Raummodells erfolgt mittels zweier starr miteinander verbundener, unmittelbar auf der Projektionsfläche aufliegender Meßmarken und gleichzeitiger stereoskopischer Betrachtung der Bilder mittels einem das Gesamtbildfeld erfassenden Helmholtzschen Spiegelstereoskop. Das Gerät ist in erster Linie für die Herstellung kleinmaßstäblicher Schichtenpläne, bei denen nicht allzu hohe Höhengenaugigkeitsansprüche gestellt werden, also vorzüglich für Kolonialvermessungen, gedacht. Infolge seiner verhältnismäßig einfachen Ausführungsart und der Klarheit des Konstruktionsprinzips eignet es sich vorzüglich für Unterrichtszwecke. Das erste Versuchsmodell hat inzwischen eine weitgehende Neukonstruktion erfahren, die namentlich auf eine bequeme Bedienung aller Einstellungen vom Sitz des Beobachters aus hinausläuft. Auch können bei dem neuen Gerät beide Kammern zugleich mit der Basis gekippt, verschwenkt und gedreht werden, so daß es dadurch möglich ist, das maßstäbliche Raummodell ohne Änderungen der gegenseitigen Orientierung der Kammern in die Kartenebene zu schwenken.

#### 4. Geräte für Nadirpunktstriangulation.

Das Interesse, das sich in den letzten Jahren der Nadir- oder Hauptpunkts-triangulation zugewandt hat, hat auch seinen Ausdruck in der Konstruktion verschiedener Sondergeräte gefunden, die vor allen Dingen dazu dienen sollen, die Genauigkeit der Winkelentnahme aus den Platten und damit auch die Genauigkeit der Ergebnisse des Verfahrens zu steigern. So hat die Firma Zeiß nach Angaben von Professor v. Gruber einen „Radial-Triangulator“ herausgebracht, der bereits auf der „Ila“ vorgeführt wurde und auch im Dezemberheft

von „Bildmessung und Luftbildwesen 1928“ beschrieben worden ist. Die Genauigkeit, mit der Richtungen mit Hilfe dieses Instruments aus den Originalplatten entnommen werden können, entspricht etwa der Theodolitmessung IV. Ordnung, so daß die Messungen auch als Unterlagen für die Berechnung eines Netzes IV. Ordnung dienen können. Damit ist das Nadirpunktstriangulationsverfahren auch der rechnermäßigen Behandlung zugänglich gemacht.

Ein ähnliches als „Übertragungsgerät“ bezeichnetes Instrument hat die „Photogrammetrie G. m. b. H.“ in München nach Angaben von Herrn Ingenieur Aschenbrenner besonders für Bildtriangulationen aus den mit der Mehrfachkamera gewonnenen Panoramaaufnahmen gebaut. Näheres über dieses Gerät sowie über einige Zusatzinstrumente und die damit erzielten Ergebnisse findet man im Dezemberheft 1929 von „Bildmessung und Luftbildwesen“.

Auf dem Grundsatz des Vorwärtseinschnitts durch Nadirstrahlen fußend, hat die „Photogrammetrie G. m. b. H.“ in München nach Angaben von Herrn Aschenbrenner auch noch einen „Grundrißzeichner konstruiert, der gestattet unter stereoskopischer Betrachtung aus entsprechend übergreifenden Steilaufnahmen einen Lageplan automatisch aufzuzeichnen. (Vgl. D. R. P. Nr. 55. 772, Klasse 42 c.)

#### 5. Navigationsgeräte.

Die Aufnahme größerer zusammenhängender Gebiete mit Reihenbildmeßkamern durch Aufteilung derselben in entsprechend überdeckende, einander übergreifende Flugstreifen stellt außerordentlich hohe Anforderungen an die Geschicklichkeit des Beobachters und Fliegers. Insbesondere bei großen Bildmaßstäben gelingt es infolge der damit verbundenen niedrigen Flughöhe selten, die seitliche Überdeckung der Flugstreifen mit der gewünschten Genauigkeit einzuhalten. Ebenso schwer ist es in größeren Gebieten mit wenig charakteristischen Einzelheiten die projektierte Überdeckung durchzuführen. Geräten, die diese Schwierigkeiten zu beheben imstande sind, bzw. eine selbsttätige Orientierung ermöglichen, kommt daher eine außerordentlich hohe wirtschaftliche Bedeutung zu. Unter diesen Geräten ist zunächst der von dem Erfinder Herrn Korvettenkapitän Boykow konstruierte „Abdriftmesser“ für Flugzeuge über Land zu erwähnen. Ein optisches Gerät, das zur Ermittlung und Erhaltung eines abdriftlosen Kurses dient. Das Neue und Charakteristische an diesem Instrument liegt darin, daß der Flugzeugführer gleichzeitig mit dem überflogenen Gelände auch den Horizont sieht. Richtungsstriche im Bildfelde sind vorgesehen, welche so gedreht werden können, daß das überflogene Gelände diesem parallel läuft. Hat der Pilot den Bug seiner Maschine gegen einen auf diesem Kurse liegenden Punkt des Horizonts gedreht, was er aus dem im Instrument sichtbaren Horizontbild ersehen kann, dann fliegt seine Maschine auf dem beabsichtigten abdriftlosen Kurs. Das Streifenfliegen bei Bildflügen wird dadurch wesentlich erleichtert.

Ein weiteres dem gleichen Zweck dienendes Gerät ist von Professor Junkers angegeben und mit D. R. P. Nr. 453. 725 Klasse 57a, Gruppe 9, geschützt worden. Die technische Einrichtung dieses Geräts beruht darauf, daß je nach Brennweite und Bildformat der verwendeten Kammer sowie nach gewünschter Überdeckung einer Aufnahmereihe zur nächsten die Distanz von der Verbindung der Haupt-

punkte einer Reihe zu denen der nächsten immer unter einem konstanten Winkel gesehen wird, unabhängig von der jeweiligen Flughöhe. Das Gerät ist als einfache Visiervorrichtung, die entsprechend der Brennweite der Kamera mit dem Bildformat eingestellt werden kann, ausgebildet und gestattet beim Abfliegen des ersten Streifens bereits die Fluglinien der Nachbarstreifen durch Vormerken markanter Geländepunkte festzulegen. Wie die Firma Junkers mitteilt, hat sich die Vorrichtung bereits mehrfach bei Bildflügen im In- und Ausland gut bewährt. Auch das „Kursgerät von Herrn Dr. Spieweck“ trägt wesentlich zur Erleichterung eines gradlinigen Streifenfluges bei. Es stellt einen Kamerasucher bekannter Art mit über der Mattscheibe drehbarem Kursring dar. Dem Objektiv ist ein schwenkbares Prisma vorgelagert, mit Hilfe dessen sich die Geschwindigkeit des vorüberziehenden Geländebildes je nach Flughöhe regulieren läßt. Das Gerät, das auch die Messung der Geschwindigkeit gestattet, ist auf dem Luftschiff „Graf Zeppelin“ in Benutzung und hat sich auch bei dem Afrikaflug von Mittelholzer als sehr praktisch erwiesen.

Das Vollkommenste auf diesem Gebiet stellt aber wohl der „Flugwegzeichner Quo vadis“ von Professor Hugershoff dar. (Vgl. D. R. P. Nr. 118. 374 Klasse 42e.) Das Instrument wird in Verbindung mit dem bekannten „Hugershoffschen Überdeckungsregler“, D. R. P. Nr. 118. 388 Klasse 57a, Gruppe 9, verwendet, der als kameraähnlicher Sucher ausgebildet ist und sowohl die Einhaltung der gewünschten Überdeckung unter Ausschaltung der Abdrift, sowie die Ablesung der Geschwindigkeiten über Grund gestattet. Durch einen äußerst sinnreichen Mechanismus kann der vom Flugzeug zurückgelegte Weg auf eine Zeichenplatte aufgetragen werden. Man ist mit diesem Gerät ohne weiteres in der Lage, die vorher auf der Zeichenplatte eingetragenen Flugbahnen eines in Streifen aufzunehmenden Geländes unter Berücksichtigung der gewünschten Überdeckung genau einzuhalten. Das Instrument dürfte für die geschlossene Überdeckung von unbekanntem Gebieten mit Reihenbildern ein äußerst willkommenes Hilfsmittel darstellen. Einzelheiten sind aus den oben genannten Patentschriften sowie aus Heft 1/1929 von „Bildmessung und Luftbildwesen“ ersichtlich.

Schließlich sei noch das zur Panoramakammer der „Photogrammetrie G. m. b. H.“ gehörige „Intervallometer“ erwähnt, welches bei vollautomatischem Betrieb der Kammer die Auslösung der einzelnen Aufnahmen in beliebig einzustellenden, auch während des Fluges zu ändernden Zeitintervallen besorgt.

## 5. Sondergeräte für verschiedene Zwecke.

### a) Geräte zur Messung der Bahn von Flugzeugen.

Zu der photogrammetrischen Bestimmung von Flugbahnen in der Ballistik ist in neuerer Zeit ein verwandtes Anwendungsgebiet getreten: „Die Bestimmung der Flugbahnen von Luftfahrzeugen.“ Nachdem längere Zeit hindurch versucht worden war, dieses Problem durch visuelle Beobachtung vom Erdboden aus zu lösen, hat 1924 Herr v. Orel im Auftrage der „Photogrammetrie G. m. b. H.“ in München erstmalig den Versuch unternommen, aus vom Erdboden aus erhaltenen Photogrammen durch Vorwärtseinschnitt die Bahn des Zeppelin-Kreuzers



L Z 126 festzulegen. (Vgl. hierüber den Bericht über den von Herrn v. Orel auf der Herbsttagung der „Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie“ 1928 gehaltenen Vortrag im Juniheft 1929 von „Bildmessung und Luftbildwesen“.) Auf Grund der Schwierigkeiten, die sich damals der Durchführung der Aufgaben mit den bestehenden, für andere Zwecke konstruierten Geräten entgegenstellten, entstand die Forderung nach besonders für diesen Zweck gebauten Spezialinstrumenten, unter denen zunächst der von Dr. Fuß in Zusammenarbeit mit der „Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt“ konstruierte und von den „Askania-Werken“ gebaute „Kinotheodolit“ erwähnt sein soll. Die bisher zur Bestimmung der Bahn von Pilotballonen benutzten Einschneidemethoden mittels Ballontheodolits konnten mit Rücksicht auf die große Eigengeschwindigkeit der Flugzeuge nicht in Frage kommen. Auch mußte eine wesentlich größere Genauigkeit der Bestimmung der Flugbahnorte gefordert werden. Diese Forderungen führten zum Bau eines photogrammetrischen Spezialtheodoliten, in welchem das Gesichtsfeld des Theodolitenfernrohres durch eine langbrennweitige Photokammer mit Sucher ersetzt wurde, und die Registrierung des Gesichtsfeldes der Azimut- und Höhenwinkel sowie der Zeit auf einem Filmband fortlaufend erfolgt. Mit dem Instrument kann eine Bildfolge von 5 Aufnahmen in der Sekunde erreicht werden. An den Endpunkten einer entsprechend gewählten Basis werden 2 derartige Instrumente, die elektrisch miteinander verbunden sind, aufgestellt. Die Festlegung der Flugorte erfolgt nach Auswertung der Filmbilder durch Vorwärtseinschnitt. Instrument und Verfahren sind von Dr. Fuß eingehend beschrieben in dem Märzheft 1930 von „Bildmessung und Luftbildwesen“.

Eine weitere, ähnlichen Zwecken dienende Apparatur ist von Herrn Dr. Rathjen für die Vermessung der Bahnen und Bewegungen von Segelflugzeugen auf der Wasserkuppe Rhön entworfen worden. Auch bei diesem Verfahren wird das Objekt von dem Endpunkte einer Basis mit je einem Aufnahmeapparat, die sich gegen das Objekt durch Schwenkung von Hand einstellen lassen, auf einem laufenden Filmband aufgenommen. Die Apparate sind elektrisch verbunden und die Verschlüsse mit Hilfe eines Synchronmotors derartig gesteuert, daß kein größerer Zeitfehler als  $\frac{1}{1000}$  Sekunde entsteht. Zur Festlegung der jeweiligen Richtung der Aufnahmekammer wird auf dem das Flugzeug abbildenden Film gleichzeitig von rückwärts ein Koordinatensystem einer Kugel mitphotographiert, so daß die Lagekoordinaten so aufgenommen werden, als ob sie an den Himmel geschrieben wären. Die Anwendung der Tetenschen Doppeleinschnittkoordinaten vereinfacht die Auswertung und ermöglicht eine bequeme Kontrolle der Gleichzeitigkeit. (Vgl. auch den Aufsatz von Dr. Rathjen in „Bildmessung und Luftbildwesen“ 1929, Heft 3.)

#### b) Medizinisch-photogrammetrische Geräte.

An Neuerungen auf dem Gebiete der Röntgenphotogrammetrie können hier nur kurz die verbesserten Geräte von Ingenieur Beyerlen Erwähnung finden. Der „Stereorthodiograph“ ist derart verbessert, daß die Meßmarke als Schatten eines Fadens auf die auszumessenden Röntgenbilder selbst projiziert wird, womit das Gerät unabhängig von dem Augabstand des Beobachters und auch für ver-

schiedene Auswertemaßstäbe ist. Es ist ferner mit einem verschiebbaren Prismensystem ausgerüstet, so daß es gestattet, den Stereoeffekt umzukehren, was für die röntgenstereoskopische Betrachtung von außerordentlichem Vorteil ist. Fast allen Aufnahmegegeräten für Stereoröntgenaufnahmen haftete bisher der Mangel an, daß zwischen beiden Aufnahmen zur Erzielung der Halbbilder ein Zeitraum liegt, der durch den Wechsel des Bildträgers bedingt war, wodurch eine einwandfreie Aufnahme bewegter Objekte nicht möglich war. Diese Schwierigkeit behebt ein neuerdings ebenfalls von Beyerlen angegebenes Aufnahmegegerät mit einer besonderen Kassette, bei der durch einen vor dem Film vorüberlaufenden Doppelschlitz die beiden Teilbilder auf den Film gewissermaßen streifenweise, aber gleichzeitig abgetastet werden, und eine Fälschung der räumlichen Wirkung durch Bewegung des Aufnahmegegenstandes vermieden wird. Betreffs weiterer Einzelheiten über diese Geräte sei auf die „Technischen Mitteilungen“, Heft Nr. 8/1929, von C. H. F. Müller A. G. in Hamburg verwiesen.

Unter den stereophotogrammetrischen Neukonstruktionen auf medizinischem Gebiete verdient auch eine von Herrn Dr. Werner Zabel in München in Zusammenarbeit mit der „Photogrammetrie G. m. b. H.“ konstruierte und vom „Staeblewerk“ in München gebaute „Spezialstereokamera“ Erwähnung, die dazu dient, das Innere des Auges auf stereophotogrammetrischem Wege zu vermessen. Über dieses Gerät ist auf der 3. Hauptversammlung der „Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie“ 1927 von Herrn Dr. Ing. Gürtler berichtet worden, so daß ich mich mit dem Hinweis auf den auch in „Bildmessung und Luftbildwesen“ Heft 1/1928 wiedergegebenen Vortrag begnügen kann.

#### c) Verschiedenes.

Zur photogrammetrischen Bestimmung des Forstbestandes aus Bildern sowie für kriminalistische Tatortsaufnahmen, Körpervermessungen und ähnliche Zwecke hat die „Aerotopograph G. m. b. H. Dresden“ eine stereometrische Doppelkamera nach Angaben von Professor Hegershoff herausgebracht, die auf der „Ila“ 1928 ausgestellt war. Die Apparatur besteht aus zwei auf einem Balken in festem Abstand von 1 m angeordneten Stereoaufnahmekammern  $9 \times 12$ , die mit zwei identischen Objektiven von  $13\frac{1}{2}$  cm Brennweite und mit Kompurverschlüssen ausgestattet sind.

Besondere Erwähnung verdient auch noch der von Professor Hegershoff konstruierte neue „Stereokomparator“, dessen sinnreiche und einfache Konstruktion von der bisherigen Bauart stark abweicht. Durch eine parallele Führung des Strahlenganges beider Betrachtungsoptiken und die Rücken-an-Rücken-Stellung der Meßplatten, zwischen denen sich eine Beleuchtungslampe befindet, ist eine außerordentlich gedrängte und leichte Bauart erzielt worden. Die Bildkoordinaten werden an Zählwerken abgelesen.

Als wertvolles Hilfsgerät sei noch der Hegershoffsche „Kameraprüfungstheodolit“ genannt, der dazu dient, die inneren Konstanten der Aufnahmekammern zu überwachen bzw. durch Nachmessen der Öffnungswinkel zu prüfen. Einzelheiten über die drei zuletzt erwähnten Instrumente sind aus den Prospekten der „Aerotopograph G. m. b. H. Dresden“ zu entnehmen.

## B. Praktische Arbeiten und die dabei gewonnenen Erfahrungen.

### I. Terrestrische Photogrammetrie.

Die terrestrischen Methoden finden in Deutschland wegen des meist flachen oder durch bewaldetes Mittelgebirge ausgezeichneten Geländecharakters verhältnismäßig wenig Anwendung. Nur der alpinere Teil Süddeutschlands bietet Gelegenheit zur Herstellung stereoautogrammetrischer Pläne für Ingenieurprojekte, sowie zur Höhenschichtenvermessung für Flurkarten u. dgl. Das „Bayerische Landesvermessungsamt“ vollzieht die Höhenaufnahmen zur Darstellung der Geländeform mit Höhenschichtenlinien in den amtlichen Katasterplänen entweder mittels Tachymetrie oder mit der stereophotogrammetrischen Feldausrüstung der Firma Zeiß, je nachdem die örtlichen Verhältnisse die eine oder die andere Aufnahmemethode begünstigen. Da dem Landesvermessungsamt selbst ein Auswertegerät nicht zur Verfügung steht, so wird die Auswertung der aufgenommenen Lichtbilder von Fall zu Fall der „Photogrammetrie G. m. b. H. München“ übertragen. Als Hauptvorteil der photogrammetrischen Aufnahmen hat sich die raschere Erledigung der Feldarbeit herausgestellt. Das mit Hilfe von Stereophotogrammetrie und Tachymetrie kombinierte Verfahren hat sich allgemein bewährt. Die auf diese Weise gewonnenen Höhenschichtenpläne werden in vollem Maße den Bedürfnissen der öffentlichen Wirtschaft gerecht.

Ebenfalls von der „Photogrammetrie G. m. b. H. München“ wurde die Vermessung für das Zugspitzbahnprojekt sowie das Projekt der Drahtseilbahn auf den Predigtstuhl vorwiegend mit terrestrischer Stereophotogrammetrie durchgeführt. Ferner wurden Stadterweiterungspläne im Maßstab 1:1000 bis 1:5000 für die Städte Deckendorf, Regensburg, Würzburg und Gastein sowie in großem Umfang Schichtlinienpläne für Wasserkraftprojekte, beispielsweise das Tauernkraftwerk, hergestellt. Für den „Deutsch-österreichischen Alpenverein“ wurde eine Karte des Karwendelgebietes im Ausmaß von 1000 km<sup>2</sup> und im Maßstab 1:12.500 geliefert, die größtenteils mit terrestrischer Photogrammetrie aufgenommen und luftphotogrammetrisch ergänzt worden war. Das Vertrauen, das das gleiche Institut auch im Ausland genießt, dokumentiert sich in zahlreichen auch für ausländische Auftraggeber erledigten Aufträgen, wie beispielsweise für Bahnbauprojekte in der Türkei, für bergbautechnische Zwecke in Griechenland und der Türkei, für Gletschervermessungen in Schweden, für Wasserkraftprojekte in Mexiko, Südfrankreich und den österreichischen Alpen.

In einem für die terrestrische Methode idealen Aufnahmegelände hat Dr. Richard Finsterwalder im Auftrag des Deutsch-österreichischen Alpenvereins 1928 einen großen Teil des Groß-Glockner-Gebiets und der Zillertaler Alpen für kartographisch-topographische Zwecke im Maßstab 1:25.000 stereophotogrammetrisch vermessen. Die Feldarbeit wurde mit der bereits erwähnten leichten Zeißschen Feldausrüstung ausgeführt. Die Auswertung wurde an dem der Münchner Technischen Hochschule gehörenden Stereoautographen Modell 1911 vorgenommen. Bei der Ausarbeitung dieser vom Deutsch-österreichischen Alpenverein herausgebrachten Karten ist versucht worden, unter Beibehaltung der

Schichtlinien eine Geländezeichnung mittels Schummerung herzustellen, um auf diese Weise die exakten Schichtlinien mit einem plastisch anschaulichen Kartenbild zu vereinen. Der Versuch hat vollen Erfolg; das österreichische Bundesvermessungsamt hat dieses Verfahren der Geländedarstellung übernommen.

Bei der deutsch-russischen „Alai-Pamir-Expedition“ 1928 wurde die terrestrische Photogrammetrie erstmalig in größerem Umfange von Dr. Richard Finsterwalder systematisch auf einer Forschungsreise angewendet. Die Aufnahmen erstreckten sich auf bisher zum größten Teil unbekanntes Land, insbesondere auf das Gebirge von Nordwest-Pamir, das zum Teil ungewöhnlich wilde Formen und Höhenunterschiede bis zu 4000 m aufweist und mit großen Gletschern erfüllt ist, ferner auf die weiten Steppengebiete des Alaitals im Norden von Pamir. Die Expedition war mit zwei leichten Zeißschen Feldphototheodoliten sowie mit der eingangs erwähnten leichten photogrammetrischen Feldausrüstung der „Photogrammetrie G. m. b. H. München“ versehen. Zur Schaffung der notwendigen trigonometrischen Unterlagen wurden zum Teil Theodolitbeobachtungen, sowie auch in großem Umfang die terrestrische Photogrammetrie benutzt. Die zahlreich ausgeführten geographischen Ortsbestimmungen konnten lediglich zur allgemeinen Festlegung des trigonometrischen Netzes auf der Erdoberfläche Verwendung finden, da ihre Genauigkeit für photogrammetrische Zwecke im allgemeinen nicht ausreichte. Dagegen haben sich geographische Azimutbestimmungen, mit deren Hilfe bei vielen Standpunkten die Orientierung der Richtungsätze bestimmt werden konnte, als wertvolles Hilfsmittel erwiesen. Ausgewertet wurde das Gebiet des Fedtschenkogletschers in 2 Blättern  $70 \times 70$  im Maßstab 1 : 50.000 sowie in einer Übersichtskarte des gesamten etwa 10.000 km<sup>2</sup> großen Expeditionsgebietes im Maßstab 1 : 200.000. (Siehe den Vortragsbericht im Heft 1 von „Bildmessung und Luftbildwesen“ 1930.)

Im Zusammenhang mit der terrestrischen Photogrammetrie seien hier noch die Arbeiten der „Staatlichen Bildstelle“, ehemaligen Meßbildanstalt, in Berlin erwähnt. Das Institut, das sich vornehmlich mit Architekturvermessung befaßt, hat trotz der lähmenden Kriegs- und Nachkriegszeiten mehrere dankbare Aufgaben erledigt. Unter diesen zeichnet sich die Aufnahme des Doms zu Regensburg dadurch aus, daß er infolge der sehr engen Umgebung und seines außerordentlichen Formenreichtums wohl der bisher schwierigste war, den die Anstalt zu bewältigen hatte. Das Bauwerk wurde auf 12 Blättern, 1 Grundriß und 7 Schnitten im Maßstab 1 : 100 dargestellt. Auch die Aufnahme der Felsenkirche von Oberstein bereitete infolge ihrer außergewöhnlichen Lage und Unregelmäßigkeit des Bauwerkes besondere Schwierigkeiten. Da die gewonnenen Zeichnungen (6 Blätter) im Maßstab 1 : 50 als Grundlage für eine durchgreifende Instandsetzung dienen sollten, unterlagen sie einer bis ins einzelne gehenden Prüfung, die den bauleitenden Architekten Veranlassung zu vollster Anerkennung gab. (Vgl. „Bildmessung und Luftbildwesen“ 1928, Heft 3.)

An weiteren Arbeiten der Staatlichen Bildstelle wären noch zu erwähnen: Die photogrammetrische Ausmessung des Schlosses Muskau des Grafen Armin im Maßstab 1 : 50, die Ausmessung der Kathedrale von Laon aus während des Krieges aufgenommenen Meßbildern im Grundriß im Maßstab 1 : 100 und im

Auflaß der Westseite im Maßstab 1 : 50, sowie die Ausmessung der Westfassade der Kathedrale in Antwerpen im Maßstab 1 : 100.

Weiterhin konnten in letzter Zeit auch Meßbilder in kleinerem Format  $20 \times 20$  in Verbindung mit Meßtischaufnahmen und zu deren Nachprüfung und Ergänzung bei der Auftragung eines antiken Stadtplanes aus Anatolien im Maßstab 1 : 2500 nutzbringend verwendet werden.

Alle diese Arbeiten haben erneut die alten Erfahrungen der Anstalt bestätigt und bekräftigt, daß die kleinen Plattenformate des für die Geländevermessung so erfolgreichen Stereoverfahrens für die meßbildnerische Auftragung von Baudenkmalern für den Kunsthistoriker und Denkmalspfleger unzureichend sind. Vor allen Dingen auch deshalb, weil in den meisten Fällen die zeichnerische Übertragung des außerordentlichen Formenreichtums mit allen seinen Feinheiten aus dem gesehenen kleinen Bilde auf das Zeichenblatt erheblich mehr Schwierigkeiten verursacht, als bei dem bei der Meßbildanstellung von Prof. Dr. Meydenbauer eingeführten großen Plattenformat  $50 \times 40$ .

Ein vereinfachtes Aufnahme- und Auswerteverfahren für Architekturphotogrammetrie wurde von Herrn Albrecht-Freiburg ausgearbeitet und ist mit den für die Auswertung notwendigen Formeln und Nomogrammen im Selbstverlag des Verfassers 1929 veröffentlicht worden.

## II. Luftphotogrammetrie.

Luftbildaufnahmen und -ausmessungen werden in Deutschland sowohl von privater Seite als auch von Behörden, Verbänden, die teils selbständig arbeiten, teils ihre Arbeiten privaten Unternehmungen übertragen, ausgeführt. Unter den Ausführenden sind die wichtigsten:

1. das Reichsamt für Landesaufnahme in Berlin,
2. das Vermessungsamt der Stadt Hamburg,
3. das Aerokartographische Institut in Breslau,
4. die Hansa-Luftbild-G. m. b. H. in Berlin-Tempelhof,
5. die Junkers-Luftbildzentrale in Leipzig,
6. die Photogrammetrie-G. m. b. H. in München.

Die Vorteile der Luftbildmessung stellen fast sämtliche größeren Städte, staatlichen Bauämter, Forstbehörden und insbesondere Siedlungsverbände, vornehmlich im Ruhrkohlenbezirk, in ihre Dienste.

### Reichsamt für Landesaufnahme.

Für die Herstellung der neuen Reichswirtschaftskarte im Maßstab 1 : 5000 und neuerdings auch für die topographische Karte 1 : 25.000 werden in großem Umfange die luftphotogrammetrischen Verfahren herangezogen. Über die Arbeiten wurde gelegentlich der „IIa“ auf der Hauptversammlung der „Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie“ von Regierungsrat Seidel eingehend Bericht erstattet. Der Vortrag fand Aufnahme in „Bildmessung und Luftbildwesen“, Heft 4/1928. Ferner wird auf die „Mitteilungen des Reichsamts für Landesaufnahme“ verwiesen, in denen laufend die Erfahrungen dieser Behörde auch in der Photogrammetrie niedergelegt sind.

Entzerrungen werden nur ausnahmsweise in praktisch wirklich ebenen Gebieten mit einem Zeißschen Entzerrungsgerät durchgeführt. Der größte Teil der photogrammetrischen Messungen nach Lage und Höhe erfolgt nach den stereoautogrammetrischen Verfahren am Stereoplanigraphen oder Autokartographen. Im allgemeinen werden die Aufnahmen auf Filme mit einem Zeißschen oder Hegershoffschen Meßreihenbildner ausgeführt, und zwar in einem Bildmaßstab für die Auswertung im Maßstab 1:5000 von 1:5000 bis 1:6000. Die Aufnahmeachsen sind parallel, das Verhältnis der Basis zur Flughöhe = 1:3.

Die Aufnahmen für die Auswertung in 1:25.000 wurden versuchsweise im Bildmaßstab 1:10.000 und teils mit konvergenten teils mit parallelen Achsen ausgeführt.

Insgesamt sind in den letzten drei Jahren etwa 700 km<sup>2</sup> vermessen worden.

Im vergangenen Jahr wurden besonders interessante Versuche mittels Aerotriangulation mit dem Aerokartographen durchgeführt. Die dabei gewonnenen Erfahrungen sind im Heft 2/1929, Seite 90 bis 94, der „Mitteilungen des Reichsamts für Landesaufnahme“ niedergelegt.

Die Luftbildarbeiten des Hamburgischen Stadtvermessungsamts: Seit dem Jahre 1925 arbeitet das Hamburgische Stadtvermessungswesen an der Herstellung der topographischen Grundkarte 1:5000 für Zwecke der hamburgisch-preußischen Landesplanung. Um die Herstellung dieses etwa 2800 km<sup>2</sup> bzw. 700 Kartenblätter umfassenden Werkes zu beschleunigen, wurde seit 1926 die Luftphotogrammetrie in den Dienst der Arbeiten übernommen. Die Luftaufnahmen stellt das Hamburgische Vermessungsamt mit eigenen Flugzeugen und Aufnahmekammern her. Da das Gelände mit wenigen Ausnahmen nahezu eben ist, kommt im allgemeinen nur die Entzerrung von Luftbildern in Frage, die mit einem Hegershoffschen Entzerrungsgerät durchgeführt wird. Um den durch Luftphotogrammetrie ermöglichten raschen Fortschritt der Arbeiten darzutun, sei erwähnt, daß im letzten halben Jahre 61 Luftbildpläne im Maßstab 1:5000 mit einem Flächeninhalt von 244 km<sup>2</sup> fertiggestellt wurden, und daß zur Herstellung eines Blattes im Ausmaß von  $0,4 \times 0,4 = 4$  km<sup>2</sup> einschließlich aller Vorarbeiten im Durchschnitt 12 Tage benötigt wurden. Neben diesen Arbeiten für die topographische Grundkarte wurden noch eine ganze Reihe von Luftbildplänen im Maßstab 1:4000 bis 1:2000 für Stadt- und wasserbauliche Zwecke ausgeführt.

#### Aerokartographisches Institut Breslau.

Die Arbeiten dieses Instituts erstrecken sich in erster Linie neben der Herstellung von Übersichtsschrägaufnahmen für verschiedene industrielle Zwecke auf die Anfertigung von Luftplänen mittels Entzerrung, insbesondere für städtebauliche Grundpläne und Landesplanungsarbeiten. Als Hauptarbeitsgebiete kamen Schlesien, der Landesverband Düsseldorf und der Freistaat Danzig in Frage, in denen Flächen von 50 bis 500 km<sup>2</sup> im Maßstab 1:5000 vermessen wurden. Stereoautogrammetrische Luftbildmessungen wurden in letzterer Zeit nur in kleinerem Umfange, und zwar bei Bauten im Ausmaß von 50 km, bei Leisnig im Ausmaß von 50 km im Maßstab 1:50 000 und an anderen Orten gemacht.

Das Institut arbeitet mit Aufnahmeggeräten nach Professor Hugershoff, von der Firma Heyde-Dresden hergestellt. Für die Entzerrungen steht ein halbautomatisches Hugerhoffisches Gerät sowie das vollkommen automatische Gerät der Photogrammetrie G. m. b. H. München zur Verfügung und für die stereoautogrammetrische Kartenauswertung der Aerokartograph von Professor Hugershoff in Dresden. Für Bildflüge wurden neben kleineren Maschinen solche der Bauart Messerschmidt und Junkers benutzt.

Von der Hansa-Luftbild-G. m. b. H., deren Arbeitsräume sich auf dem Flugplatz Berlin-Tempelhof befinden, sind in den letzten 4 Jahren insgesamt etwa 10.000 km<sup>2</sup> an Luftbildentzerrungen, vornehmlich im Maßstab 1:5000 hergestellt worden, von denen besonders die großen Übersichtspläne im Ruhrgebiet mit allein 4500 km<sup>2</sup> und der Plan der Stadt Berlin im Umfange von 1000 km<sup>2</sup> im Maßstab 1:4000 hervorzuheben sind. Für die Aufnahmen wurden Filmreihenbildmeßkammern der Firma Zeiß im Format 13×18 und 18×18 verwandt. Die Entzerrungen werden an selbstfokussierenden Entzerrungsgeräten von Zeiß sowie an einem kleinen Hugerhoffischen Entzerrungsgerät durchgeführt. Während in den Jahren bis 1928 das Hauptgewicht der Tätigkeit auf die Herstellung von Luftbildplänen gelegt wurde, ging das Unternehmen in den späteren Jahren auch zur stereoskopischen Ausmessung unter Anwendung moderner Auswertegeräte über, und hat bisher etwa 350 km<sup>2</sup> im Maßstab 1:5000 darin verarbeitet. Auch ein Doppelbildwurfgerät von Dr. Gasser ist bei dem Institut für größere Maßstäbe im Betrieb.

#### Junkers Luftbildzentrale Leipzig-Moskau.

Dieses den Junkers Flugzeugwerken A. G. gehörige Unternehmen hat nicht nur in Deutschland, sondern auch im Ausland eine große Anzahl von Luftbildvermessungen ausgeführt. So wurden neben vielen anderen Arbeiten in Brasilien 300, in Schweden 120 und in Peru 3500 km<sup>2</sup>, letztere noch in Arbeit, vornehmlich zu Luftbildplänen verarbeitet. In Deutschland wurden Luftbildpläne für eine ganze Anzahl größerer Städte, für Flußbauämter und für Siedlungszwecke, meist im Maßstab 1:5000, in einem Gesamtausmaß von über 3500 km<sup>2</sup> durchgeführt. In vielen Fällen wurden nach den entzerrten Originalluftbildplänen noch exakte Karten gezeichnet. Ebenso wurden allgemein in die Luftbildpläne das Gauß-Krügersche Koordinatensystem übernommen und die Signaturen den Bestimmungen der Reichswirtschaftskarte 1:5000 angepaßt. Karten mit Höhenschichten wurden ausgewertet: in Peru im Aerokartographen, in Brasilien mit einem besonders von der Firma Junkers konstruierten einfachen Auswertegerät. Die Eintragung von Höhen- und Schichtlinien in entzerrte Bildpläne nach terrestrischen Ausmessungen wurde besonders für Flächenaufteilungspläne immer mehr für erwünscht gehalten. Für die Schaffung der notwendigen Entzerrungsunterlagen wurde vielfach auf die Nadirpunktstriangulation zurückgegriffen.

#### Photogrammetrie G. m. b. H.

Das Institut hat auch auf luftphotogrammetrischem Gebiete zahlreiche vorbildliche Arbeiten durchgeführt. Kurz zusammengefaßt kann ich hier nur folgendes

erwähnen. Etwa 410 km<sup>2</sup> Luftplanbilder von Waldgebieten im Maßstab 1 : 10.000 für die bayerischen Staatsforste sowie verschiedene private Waldbesitzer. Bei diesen Arbeiten wurde in großem Umfang zur Beschaffung der Entzerrungsunterlagen die Nadirpunktstriangulation herangezogen, ferner wurde zur Wasserkraftausnutzung und Flußregulierung die Isar von ihrem Unterlauf bis zur Mündung im Maßstab 1 : 5000, die Donau von Sinzing bis Passau, die obere Saale, zusammen 400 lfd. Kilometer, sowie das Gebiet der Münchner Wasserversorgung in Luftbildplänen dargestellt. Unter den Plänen für städtebautechnische Zwecke sind die Luftplanbilder im Maßstab 1 : 5000 von Groß-München, Bayreuth, Deckendorf, Regensburg und Straubing im Gesamtausmaß von zirka 365 km<sup>2</sup> zu nennen. Auch für die Deutsche Reichsbahn wurde eine Reihe von Bahnhöfen und Strecken bildplanmäßig aufgenommen.

An stereoautogrammetrisch hergestellten Luftbildkarten verdienen erwähnt zu werden: Arbeiten für die topographische Grundkarte 1 : 25.000 in Nordbayern, die im Maßstab 1 : 12.500 ausgewertet wurde, ferner die bereits erwähnte luftphotogrammetrische Ergänzung der terrestrischen Aufnahmen im Karwendelgebirge im Maßstab 1 : 12.500, und Vermessungen eines 150 km<sup>2</sup> großen Gebiets im Maßstab 1 : 5000 mit 1 m Schichtenabstand für die Reichswirtschaftskarte in Nordbayern, Herstellung eines Schichtenlinienplanes 1 : 5000 eines Küstengebiets in Schweden sowie Schichtlinienpläne 1 : 20.000 in Finnland.

Die Aufnahmen führt das Institut mit eigenen Flugzeugen sowie mit Aufnahmekammern der Firma Zeiß bzw. Wild und für Sonderzwecke mit einer Fairchildkammer aus. Die Auswertungen der Luftbildpläne erfolgen an von der Firma selbst gebauten Entzerrungsgeräten nach Ingenieur Aschenbrenner. Für autogrammetrische Arbeiten stehen ein Planigraph und Wildautograph zur Verfügung.

Nicht unerwähnt seien auch die verschiedenen wissenschaftlichen Arbeiten der „Photogrammetrie G. m. b. H. München“, die sich vor allem auf die Ausarbeitung von Apparaten und Methoden für Kolonialvermessung in kleineren Maßstäben erstrecken. Bezüglich weiterer Einzelheiten über dieses äußerst interessante Gebiet verweise ich auf die Veröffentlichung in „Bildmessung und Luftbildwesen“, Heft Nr. 1 und 4, 1929.

Auch die Auswertung von Wellenaufnahmen für das Vermessungsschiff „Meteor“ wären noch unter den wissenschaftlichen Arbeiten des Instituts kurz zu nennen. Vgl. Dr. Schuhmacher, „Die deutsche Atlantische Expedition auf dem Vermessungs- und Forschungsschiff Meteor“, Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie der Deutschen Seewarte in Hamburg, 54. Jahrgang, Heft XI.

Die immer mehr zunehmende Verwendung des Luftbildplanes und in letzter Zeit auch der stereoskopisch gewonnenen Luftbildkarten mit Höhenschichten beweisen wohl am besten, daß die Verfahren gegen früher derart vervollkommen sind, daß sie den früheren terrestrischen Methoden in wirtschaftlicher Beziehung und an Genauigkeit zumindest ebenbürtig und in bezug auf Zeitersparnis und Reichtum an Einzelheiten überlegen sind. Der „Ruhsiedlungsverband“ als einer der größten Auftraggeber, der in den letzten Jahren ein Gebiet von etwa 3500 km<sup>2</sup>



durch die Hansa-Luftbild-G. m. b. H. Berlin im Maßstab 1 : 5000 aufnehmen und entzerren ließ, äußert sich bezüglich der darin gewonnenen Erfahrungen wie folgt :

„Die Luftbildkarte hat im Laufe der Jahre eine mannigfaltige Verwendung gefunden. Von besonderer Bedeutung war sie für die Ergänzung und Neuherstellung von Stadt- und Übersichtskarten. Vortreffliche Dienste leistete sie bei der Bearbeitung von Bebauungs- und Wirtschaftsplänen bzw. bei Linienführung von durchgehenden Straßen. Gegenüber der Katasterkarte hat das Luftbild den Vorteil, daß es einen genauen Einblick in die Örtlichkeiten gibt. Nach den angestellten Versuchen ist daher die Luftbildkarte nach Eintragung von Grenzen, Parzellennummern und Eigentümern besonders im Maßstab 1 : 2000 ein sehr wertvoller Lageplan (Guts- und Betriebspläne).“

Die Erfahrungen des Ruhrsiedlungsverbandes sind ausführlich niedergelegt im Werbeheft 5, Jahrgang 1930, der Hansa Luftbild-G. m. b. H. in einem Artikel von Dr. Ing. Rappaport-Essen über „Stadtgestaltung“.

Auch die „Emscher Genossenschaft“, die sich in ausgedehntem Maße der Luftbildpläne für ihre Projektierungsarbeiten bedient, äußert sich zusammenfassend dahin, daß die Luftbildmessung sich bei ihren Arbeiten sehr gut bewährt hat und auf billigstem und schnellstem Wege zuverlässige Unterlagen für die Darstellung ihrer Entwürfe und zur Festhaltung des augenblicklichen Zustandes des aufzunehmenden Geländes verschafft.

Bei den Vorarbeiten zum Bau der Bahnstrecken: Bendergez—Teheran—Hamadan in Persien bedienen sich die den Bau ausführenden deutschen Firmen (Berger-Tiefbau-A. G., Siemens-Bauunion und Philipp Holzmann A. G.) sowohl für die Erkundung als auch für die Ausarbeitung von Detailplänen modernster photogrammetrischer Methoden. Die Aufnahmen für die letzteren Firmen erfolgten mit Hugershoff-Heydeschen Meßkammern und ihre Auswertung zu Schichtlinienplänen im Maßstab 1 : 2000 bzw. 1 : 5000 an einem in Teheran aufgestellten Aerokartographen.

Auch die „Deutsch-Kolumbianische Luftverkehrsgesellschaft“ hat in den vergangenen Jahren in Kolumbien photogrammetrische Methoden mit großem Erfolg zur Anwendung gebracht, insbesondere für Grenzvermessungen und zu Regulierungsarbeiten des Magdalenenstroms usw. Eine Reihe der von der wissenschaftlichen Abteilung dieser Gesellschaft ausgeführten Arbeiten waren auch auf der Ausstellung gelegentlich der „Ila“ zu sehen.

### **Photogrammetrie im Unterricht.**

Auf den meisten Deutschen Technischen Hochschulen und zum Teil auch Universitäten wird der Photogrammetrie, meist im Zusammenhang mit geodätischen Vorlesungen, die ihr gebührende Stelle eingeräumt. Die größte Schwierigkeit für den Unterricht in diesem Fach der angewandten Mathematik besteht bisher in der Kostspieligkeit des für die Übungen unbedingt erforderlichen Instrumentariums. Trotzdem besteht heute bei mehreren Technischen Hochschulen in Deutschland teils zufolge Entgegenkommens der Instrumente bauenden Firmen teils durch hochherzige Stiftungen die Möglichkeit, sich auch praktisch mit den modernsten autogrammetrischen Auswertegeräten vertraut zu

machen. In dieser Hinsicht dürften wohl die Deutschen Hochschulen allen ausländischen voranstellen.

An erster Stelle ist hier wohl die photogrammetrische Abteilung des Instituts für Vermessungskunde an der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg zu nennen. Im Juli 1929 hat der Leiter der „Abteilung für Luftbildwesen und Navigation“ der „Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt“, Herr Dr. Ing. Laemann, als Privatdozent den Unterricht in Photogrammetrie auf der Hochschule in Charlottenburg übernommen. Die Vorlesungen erfreuen sich eines außerordentlich lebhaften Zuspruchs, insbesondere auch ausländischer Hörer. Für die praktische Ausbildung stehen dem Institut neben Feldausrüstungen, Stereokomparatoren, ein Zeißches Entzerrungsgerät, ein Autokartograph sowie ein Aerokartograph der Firma Heyde zur Verfügung. Das Instrumentarium soll in allernächster Zeit noch durch ein Zeißches Auswertegerät ergänzt werden, so daß dieses Institut dann über die modernsten Deutschen Auswertegeräte verfügt.

An der Technischen Hochschule in Stuttgart hat in den letzten Jahren der bekannte Fachmann Professor Dr. v. Gruber den Unterricht in Photogrammetrie erteilt.

In dem Unterrichtsprogramm waren in jedem Semester wöchentlich zwei Stunden Vorlesungen mit Übungen vorgesehen, in denen Richtungs- und Winkelentnahme aus Photogrammen, projektive Eigenschaften des Bildes, die Aufnahme, Kartenherstellung aus Photogrammen terrestrisch und aerophotogrammetrisch behandelt und praktische Aufnahmenarbeiten sowie Entzerrungen und automatische Kartierungen mit den dem Institut zur Verfügung stehenden Geräten ausgeführt wurden. Das Instrumentarium setzte sich zusammen aus: 2 Zeißchen Stereofeldausrüstungen  $9 \times 12$  und  $13 \times 18$ , 2 Zeißchen Stereokomparatoren  $9 \times 12$  und  $13 \times 18$ , 1 Photokartographen (Entzerrungsgerät, System Finsterwalder-Sedlbauer), 1 Radialtriangulator von Zeiß, 1 Doppelprojektionsgerät und 1 Zeißchen Stereoplanigraphen.

Neben vorgenanntem Unterrichtsprogramm hat Herr Dr. v. Gruber teils mit Unterstützung der Studierenden auch eine Reihe praktischer, photogrammetrischer Arbeiten sowohl terrestrisch als auch aerophotogrammetrisch für verschiedene Auftraggeber sowie wertvolle wissenschaftliche Untersuchungen, vornehmlich auf dem Gebiete der Aeroautogrammetrie und Aero-triangulation, durchgeführt. Von den letzteren haben besonders die für den Beirat für das Vermessungswesen im Harz durchgeführten autogrammetrischen Luftbildmessungen zur Klärung der Genauigkeitsfragen und der Anwendbarkeit der Verfahren der Luftbildmessung für die Reichswirtschaftskarte 1 : 5000 beigetragen. Ebenso verdienen die Versuchsarbeiten mit Fokalkpunktriangulation und Aero-triangulation im Raume, über die Herr Professor v. Gruber auch auf der Hauptversammlung der „Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie“ im Herbst in Berlin berichtet hat, besonders hervorgehoben werden. (Vgl. „Bildmessung und Luftbildwesen“, Heft 4, vom Dezember 1928). Auch die Auswertung der Aufnahmen der „Deutschen Versuchsanstalt der Luftfahrt“, auf deren Arbeiten wir noch später zu sprechen kommen, für die Bahnbestimmung des Luftschiffes

„Graf Zeppelin“ erfolgte von Herrn Dr. v. Gruber am Stereoplanigraphen in Stuttgart.

Herr Dr. v. Gruber hat im Frühjahr dieses Jahres seinen Lehrauftrag in Stuttgart niedergelegt und eine Stellung bei den Zeiß-Werken in Jena angetreten. Zu seinem Nachfolger wurde der ehemalige Assistent von Professor Gast an der Technischen Hochschule in Hannover, Herr Dr. Fritz, ernannt.

An dem unter Leitung von Professor Näbauer stehenden Geodätischen Institut der Technischen Hochschule in München sind in dem neuen achtsemestrigen Studienplan für Vermessungsingenieure im 5., 6. und 7. Semester je 3 Übungsstunden für Photogrammetrie vorgesehen, in denen terrestrische Photogrammetrie, die Entzerrung von Luftaufnahmen in ebenem Gelände zeichnerisch und optisch mechanisch, photogrammetrische Ortsbestimmungen und Nadirtriangulierung behandelt und die Studierenden auch mit stereophotogrammetrischen Arbeiten vertraut gemacht werden. Als wichtigstes Unterrichtshilfsmittel stehen dem Institut zur Verfügung: ein Phototheodolit (System Finsterwalder), ein Stereomikrometer, ein Stereokomparator, ein Modell eines Stereoaufnahmegerätes sowie ein Stereoaufnahmegerät Zeiß-Orel, Modell 1911. Das letztere Instrument wird mit Fortschreiten des neuen Lehrplans immer mehr für Unterrichtszwecke herangezogen, während es bisher vorwiegend für Bearbeitung von wichtigen Fragen wissenschaftlichen Charakters verwendet wurde, wie beispielsweise für die Auswertung von Hochgebirgsaufnahmen für den Deutsch-Österreichischen Alpenverein sowie der Aufnahmen der Alai-Pamir Expedition durch Dr. Richard Finsterwalder.

Daß an der Münchner Technischen Hochschule im Rahmen des mathematischen Unterrichtes Gelegenheit besteht, den Altmeister für Photogrammetrie, Herrn Geheimrat Professor Dr. Finsterwalder, über diese Wissenschaft zu hören, mag noch als besonderer Vorzug dieser Hochschule hervorgehoben werden.

Auch das Geodätische Institut der Technischen Hochschule in Hannover unter Leitung von Herrn Professor Gast ist in der glücklichen Lage, einen von der „Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft“ zur Verfügung gestellten Aerokartographen von Professor Hugershoff zu besitzen. Die mit diesem Instrument bisher ausgeführten Arbeiten, die zunächst mit einer umfassenden Untersuchung des Instruments beginnen mußten, beziehen sich auf die Genauigkeit der Herstellung des räumlichen Modells und der absoluten Orientierung. Im Zusammenhang hiermit wurde an der Herstellung eines Apparates (Prismenpyramide) gearbeitet, der die Lösung aerophotogrammetrischer Genauigkeitsfragen auf optisch-mechanische Weise ermöglichen und außerdem zur mathematischen Lösung des räumlichen Rückwärtseinschnitts dienen soll.

Auf dem Gebiet der terrestrischen Photogrammetrie wurde außer Übungsaufnahmen mit den Studierenden eine Aufnahme des Ramesseums bei Theben in Oberägypten mit dem Universaltheodolit von Hugershoff-Heyde ausgeführt, deren Auswertung im Aerokartographen sich in Arbeit befindet. Die Vorlesungen von Professor Gast über Photogrammetrie sind in Buchform bei dem Verlag von Johann Ambrosius Barth in Leipzig erschienen.

Der an dem Geodätischen Institut der Technischen Hochschule in Karlsruhe im Jahre 1921 eingeführte Unterricht in Photogrammetrie ist von Herrn Professor Schlötzer in den letzten Jahren wesentlich erweitert und besonders durch Neuanschaffung von Apparaten nach der praktischen Seite hin vertieft worden. Neben einer zweistündigen Vorlesung sind während zwei Semestern je zweistündige Übungen vorgesehen. Der Unterricht ist für Vermessungsingenieure obligatorisch. Neben den theoretischen Vorlesungen über das gesamte Gebiet der Photogrammetrie wurden in Übungen im vergangenen Jahr Aufgaben über Meßtischphotogrammetrie, Stereophotogrammetrie, Orientierungsprobleme, räumlichen Rückwärtseinschnitt und vollständige Auswertung einer Luftaufnahme, Entzerrungsarbeiten usw. behandelt. Das Institut verfügt über photogrammetrische Feldausrüstungen von Zeiß, Stereomikrometer und Komparator, ein automatisches Entzerrungsgerät der Photogrammetrie G. m. b. H. München sowie das Modell eines Stereoautographen der gleichen Firma.

Das Unterrichtsprogramm der Technischen Hochschule in Dresden besteht darin, daß den Studierenden (Vermessungsingenieuren, Bauingenieuren und Architekten) ein ihrem Fache entsprechender Überblick über die verschiedenen Verfahren und Anwendungsmöglichkeiten der Photogrammetrie gegeben wird, und praktische Übungsaufgaben ausgeführt werden. Für die letzteren sind ein Phototheodolit und ein Stereokomparator der Firma Zeiß, ein Stereoautographenmodell der Photogrammetrie G. m. b. H. München, ein Meßbildtheodolit nach Koppe und ein Meßbildtheodolit Hegershoff-Heyde vorhanden. Die Leitung des Unterrichts liegt in Händen des Herrn Professors Dr. Ing. Werkmeister.

Das 1925 errichtete Seminar für Photogrammetrie an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Bonn soll Forschung und Ausbildung der Hochschulstudierenden in diesem modernen Zweig der Geodäsie unterstützen und fördern. Für die Ausbildung der Studierenden ist eine Anzahl von Instrumenten vorhanden, darunter eine stereophotogrammetrische Ausrüstung von Zeiß mit  $9 \times 12$  und  $13 \times 18$  Phototheodolit nebst Stereokomparator, eine Luftbildaufnahmekammer und Bildmeßtheodolit nach Hegershoff-Heyde sowie ein Stereoautographenmodell der Photogrammetrie G. m. b. H. München. Von den Studierenden wurden eine Reihe von Aufnahmen in dem Weingelände der Aar gemacht und ausgewertet. Daneben wurden wissenschaftliche Arbeiten, wie die Prüfung und Berichtigung der Bildmeßtheodolite sowie von Luftbildmeßkammern vom Leiter des Seminars, Herrn Professor Dr. Samel, durchgeführt.

In ähnlicher Weise, mit mehr oder weniger umfangreichem Instrumentarium, vollzieht sich der Unterricht in Photogrammetrie an anderen Technischen Hochschulen, von denen noch Breslau (Dr. Feyer), Braunschweig (Professor Dr. Harbert), Darmstadt (Professor Dr. Hohenner), Aachen (Professor Wenner) usw. genannt sein mögen.

Von den Universitäten, an denen im Rahmen der Vorlesungen über angewandte Mathematik, Physik, Astronomie und Medizin die photogrammetrischen Methoden und einschlägigen photogrammetrischen Verfahren behandelt werden, ist besonders die Universität Münster zu nennen, an der Herr Professor

Schewior im Lehrbetrieb für angewandte Mathematik mit Übungen über Photogrammetrie liest und sich durch Abhaltung eines besonderen Kursus über Photogrammetrie gelegentlich der Gautagung des Deutschen Vereins für Vermessungswesen für die Propagierung der photogrammetrischen Verfahren in dem dort versammelten Geodätenkreise hochverdient gemacht hat. Auch wurden von Herrn Professor Schewior Versuche über Verwendung des Bildfunks in der Photogrammetrie in Verbindung mit Graf Arco (Telefunken Berlin) ausgeführt.

Der Erfolg der photogrammetrischen Methoden ist neben den geeigneten Verfahren und dem Instrumentarium wohl in allererster Linie abhängig von einem fachmännisch gut durchgebildeten Personal. Die Hersteller der photogrammetrischen Geräte haben daher das allergrößte Interesse an einer gründlichen Ausbildung der für die Bedienung der Geräte vorgesehenen Arbeitskräfte. Aus diesem Grunde haben sich die Hauptherstellerfirmen in Deutschland veranlaßt gesehen, von Zeit zu Zeit Ausbildungskurse abzuhalten, in denen Gelegenheit geboten wird, Persönlichkeiten nicht nur theoretisch, sondern vor allem auch praktisch mit den verschiedensten Verfahren und Geräten vertraut zu machen. So fanden beispielsweise unter Leitung von Professor Hugerhoff in Dresden bei der Firma Heyde derartige Lehrgänge statt, ebenso hat auch Herr Professor v. Gruber in Verbindung mit der Firma Carl Zeiß im technisch-physikalischen Institut der Universität Jena vom 8. bis 20. April 1929 einen Ferienkursus in Photogrammetrie abgehalten, der sich eines außerordentlich guten Zuspruchs, insbesondere auch von Ausländern, erfreuen durfte.

Die anlässlich des Kursus gehaltenen Vorträge sind in Buchform als „Ferienkurs in Photogrammetrie, eine Sammlung von Vorträgen und Aufsätzen“, von Dr. Otto v. Gruber im Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart, erschienen.

#### Verschiedenes.

Zu den Instituten, in deren Arbeitsprogramm die Pflege der Photogrammetrie eine besondere Stellung einnimmt, gehört auch die „Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt“ in Berlin-Adlershof. Die dort eingerichtete „Abteilung für Luftbildwesen und Navigation“ steht unter Leitung des über langjährige praktische Erfahrungen auf diesem Gebiet verfügenden Dr. Ing. Lacmann, der auch, wie bereits erwähnt, den Lehrauftrag für Photogrammetrie an der Technischen Hochschule in Charlottenburg übernommen hat. Auf diese Weise ist ein ersprießliches Zusammenarbeiten und eine Ergänzung des Instrumentariums beider Institute gewährleistet.

Die Arbeiten der Versuchsanstalt erstreckten sich vornehmlich auf die Ausarbeitung von Methoden und Apparaten zur Prüfung photogrammetrischer Instrumente sowie auf die Untersuchung photochemischer und spektrographischer Natur, über den Einfluß der Farben und Filter auf die Emulsionen sowie über Steigerung der Empfindlichkeit derselben. Unter anderem wurden eine Anzahl Geräte geschaffen, welche zur Prüfung von Objektiven, Gelbfiltern und Verschlüssen dienen. Es gelang dem wissenschaftlichen Mitarbeiter Dr. Schmieschek eine verwendbare Theorie der Hypersensibilisierung von Emulsionen aufzu-

stellen, auf Grund deren sich neue Bäder mit die Empfindlichkeit steigerndem Einfluß zusammenstellen lassen. Bei den praktischen Versuchen konnten panchromatische Platten um ein Vielfaches über normale Empfindlichkeit hypersensibilisiert und eine gute Haltbarkeit derselben erzielt werden. Bemerkenswert ist, daß dabei eine Kornvergrößerung nicht eintritt. Damit dürften gerade der Luftbildmessung, die ein Aufnahmematerial von möglichst großer Empfindlichkeit bei bestem Auflösungsvermögen erfordert, neue Wege gewiesen sein. (Vgl. Schmieschek, „Neue Wege zur Steigerung der Lichtempfindlichkeit photographischer Emulsionen“, Jahrbuch 1930 der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt E. V.)

Das Institut nahm ferner tätigen Anteil an den Arbeiten des Beirats für das Vermessungswesen durch Ausführung zweier photogrammetrischer Aufnahme-flüge in dem vom Beirat für das Vermessungswesen im Nordharz geschaffenen Prüffeld, deren weitere Verarbeitung, wie bereits erwähnt, durch Herrn Professor Dr. v. Gruber an der Technischen Hochschule in Stuttgart erfolgte.

Es wurden ferner Konstruktionsunterlagen geschaffen für eine leichte, langbrennweitige Startmeßkammer (Gerät zur photogrammetrischen Erfassung der bei Start und Landung von Flugzeugen auftretenden Verhältnisse). Bei Versuchsfahrten des Luftschiffes „Graf Zeppelin“ wurde die Flugbahn des Luftschiffes in Beziehung zur Zeit durch vom Luftschiff aus erfolgte Aufnahmen festgelegt, deren Ausarbeitung ebenfalls in Ermanglung eines eigenen Stereoauswertegerätes in Verbindung mit dem Geodätischen Institut der Technischen Hochschule in Stuttgart vorgenommen wurde. Betreffs weiterer Einzelheiten über die Arbeiten der Versuchsanstalt sei noch auf folgende Veröffentlichungen hingewiesen:

1. „Gegenwartsfragen der Phototopographie“ von Dr. Ing. Laemann, „Bildmessung und Luftbildwesen“ 1928, Heft 3.
2. „Die Farbe in der Photographie unter Berücksichtigung der Photogrammetrie“ von Ferdinand Leiber, „Bildmessung und Luftbildwesen“ 1929, Heft 3.
3. „Verfahren zur Bestimmung der Lage für Luftfahrzeuge während des Fluges“ von Dr. Ing. Laemann, „Bildmessung und Luftbildwesen“ 1930, Heft 1.
4. Jahrbuch der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt 1929/30.

Der Preußische Minister für Handel und Gewerbe, dem die Bearbeitung der Luftfahrtangelegenheiten in Preußen obliegt, hat auch den Gebieten des Luftbildwesens und der Luftbildmessung besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Durch einen Runderlaß vom 21. April 1927, der unter dem 18. Oktober 1929 neu herausgegeben, und in dem die bedeutende Entwicklung des Luftbildwesens und der Luftbildmessung in den letzten Jahren berücksichtigt worden ist, sind Richtlinien für die Ausführung von Luftbildarbeiten gegeben worden. Sie enthalten die Bedingungen, die heute billigerweise verlangt und erfüllt werden können, und grenzen die Leistungen zwischen Auftraggeber und ausführender Stelle ab.

Für die Herstellung von Luftbildarbeiten werden seitens des Ministeriums Beihilfen gewährt unter der Voraussetzung, daß gewisse Bedingungen einge-

halten werden. Es soll hierdurch die Verwertung des Luftbildes für die Beschaffung von Unterlagen, für Verbesserung, Berichtigung und Neuaufstellung des Kartenmaterials sowie für wirtschaftliche Planungs- und Ausführungsarbeiten angeregt werden. Weiter wird darauf hingewirkt, daß umfangreiche Flächen von regelmäßig rechteckiger Begrenzung möglichst im Ausmaß des entsprechenden Meßtischblattes aufgenommen werden. Um die Bestrebungen für die Vereinheitlichung des Planwesens zu fördern, soll bei der Herstellung der Luftbildpläne und Karten auf die Einhaltung des einheitlichen Maßstabes 1:5000 und des Planformats  $40 \times 40$  cm sowie auf die Einpassung in das Gauß-Krügersche Netz (Maßstab, Blattgröße und Gitternetz der topographischen Grundkarte des Deutschen Reiches 1:5000) hingewirkt werden.

Von den gefertigten Luftbildplänen und Karten ist ein Abzug an die Bildstelle des Preußischen Ministeriums für Handel und Gewerbe einzureichen, wo die Sammlung eines zentralen Luftbildarchivs angestrebt wird.

Die Bildstelle unter Leitung von Herrn Dr. Ing. Ewald dient der Förderung des Luftbildwesens. Sie erteilt Auskunft an Interessenten, hilft der wirtschaftlichen Werbung durch Vorträge und Bearbeitung von Ausstellungen und stellt das gefertigte Aufnahmematerial zur Einsichtnahme zur Verfügung. Insbesondere wird von ihr die Verwertung des Luftbildmaterials für Unterrichtszwecke bearbeitet.

#### Normung.

Der Fachnormenausschuß für Vermessungswesen befaßt sich seit zwei Jahren auch mit der Frage, inwieweit auf photogrammetrischem Gebiet gemeinsame einheitliche Richtlinien für Gerätebau und Material aufgestellt werden können. Es wurde zu diesem Zweck ein besonderer Arbeitsausschuß VI für Bildmessung gegründet, in dem namhafte Wissenschaftler, Praktiker, und die Geräte und Aufnahmematerial liefernden Firmen vertreten sind. Bisher wurden die Fragen der Plattenformate und -dicke, der Filmformate und -längen, der Filmperforation, der Filmspulen, der Meßmarkenanordnung und ihrer Formen, der Kassettenfalze, der Brennweiten, der Fassung von Filtern, Drehsinn der Kurbeln an den Auswertegeräten, Sorten und Ausmaße der Papiere usw. behandelt. Wenn man sich auch von vornherein darüber klar sein muß, daß einer so jungen Technik ohne Schaden für ihre gute Weiterentwicklung so wenig wie möglich Fesseln angelegt werden dürfen, so war es doch zweckmäßig, für eine ganze Reihe der vorher aufgeführten Punkte gewisse Richtlinien, Konstruktionsdaten und Abmessungen aufzustellen. Die Berichte über die bisherigen Sitzungen des Ausschusses sind in „Bildmessung und Luftbildwesen“ 1930, Heft 2, abgedruckt. In der gleichen Zeitschrift soll auch weiterhin über die Arbeiten berichtet bzw. die zur Norm erhobenen Beschlüsse veröffentlicht werden. Es wäre sehr zu begrüßen, wenn auch auf dem Züricher Kongreß die Vertreter der verschiedenen, insbesondere der Geräte bauenden Länder in Gedankenaustausch über Normungsfragen treten würden unter Anlehnung an die Bestimmungen der „International Standard Association“, ohne jedoch damit eine Bindung für die einzelnen Länder zu verknüpfen.

Nunmehr am Schlusse des Landesberichts angelangt, sei es mir vergönnt, auch mit ein paar Worten der Tätigkeit der „Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie“ kurz zu gedenken. Unter den seit 1926 in jedem Jahre im Herbst stattgehabten, mit Vorträgen und teilweise auch mit Ausstellungen verbundenen Tagungen ist wohl besonders die Hauptversammlung vom 19. und 20. Oktober 1928 in Berlin hervorzuheben. In Verbindung mit der zu gleicher Zeit in Berlin veranstalteten „Internationalen Luftfahrt-Ausstellung“ hatte die „Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie“ mit Unterstützung der Bildstelle des Preußischen Ministeriums für Handel und Gewerbe es übernommen, eine großzügige Ausstellung über Luftbildwesen und Luftbildmessung zu bearbeiten. In einheitlicher Zusammenfassung der Arbeiten aller im Luftbildwesen tätigen Behörden, wissenschaftlichen Instituten, Gesellschaften der bauenden Industrie und ausführenden Firmen sowie von Einzelpersonlichkeiten wurde hier ein Gesamtüberblick über das Gebiet des Luftbildwesens gegeben, wie er wohl an Umfang und Reichhaltigkeit bisher noch nicht geboten worden ist. Sowohl die Vorträge gelegentlich der Hauptversammlung als auch die Ausstellung selbst konnte sich eines außerordentlich lebhaften Besuchs vom In- und Auslande erfreuen. In ähnlicher Weise, wenn auch in kleinerem Ausmaße, wurden im vergangenen Jahre von der „Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie“ in Verbindung mit der Bildstelle des Preußischen Handelsministeriums gelegentlich der Tagung des „Deutschen Vereins für Vermessungswesen“ in Darmstadt (August 1929) ferner beim „Deutschen Geographentag“ in Magdeburg (Mai 1929), bei der „Deutschen Bildwoche“ (September 1929) und bei der Werbeausstellung des „Deutschen Luftfahrtverbandes“ (Oktober 1929) sowie der „Landeskulturausstellung Grüne Woche“ (Februar 1930) in Berlin Luftbildarbeiten und Geräte zur Schau gestellt. Auch die „Internationale Ausstellung“ in Barcelona (Mai bis Dezember 1929) wurde im Rahmen des „Reichsverbandes der Deutschen Luftfahrt“ beschickt.

Die Organisation der „Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie“ ist durch Gründung nachstehender Ortsgruppen wesentlich erweitert worden:

1. Gruppe Berlin, Leitung Regierungsrat Dr. Ing. Lüscher,
2. „ Bremen-Oldenburg, Leitung Dr. Röhns,
3. „ Dessau, Leitung Vermessungsrat Clausen,
4. „ Kassel, Leitung Stadtvermessungsrat Jäkel,
5. „ Rheinland, Leitung Dr. Sarnetzky, Essen,
6. „ Sachsen, Aerotopograph G. m. b. H., Dresden,
7. „ Schlesien, Leitung Dr. Feyer, Breslau,
8. „ Süddeutschland, Leitung Dipl. Ing. Böck, München,
9. „ Thüringen, Leitung Dipl. Ing. Schneider, Jena,
10. „ Westfalen, Leitung Vermessungsrat Stuchtey, Münster.

Die Gruppen veranstalteten regelmäßig Vorträge und Besichtigungen, über die jeweils in den verschiedenen Heften von „Bildmessung und Luftbildwesen“ berichtet wird und tragen damit wirkungsvoll zur Werbung und Verbreitung des photogrammetrischen Gedankens bei.



Auch möchte ich bei dieser Gelegenheit der treuen Mitarbeiter im Vorstande der „Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie“, der Herren Dr. Ewald, Regierungsrat Koerner, Architekt Unte und des Vertreters des Deutschen Vereins für Vermessungswesen, früher Herr Landmesser Mauve, jetzt Herr Vermessungsrat Böttcher, gedenken und darf mir wohl erlauben, auch an dieser Stelle den Genannten meinen und den verbindlichsten Dank aller Mitglieder der Gesellschaft auszusprechen. Es ist nicht zu verkennen, daß ihre Tätigkeit im Vorstande ganz wesentlich zur allgemeinen Förderung der Photogrammetrie nicht nur im Kreise der Wissenschaftler, sondern auch im Wirtschaftsleben beigetragen hat.

Der rege Anteil Deutschlands am Ausbau der photogrammetrischen Verfahren und Geräte findet auch besonders seinen Ausdruck in dem großen Interesse und der Anerkennung, die das Ausland allen Schöpfungen und Veranstaltungen Deutschlands auf diesem Gebiete entgegenbringt. Ein Interesse, das sich auch praktisch in den zahlreichen an ausländischen Instituten und Regierungsstellen im Betriebe befindlichen Apparaturen deutschen Ursprungs kundtut.

---

## The present position of Photogrammetry in England.

By T. S. A. Salt, Lieut. G. S.

The mapping of England has been carried out for more than a hundred years by the Government Survey Department known as the Ordnance Survey, with the result that the whole country, with the exception of some moorland areas, has been mapped on a scale of 1/2500, with levels defined by spot heights. A further complete series of maps on a scale of 1/10560 (6 inches to the mile) is published on which all contour lines have been determined instrumentally by water level and surveyed by chain. The revision of these maps is constantly carried out and the original is so accurate and complete that there is little need for any actual new survey, apart from the usual interpolatory methods of revision. The use of photogrammetry for either topographic or cadastral purposes in England therefore hardly arises, and accordingly the interest in such matters confines itself to methods suitable for either military or colonial purposes, and as such is investigated by the Geographical Section at the War Office.

For this purpose, most of the plotting machines in existence have from time to time been inspected with a view to considering their application to our special needs. They are, however, chiefly concerned with cadastral scales, and where any have been applied to topographical scales (e. g. at Bern) the closeness of the control found necessary entirely precludes the method for colonial survey purposes. Further, the time taken in setting and plotting and the whole-time use of a machine during that period renders the output of any one machine very slow. Speed can, in fact, only be achieved through increasing the number of machines and the capital cost of this procedure is prohibitive.

Now the plotting of a series of nearly vertical photographs on the assumption that angles from the principal point are equal to the horizontal angles between corresponding points on the ground (Hauptpunkt Triangulation) produces excellent topographic maps on a scale of 1/20,000, and the work, besides being for a pair of photographs quicker than a machine, is easily divided up among a number of draughtsmen, thereby further increasing the speed in the same proportion. Detail is plotted by interpolation between points intersected from the principal points. Tilts can in practice be relied upon to be less than  $2^\circ$  and on this assumption and considering as a standard the accuracy obtainable by ordinary draughtsmanship, a restriction is placed on the method which limits its application to country varying in relief by not more than 10% of the altitude of flight. Reduced tilts extend the limits of this restriction. Ground control for plan is required every 5 to 10 miles, while a network of ground heights is necessary at a rate of about 4 or 5 per square mile. Contours are interpolated in the Barr and Stroud Z. D. 4. Topographical Stereoscope which is, in fact, the only instrumental aid required. For this instrument a pair of grids are used consisting of a network of fine lines drawn on glass. In the same way as the floating marks in an ordinary stereoscopic instrument fuse to form a point image in space, these lines fuse to form the representation of a plane in space, and for purposes of measurement on this assumption must be cut to an accuracy of 1/500". The apparent slope of this plane to the true horizontal plane of the relief model is dependent on the departure from horizontal co-plane introduced by inclination of the air base and the tilt of each photograph forming the stereoscopic pair, but within the given height control, errors introduced by such an inclination are not cumulative and of no great account. Under these conditions the method is the simplest available and will always be used where the factors of time and cost in conjunction with the scale and purpose of the survey do not warrant a more elaborate procedure.

An extension of the method has been found useful for reconnaissance surveys in which ground control is limited to points at the ends of a ten mile strip. Any further height control that exists may be easily incorporated but methods have been evolved which enable a fairly accurate representation of the ground forms to be drawn from terminal data alone. For this purpose a stereoscope is required with screw movements and arrangements for making parallax measurements to 0.01 m. by differential movement of the pair of grids. This is provided by the Barr and Stroud Z. D. 7 Precise Model Topographical Stereoscope. In it a series of measurements of differences of parallax are taken between points along the strip, and the results adjusted in such a way that the errors introduced by tilts are all considerably reduced. As a reconnaissance map would normally be required at a somewhat smaller scale, subsequent reduction further reduces these errors. It is clear that whereas plan positions may be taken as plottably accurate, accuracy of contouring depends chiefly on the quality of the flying. With modern navigational instruments tilts may be reduced to very small quantities and this method therefore becomes

of more extended application. It is the most that can be done without the aid of expensive instruments and a very considerable increase in the cost of map production.

Now, the plotting of a series of photographs on the assumption that angles from the plumb point are very nearly equal to the horizontal angle between corresponding points on the ground (Nadirpunkt Triangulation) frees the above method from its limitations in the way of variation of ground relief, thereby producing a more extended application and greater accuracy in plan. Height control, however, remains a difficulty. To make the process fully practical, a machine is required which would serve the purpose of determining tilts for the marking up of plumb points and which would afford an easy means of interpolating spot heights, such control being extracted from the machine at the same speed as a batch of draughtsmen doing plumb point plotting. While being capable of dealing with photographs taken at any tilt, it would therefore be used primarily for vertical photographs taken in a strip with an overlap of 60%. Such a machine, the Fourcade stereogoniometer, has now been constructed by Messrs. Barr and Stroud of Glasgow, and the preliminary tests indicate that, combined with a computer and a batch of five draughtsmen, and using ground control equivalent to an ordinary secondary triangulation, a map on a scale of 1/20,000 should be produced at the rate of about 4 square miles per hour. This, therefore, brings the use of air survey for the first time well within the economic range for making accurate topographic maps in hitherto undeveloped territory. A brief description of the instrument and the method of application follows.

The Stereogoniometer, which has been constructed to the designs of Mr. H. G. Fourcade (Transactions of Royal Society of South Africa, Vol. XIV, Part I, 1926, and subsequent papers) consists essentially of a pair of cameras CC' in whose focal planes are placed the photographs under examination. The position of the photographs, and the lenses of the two cameras, can be adjusted to correspond with the camera in which the photographs were originally exposed. The photographs are observed through a fixed binocular telescope system T, provided with floating marks, the sighting rays being reflected into the camera objectives by two plane mirrors M and M'. In order that the different parts of the photographic field may be brought under examination, both cameras may be swung together about a horizontal axis PP' passing roughly through the front nodes of the two camera objectives and known as the Polar Axis. The Polar Axis is the instrumental counterpart of the base line joining the two camerastations at exposure. To bring different parts of the field in a horizontal direction under examination the mirror carriers are movable together in a direction parallel to PP'. At the same time the mirrors themselves are automatically rotated about vertical axes by the amount necessary to ensure that the perspective ray thro the point sighted is reflected along the fixed line of collimation of the telescope (see the dotted line in Figure 1). To vary the convergence of the sighting rays and thus alter the apparent stereoscopic depth of the photographic image in relation to the

floating marks, provision is made for a similar movement of the right hand mirror only.

In addition to these three observation movements, five setting movements are provided in order to bring the two photographs into correspondence, and thus into their correct positions relative to one another and to the base line. These movements are as follows:

- a) A movement of each photograph in its own plane about the plate perpendicular, known as *Position Angle*.
- b) A *Declination* movement of each camera consisting of a rotation about an axis perpendicular to the *Polar Axis* and carried by the polar rotation.
- c) A *Differential Polar Rotation* of the left hand camera only, about the *Polar Axis*.

As is inherent in the theory, observations on five points are necessary in order to eliminate „want of correspondence“ (*Höhenparallax*) over the whole

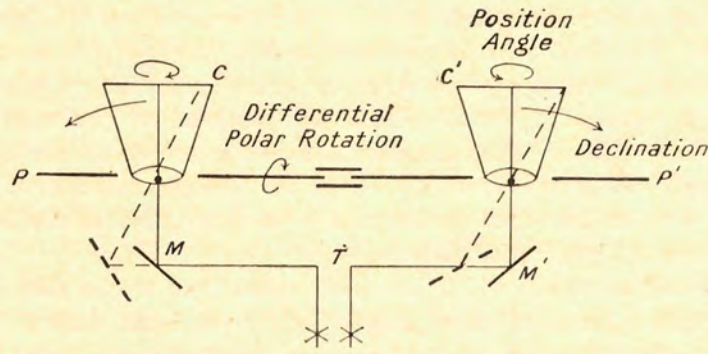


Fig. 1.

overlap. In this instrument the five necessary movements are related to the base line, and not, as in all Continental machines, to the horizontal. A degree of independence of each movement is thus obtained quite impossible in any other system, the immediate result being a quicker and more accurate setting in all cases, such as are normal, where the base line is inclined to the horizontal. As the number of mechanical movements are reduced owing to the simple design, the effects of wear are also reduced. Further, as the observation, or plotting movements are entirely distinct from the setting movements and have no effect on the previously established correspondence of the photographs, both trial and error are reduced to a minimum.

In the application of the Stereogoniometer to the setting of a pair of photographs, it is clear that, if positives are used, the geometrical properties of the instrument are such that the operator may consider himself viewing the perspective model from a point of view above the base line. All perspective conditions are therefore exactly as viewed direct, and there are no complications to hinder the understanding. If a point common to the pair of photographs is observed in the optical system, (that is to say the two images

are in coincidence with their respective floating marks) then the readings on the Declination circles which measure the amount of rotation of the mirrors, give the angles with the base line made at each air station by the respective rays to that point. A reading of the Polar Rotation is also taken, which, with reference to a chosen origin, establishes a Polar Bearing. If now a three dimensional system of air co-ordinates is chosen having an air station as origin, the air base as X axis, and the origin of Polar Bearings as Z axis, then these three angles may be used to establish the three air co-ordinates of the point observed in terms of the length of the air base.

By comparing the spatial distance between two points so obtained with the corresponding spatial distance between the points as obtained from ground control, the scale of the perspective model is determined. The height of an air station with reference to any control point can further be expressed in terms of the air co-ordinates of the point and the lateral and longitudinal level elements of the co-ordinate system. Observation on three well conditioned points then determines the three unknowns. Or alternatively, the air co-ordinate „Zenith distance“ of one control point from another can be compared with the true zenith distance, when two measured Zenith distances on the ground running roughly along and at right angles to the base line provide equations for establishing the two level elements. Levels can be carried along a strip by transferring the plumb line from one overlap to the next with a suitable correction for curvature of the earth. Base lengths are carried forward by vertical triangulation from points observed in the small 10% zone common to three successive photographs.

The amount of control necessary may vary therefore within wide limits. A base length and two angles of elevation, or the positions and heights of three points, determine all the factors relating to any single overlap, and should such data only occur in the overlaps at the ends of a strip some 10 to 20 miles long, then the results from the first overlap can be carried forward and the closing errors at the far end suitably adjusted along the strip. Single points at either end of a strip, such as the trig. points of an ordinary secondary triangulation, will furnish data for determining scale and longitudinal level but not lateral level. If, however, other strips have been flown along the other sides of the triangle, then the mutually intersecting overlaps obtained from each of the two strips at a trig. point furnish sufficient data to obtain from the forward level of one the lateral level of the other, the three strips forming a closed circuit. For reconnaissance purposes, such as for a proposed railway or road, a simple record of altitudes in the air will furnish data for a sufficiently accurate map, without any ground control at all. In general, whatever ground control exists may be utilised in the most efficient manner and there are no restrictions to hard and fast requirements. The best map from the existing data can always be quickly produced. Having adjusted the strip according to the available data, the plumb points of every photograph can be marked on them, and such intermediate height control as is required can be determined by a simple formula in terms of the adjusted height of the air

station, the air co-ordinates of the points, and the two components of tilt for that particular overlap.

It remains to consider the errors inherent in such a system of limited control. By setting every alternate pair in the machine in the reverse way so that the left photograph in the strip is set in the right goniometer in the machine, it is found that all sources of constant errors, except one, tend to cancel out and show no tendency to accumulate along the strip, so that the error at any stage should never be greater than that obtained on a single overlap multiplied by the square root of the number of overlaps. The one exception is that of errors arising from, or equivalent to, false zeros on the declination circles, which are equivalent to false forward tilts. These can however be adjusted from three-point terminal control data in such a way that not only are the terminal conditions rendered true but also the internal adjustment of the strip itself. The result is that at no stage of the intermediate overlaps, which are quite independent of any ground control, is there any error greater than that occurring in the adjustment of a single overlap to three point ground control and multiplied by the square root of the number of overlaps. These errors do not greatly exceed those inherent in any plotting machine as used with control on every overlap. Further, once this system of errors has been determined, the same figures may be used for the internal adjustment of a strip on single point terminal control, since the sources of error which are equivalent to false zeros on the declination circle are a constant function of the combined photographic and survey apparatus.

The plotting mechanism consists of direct translation of the three observation movements and is mechanically simple. Plotting is carried out by movement of the drawing pencil by hand, thereby avoiding the complications involved when the detail has to be followed by the simultaneous rotation of three wheels. Longitudinal tilt of the spatial model is adjusted by a tilt of the plotting table in the direction of the polar axis, while lateral tilt is allowed for by a zero adjustment of the polar rotation coupling. Heights may be read directly of the plotting table. With the aid of these plotting movements, various simpler semi-graphic methods may be used as a substitute for the above computations, or for more deliberate or larger scale surveys, the whole may be used as a plotting machine in the ordinary way.

The amount of height control required for plumb point plotting is the same as for principal point plotting and depends chiefly on the type of country and the quality of the flying, but will normally be about six points per overlap. With the smaller tilts now made possible by modern navigational instruments, the interpolation of contours by means of parallax grids working on paper prints can be done in the Barr and Stroud Topographical Stereoscope with considerable accuracy.

The goniometers are designed to take plates  $5'' \times 5''$  exposed in a camera with a wide angle lens of focal length  $5''$ . This angular field is wider than that of most lenses in normal use, and tends to increase the accuracy of the instrument by rendering small angular errors of less proportional value. Either

positives or negatives may be used, though in general negatives will be most suitable, the data for the computations being then altered from those previously described merely by suitable changes of sign. Experiments are being made in the use of films instead of plates, since the economic advantages are considerable and photographic organisation is simplified. A film has been found in which the random errors of shrinkage are confined within the necessary narrow limits. Uniform shrinkage during development can always be allowed for by a suitable decrease in principal distance in the goniometers, and errors introduced by a pressure plate can be eliminated in the subsequent adjustment of the strip. It thus seems probable that the use of film will be a practical method in the near future.

It will be seen, therefore, that the Fourcade Stereogoniometer not only serves as a plotting machine built on principles which entail a simpler construction than anything hitherto designed, but also brings air survey methods into many new fields to which, by virtue of its remarkable flexibility, it can be adapted. To be able to produce a map on a scale of 1/20,000 with no more ground control than an ordinary secondary triangulation is, without doubt, a considerable step forward, and in the development of any new country, a factor of prime importance.

## **Bericht der Sektion „Österreich“ der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie.**

Von Ing. Franz Winter.

Die Österreichische Gesellschaft für Photogrammetrie steht heute in ihrem 23. Vereinsjahr. Sie wurde am 5. März 1907 von Hofrat Prof. Dr. Eduard Doležal als erste wissenschaftliche Vereinigung dieser Art gegründet. Dank der hervorragenden wissenschaftlichen Autorität und unermüdlichen Tätigkeit ihres Gründers und dank der allgemeinen Verbreitung, die ihr im März 1908 zum ersten Male erschienenenes Organ „Das Internationale Archiv für Photogrammetrie“ gefunden hat, gewann die junge Vereinigung rasch an Ansehen in den fachlichen Kreisen aller Länder und konnte schon am 4. Juli 1910 in die „Internationale Gesellschaft für Photogrammetrie“ umgewandelt werden. „Österreich“ wurde ihre erste Sektion. Das durch den Krieg und die Kriegsfolgen vorübergehend ins Stocken geratene wissenschaftliche Leben der österreichischen Sektion, welche im Jahre 1928 wieder zur „Österr. Gesellschaft für Photogrammetrie“ geworden ist, wurde durch den glücklichen Gedanken des Hofrates Doležal, die Photogrammeter, Geometer und die Mitglieder des Vereines „Landkarte“ zu einer Arbeitsgemeinschaft zu vereinigen, zu neuer Entfaltung gebracht. Seit 1926 werden in der Winterperiode, wie in der Vorkriegszeit, allmonatlich mit Vorträgen verbundene Versammlungen abgehalten, die den Sammelpunkt des Lebens der Gesellschaft bilden und sich eines vorzüglichen Besuches erfreuten.

Seit der letzten Hauptversammlung der Internationalen Gesellschaft haben in der Österreichischen Gesellschaft folgende Vorträge stattgefunden:

- Am 21. I. 1927 vom Vermessungsrat Schöber aus Wien:  
Die terrestrische Stereophotogrammetrie im Dienste der Katastralneuaufnahme.
- Am 24. III. 1927 von Professor Dr. Dock aus Wien:  
Stereophotogrammetrie für Zwecke der Forstvermessung.
- Am 19. I. 1928 von Zivilingenieur Dr. Wodera:  
Photogrammetrische Arbeiten für forstliche Zwecke.
- Am 22. III. 1928 von Professor Dr. Hegershoff aus Dresden:  
Charakteristische Einzelheiten im optischen und mechanischen Aufbau neuer Dresdner Geräte.
- Am 25. I. 1929 vom akad. Maler Rohn aus Wien:  
Die kartographische Tätigkeit des D. u. Ö. Alpenvereines.
- Am 25. II. 1929 von Zivilingenieur Dr. Wodera:  
Bericht über die bei der Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie in Berlin am 19. und 20. Oktober 1928 gehaltenen wissenschaftlichen Vorträge.
- Am 23. I. 1930 von Oberst a. D. Kruttschnitt, Direktor des kgl. ungar. kartograph. Institutes in Budapest:  
Ergebnisse der Photogrammetrie in Ungarn.
- Am 10. II. 1930 von Oberingenieur Slavik, Direktor des Aerokartographischen Institutes in Breslau:  
Voraussetzungen für kleinmaßstäbliche Luftbildmessung.

In der Berichtszeit wurden 12 Ausschußsitzungen und 3 Hauptversammlungen abgehalten.

Die Hauptversammlung am 21. Jänner 1927 hat Hofrat Prof. Dr. Eduard Doležal und Exzellenz Dr. Frhr. v. Hübl zu Ehrenmitgliedern ernannt. Der Sektion Österreich gehören mit Ende 1929 an:

61	Mitglieder aus Österreich,
2	„ „ Bolivien,
2	„ „ Brasilien,
3	„ „ Bulgarien,
1	„ „ China,
7	„ „ Rumänien,
3	„ „ Spanien und
3	„ „ der Tschechoslov. Republik.

Die Arbeiten der Mitglieder der Sektion und des Bundesvermessungsamtes auf den Gebieten der Vermessungsarbeiten mit Hilfe des Lichtbildes gehen aus dem folgenden Bericht hervor.

### Bundesstaatlicher Vermessungsdienst.

Die terrestrische Photogrammetrie und Stereophotogrammetrie finden im bundesstaatlichen Vermessungsdienst ihre vornehmliche Verwendung für die



Zwecke des Grundkatasters, zur Schaffung der technischen Unterlagen zur Ausführung agrarischer Operationen sowie für die topographische Landesaufnahme.

### **I. Stereophotogrammetrie im Dienste der Katastralvermessung.**

Die Erneuerung der mehr als hundertjährigen Pläne der Katastralaufnahme erfolgt für ganze oder für Teile von Gemeinden und beschränkt sich demalen fast ausschließlich auf Städte und ihrer zur Verbauung bestimmten Umgebung, zur Schaffung der Grundlagen zur Herstellung von Verbauungs- und Regulierungsplänen, für welche das Maßverhältnis der bestehenden Fortführungsmappen 1 : 2880 nicht ausreicht.

Die Kosten der Neuvermessung werden in der Regel zu gleichen Teilen vom Staate und den Gemeinden getragen, wobei die Beitragsleistungen der letzteren, durch die Beistellung der erforderlichen Meßhilfen und Transportmittel, dann des Materials zur Errichtung und Festlegung der Triangulierungs- und Polygonpunkte sowie der Kanzleiräume, teils in Naturalleistungen teils in Bargeld bestehen.

Sämtliche Originalaufnahmergebnisse, wie Feldbücher, Feldskizzen, Urpläne, Photoplatten usw., bleiben uneingeschränktes Eigentum des Bundes, während den Gemeinden lediglich der Anspruch auf Abschriften und Kopien eingeräumt wird.

Die Anwendung der Stereophotogrammetrie erstreckt sich auf zwei Hauptaufgaben:

1. Auf die Ausstattung der im Wege der Neuvermessung in dem Maßverhältnisse 1 : 1000 oder 1 : 2000 hergestellten neuen Katastralmappen mit Schichtenlinien, und zwar je nach dem Gelände in Abständen bis zu 1 m und
2. auf die Herstellung der Grundlagen zur Ausführung katastraler Neuaufnahmen.

### **Höhenlinienaufnahmen für katastrale Neuvermessungen.**

Die Grundlagen für die Herstellung der Schichtenpläne für Katastralpläne mit Hilfe der Stereophotogrammetrie bilden das trigonometrische und das Polygonnetz der nach der Polygonalmethode vermessenen Gebiete.

Die Genauigkeit der Lage und Höhe der Stereostandpunkte entspricht daher im allgemeinen jener der trigonometrischen Grundlage, die Genauigkeit der mit Hilfe der Lichtbilder bestimmten Punkte beträgt im Mittel  $\pm 10$  cm Verschiebung seitlich zur Richtung,  $\pm 16$  cm in der Entfernung und  $\pm 6$  cm in der Höhe.

Die Stereoaufnahme erfolgt im Anschluß an die Detailvermessung.

Die autogrammetrische Kartierung erfolgt auf Kopien der Originalkatasterpläne der Neuaufnahme. Die Kopien werden im Wege des Flachdruckes im Durchleuchtungsverfahren in blauer Farbe hergestellt.

Die durch nicht eingesehene Räume entstehenden Lücken der Stereoaufnahme werden mit Hilfe tachymetrischer Ergänzungsmessungen geschlossen.

Die Herstellung der Druckmatrizen erfolgt mit Rücksicht auf den Blatteingang derart, daß die Schichtenlinien partienweise, mit genauer Anpassung an das Lineament der Originalaufnahmsblätter der Polygonalvermessung, in diese übertragen werden.

Hierauf wird der Inhalt der mit Schichtenlinien ergänzten Originalblätter im Durchleuchtungsverfahren auf Aluminiumplatten übertragen. Mittels Gravur werden zwei Druckplatten hergestellt, eine mit dem Höhenschichtenplan und eine mit dem Katasterlineament.

Mit Hilfe dieser beiden maßgleichen Druckplatten können nunmehr Fortführungspläne mit und ohne Schichtenlinien hergestellt werden.

In den Jahren 1927 bis 1929 wurden folgende, nach der Polygonal-(Theodolit-) Methode neuvermessene Gebiete mit Schichtenlinien ausgestattet:

#### **1. Gemeinde Hollabrunn in Niederösterreich.**

Aufnahme für Stadtregulierungszwecke, 1600 ha,  
Schichtenabstand 1 m.

44 Blätter im Maßverhältnis 1 : 1000 (Zeichenfläche 13·6 m<sup>2</sup>).

Flachwelliges, wenig gegliedertes Hügelland in mittlerer Meereshöhe von 240 m mit örtlichen Höhenunterschieden bis 40 m. Die Bodenbedeckung besteht aus 75% Äcker, 5% Wiesen und Weiden, 10% Weingärten und 10% Waldungen.

9 Blätter im Maßverhältnis 1 : 2000 (Zeichenfläche 2·8 m<sup>2</sup>).

Reichgegliedertes Hügelland mit örtlichen Höhenunterschieden bis 60 m.

Die Bodenbedeckung besteht aus 25% Äcker, 15% Wiesen und Weiden, 45% Weingärten und 15% Waldungen.

Hiezu waren erforderlich:

87 Stereostandpunkte mit  
207 Plattenpaaren und  
320 photogrammetrisch bestimmte Zeichen.

#### **2. Teile der Katastralgemeinde Ranzenbach in Niederösterreich.**

Aufnahme für Siedlungszwecke, 52 ha,  
Schichtenabstand 1 m.

Wenig gegliedertes Hügelland in mittlerer Meereshöhe von 420 m mit örtlichen Höhenunterschieden bis zu 80 m.

Die Bodenbedeckung besteht aus 75% Wiesen und Weiden und 25% Waldungen.

1 Blatt im Maßverhältnis 1 : 1000 (Zeichenfläche 0·3 m<sup>2</sup>).

Hiezu waren erforderlich:

7 Stereostandpunkte mit  
10 Plattenpaaren und  
324 photogrammetrisch bestimmte Zeichen.

### 3. Ortsgemeinde Mariazell in Steiermark.

Aufnahme zur Aufstellung eines Verbauungsplanes, 250 ha,  
Schichtenabstand 1 m.

Bergland mit Hochflächen und tiefen Einschnitten in einer mittleren Meereshöhe von 880 m und örtlichen Höhenunterschieden bis zu 450 m.

Die Bodenbedeckung besteht aus 15% Äcker, 35% Wiesen und Weiden und 50% Waldungen.

34 Blätter im Maßverhältnis 1 : 1000 (Zeichenfläche 10·5 m<sup>2</sup>).

Hiezu waren erforderlich:

23 Stereostandpunkte mit

62 Plattenpaaren und

114 photogrammetrisch bestimmte Zeichen.

### 4. Ortsgemeinden Donawitz und Leitendorf in Steiermark.

Aufnahme für Verbauungszwecke, 1250 ha,  
Schichtenabstand 1 m.

Reich gegliedertes Bergland in mittlerer Meereshöhe von 600 m mit örtlichen Höhenunterschieden bis zu 400 m.

Die Bodenbedeckung besteht aus 15% Äcker, 25% Wiesen und Weiden und 60% Waldungen.

59 Blätter im Maßverhältnis 1:1000 (Zeichenfläche 18·3 m<sup>2</sup>).

Hiezu waren erforderlich:

36 Stereostandpunkte mit

114 Plattenpaaren und

138 photogrammetrisch bestimmte Zeichen.

### Die Stereophotogrammetrie zur Schaffung der Grundlagen zur Ausführung von Neuaufnahmen für Katasterzwecke

besteht in der Bestimmung von Festpunkten entlang der zu vermessenden Grenzlinien. Die Stereophotogrammetrie tritt hier an Stelle der ursprünglichen Meßtischmethode und findet, entsprechend der Genauigkeit dieser Methode, ihr Arbeitsgebiet in den Regionen des Hochgebirges zur Vermessung der Waldungen auf den Steilhängen, der Alpen und Weiden sowie der ertraglosen Gebiete, also in der Regel von Flächen mit geringem Bodenwert, mehr oder weniger unsicheren oder schwer bezeichnbaren Grenzlinien, für deren planliche Darstellung der Maßstab 1:4000 bzw. 1:5000 für den bezeichneten Zweck ausreicht.

Der Stereoaufnahme wird eine Neutriangulierung zugrunde gelegt.

Die aufzunehmenden Grenzlinien werden kommissionell begangen, sodann vermarktet und entweder zentrisch oder exzentrisch für die Stereoaufnahme zweckentsprechend bezeichnet.

Die Lage der Stereostandpunkte und photogrammetrischen Hilfspunkte wird von den Triangulierungspunkten abgeleitet und zum Ausgleich der Beobachtungsfehler die Methode der kleinsten Quadrate herangezogen.

Die Stereostandpunkte werden so gewählt, daß alle durch Zeichen ersichtlich gemachten Neupunkte von mindestens zwei Stereostandpunkten aus bestimmt werden können.

Die Kartierung erfolgt auf einem mit einem Hektarnetz versehenen Zeichenpapier.

Die Ermittlung der Koordinaten der bezeichneten Neupunkte erfolgt durch Abschieben der Ordinaten und Abszissen innerhalb der Hektarnetzquadrate.

In der Berichtszeit sind folgende Arbeiten ausgeführt worden:

### 1. Katastralgemeinde Eben am Achensee in Tirol.

Aufnahme zum Zwecke der Aufteilung von gemeinsamem Waldbesitz, 870 ha, Hochgebirgshänge in einer mittleren Meereshöhe von 1400 m und mit örtlichen Höhenunterschieden bis zu 1000 m.

Die Bodenbedeckung besteht aus 5% Wiesen und Weiden, 5% Felsgestein und 90% Waldungen.

9 Blätter im Maßverhältnis 1:2880 (Zeichenfläche 2·3 m<sup>2</sup>).

Hiezu waren erforderlich:

37 Stereostandpunkte mit

75 Plattenpaaren und

622 photogrammetrisch bestimmte Zeichen.

### 2. Neuvermessung des Stilluptales in der Gemeinde Maierhofen in Tirol.

Aufnahme zur Anlage eines Grundbuches, 7404 ha,

Hochgebirge in mittlerer Meereshöhe von 2000 m mit örtlichen Höhenunterschieden bis zu 1500 m.

Die Bodenbedeckung besteht aus 30% Wiesen und Weiden, 40% Felsgestein und 30% Waldungen.

28 Blätter im Maßverhältnis 1:4000 (Zeichenfläche 8·7 m<sup>2</sup>).

Hiezu waren erforderlich:

75 Stereostandpunkte mit

265 Plattenpaaren und

514 photogrammetrisch bestimmte Zeichen.

### 3. Aufnahme der Grenze der Gemeinde Tux in Tirol zwischen Gamskaarspitz und Olperer.

Länge des Grenzverlaufes 9<sup>1</sup>/<sub>2</sub> km in durchschnittlicher Meereshöhe von 2870 m.

Aufnahme für Grenzfeststellungszwecke.

Hiezu waren erforderlich:

8 Stereostandpunkte mit

22 Plattenpaaren und

19 photogrammetrisch bestimmte Zeichen.

Für Katasterzwecke wurden sohin in der Berichtszeit insgesamt 11.426 ha vermessen, wozu 273 Stereostandpunkte mit 755 Plattenpaaren erforderlich waren.

Auf einen Stereostandpunkt entfielen im Durchschnitt 3 Aufnahmsrichtungen, auf eine Aufnahmsrichtung 55 photogrammetrisch bestimmte Grenzzeichen und 42 ha Fläche.

## II. Stereophotogrammetrie zur Schaffung der technischen Unterlagen zur Ausführung agrarischer Operationen.

Die Anwendung beschränkt sich wie im vorhergehenden Abschnitt zumeist auf Hochgebirgsgelände. Die Vermessungsarbeiten werden über Antrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft in Zusammenarbeit mit den zuständigen Agrarbezirksbehörden in der Weise durchgeführt, daß den Agraringenieuren die kommissionelle Feststellung der alten und neuen Grenzlinien sowie die gesamten Verhandlungen mit den Grundeigentümern obliegen und die Vermessungsingenieure lediglich die grundlegenden Vermessungsarbeiten, in erster Linie die Triangulation und die Stereoaufnahme, durchzuführen haben.

Die Kosten der Vermessungsarbeiten werden teils vom Bundesamt teils von den an der agrarischen Operation interessierten Grundbesitzern aufgebracht.

Die den Agrarbehörden vom Bundesamte zur Verfügung gestellten Aufnahmesergebnisse sind die Koordinaten der Triangulierungspunkte und der photogrammetrischen Zeichen, handgezeichnete Kopien von den Ergebnissen der autogrammetrischen Kartierung im Maßverhältnis 1:4000 und das auf das gleiche Maßverhältnis gebrachte Lineament der Fortführungsmappen sowie die Lichtbilder der Stereoaufnahmen mit den eingezeichneten photogrammetrisch bestimmten Zeichen und Linien.

Die Stereoaufnahme beruht wieder auf einer Neutriangulierung.

Die Sichtbarmachung der Grenzpunkte erfolgt mit Rücksicht auf die Anforderungen der Photogrammetrie durch den Vermessungsingenieur entweder mittels einfacher, zur Aufnahmsrichtung senkrecht oder über Kreuz gestellten doppelten Zeichentafeln.

Diese Zeichen werden aus schmalen, weiß gestrichenen Brettchen hergestellt, die mittels weichem Draht zu Tafeln in der Größe  $80 \times 100$  cm verbunden werden.

Die Vorteile solcher Zieltafeln sind in erster Reihe ihre Billigkeit und leichte Fortbringungsmöglichkeit bis zur Bedarfsstelle.

Die Anbringung der Tafel erfolgt in den meisten Fällen an Bäumen, die sich auf oder in der Nähe der aufzunehmenden Grenzpunkte oder Grenzlinien befinden. Ihre Zentrierung in bezug auf vermarkte Grenzpunkte erfolgt im Zuge der Errichtung.

Die Auswahl der Stereostandpunkte geschieht derart, daß alle bezeichneten Neupunkte und Grenzlinien wenigstens aus zwei Stereogrammen bestimmt werden können.

Die Bestimmung der Lage und Höhe der Stereostandpunkte erfolgt mit dem Theodolit, auf Grundlage eines trigonometrischen Netzes IV. Ordnung.

Die autogrammetrische Kartierung wird auf einem mit einem Hektarquadratnetz versehenen Zeichenblatt durchgeführt.

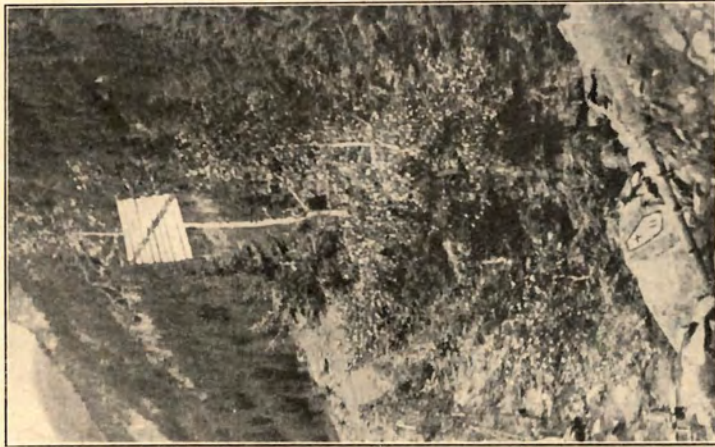


Fig. 3.

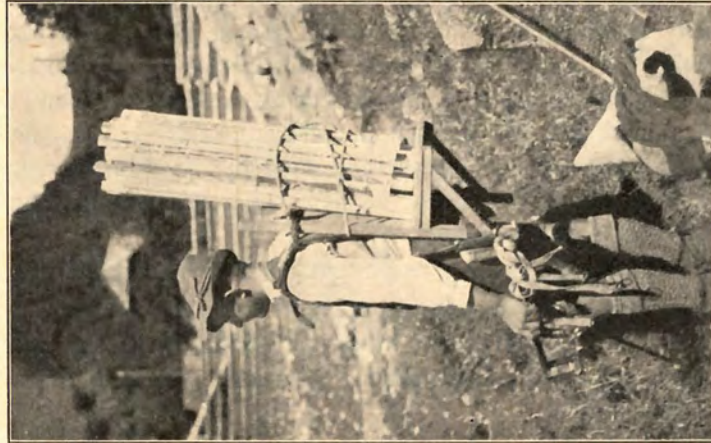


Fig. 2.

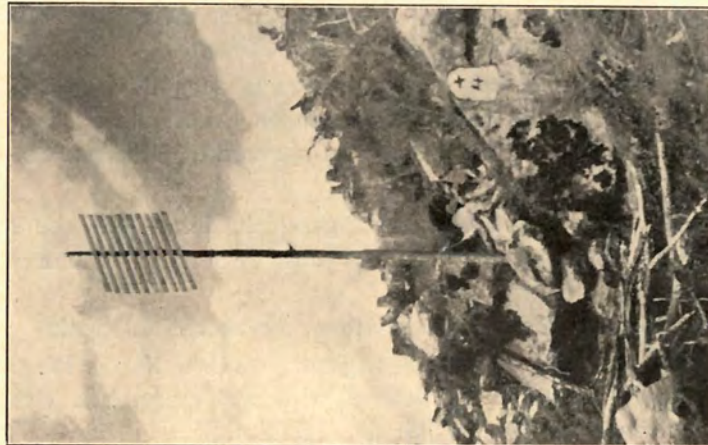


Fig. 1.

Die Konstruktion der Neupunkte erfolgt mit Hilfe des Stereoautographen aus Sichtrayonen und Entfernungsabschnitten und mindestens aus vier Bestimmungsstücken, so daß eine mittlere Lagegenauigkeit von etwa  $\frac{1}{10}$  mm erreicht wird.

Die Ableitung der Koordinaten stereophotogrammetrisch bestimmter Punkte erfolgt durch Abschieben der Ordinaten und Abszissen von den Randlinien der die Neupunkte umschließenden Hektarnetzquadrate.

Die autographische Darstellung enthält innerhalb des Hektarnetzes die trigonometrisch und photogrammetrisch bestimmten Neupunkte, alle neuen Grenzpunkte und Grenzlinien und alle für die agrartechnischen Arbeiten notwendigen, von den Lichtbildern abnehmbaren Darstellungen betreffend die Bodenbedeckung und die Formen des Geländes, und zwar mit 10 m bzw. 1 m Schichtenlinienabstand, je nachdem die Kartierung in dem Maßverhältnis 1:4000 oder 1:5000 bzw. 1:1000 oder 1:2000 durchgeführt wurde.

In der Berichtszeit sind folgende Arbeiten ausgeführt worden:

#### 1. In der Gemeinde Schwarzenberg in Vorarlberg.

Stereoaufnahme von 250 ha zur Durchführung von Zusammenlegungen (Flurbereinigung).

Hochfläche mit aufgesetztem Bergland in mittlerer Meereshöhe von 800 m mit örtlichen Höhenunterschieden bis zu 200 m.

Die Bodenbedeckung besteht aus 80% Wiesen und Weiden und 20% Waldungen.

8 Blätter im Maßverhältnis 1:1000 (Zeichenfläche 2·8 m<sup>2</sup>).

Hiezu waren erforderlich:

36 Stereostandpunkte mit  
74 Plattenpaaren,  
238 photogrammetrisch bestimmte Zeichen und  
3500 „ „ Messungspunkte.

#### 2. Teile der Gemeinden Göss, Malta und Maltaberg in Kärnten.

Stereoaufnahme von 7500 ha zur Durchführung von Servituts-, Weide- und Waldregulierungen.

Hochgebirge in mittlerer Meereshöhe von 2600 m, mit örtlichen Höhenunterschieden bis zu 1700 m.

Die Bodenbedeckung besteht aus 10% Wiesen und Weiden, 10% Fels-  
gestein und 80% Waldungen.

14 Blätter im Maßverhältnis 1:5000 (Zeichenfläche 6·4 m<sup>2</sup>).

Abstand der Schichtenlinien 10 m.

Hiezu waren erforderlich:

58 Stereostandpunkte mit  
194 Plattenpaaren und  
1161 photogrammetrisch bestimmte Zeichen.

### 3. Teile der Gemeinden Ramingstein, Thomantal und Bundschuh in Salzburg.

Stereoaufnahme von 4950 ha zur Durchführung von Servituts-, Weide- und Waldbesitzregulierungen.

Mittelgebirge in mittlerer Seehöhe von 1300 m mit örtlichen Höhenunterschieden bis zu 1000 m.

Die Bodenbedeckung besteht aus 10% Wiesen und Weiden und 90% Waldungen.

16 Blätter im Maßverhältnis 1:4000 (Zeichenfläche 5·7 m<sup>2</sup>).

Abstand der Schichtenlinien 10 m.

Hiezu waren erforderlich:

61 Stereo- und 12 Photostandpunkte mit

157 Plattenpaaren und

1252 photogrammetrisch bestimmte Zeichen.

Für die Zwecke der agrarischen Operationen wurden sohin in der Betriebszeit insgesamt 12.700 ha vermessen, wozu 155 Stereo- und 12 Photostandpunkte mit 425 Plattenpaaren erforderlich waren.

Auf einen Stereostandpunkt entfielen im Durchschnitt 3 Aufnahmsrichtungen, auf eine Aufnahmsrichtung 41 photogrammetrisch bestimmte Zeichen und 82 ha Fläche.

### III. Die Stereophotogrammetrie im Dienste der topographischen Landesaufnahme.

Die dritte topographische Landesaufnahme der bestandenen Österreichisch-ungarischen Monarchie, deren Ergebnis die im Maßverhältnis 1:75.000 in Schwarzdruck herausgegebene Spezialkarte mit der Darstellung der Geländeformen nach der Schraffenmethode bildet, wurde in den Jahren 1869 bis 1889 durchgeführt. Im Jahre 1895 wurde mit der Erneuerung des alten Kartenwerkes begonnen und zur Durchführung der vierten, als Präzisionsaufnahme bezeichneten Landesaufnahme verbesserte Aufnahmsmethoden und im geringen Umfange auch schon die Photogrammetrie herangezogen.

Die vierte topographische Landesaufnahme, von der nur etwas mehr als 4300 km<sup>2</sup> auf das Gebiet der heutigen Republik Österreich entfallen, wurde durch den Ausbruch des Weltkrieges zum Stillstand gebracht und das Bundesvermessungsamt bei seiner im Jahre 1921 erfolgten Gründung vor die Aufgabe gestellt, die Erneuerung des veralteten Kartenwerkes fortzusetzen und das Grundmaterial für ein Kartenwerk zu schaffen, das in gleicher Weise den Bedürfnissen aller Zweige der Verwaltung und Wissenschaft, der Landesverteidigung und Volkswirtschaft gerecht wird.

Dieses Ziel sollte in erster Reihe durch die Inangriffnahme einer auf dem bestehenden Gradmessungsnetz gegründeten Neutriangulierung I. bis IV. Netzordnung, durch die Verwendung von für topographische Zwecke besonders geeigneten Meßinstrumenten und endlich durch ausgedehnte Anwendung der Stereophotogrammetrie erreicht werden.

Unter Mitwirkung des Österreichischen Beirates für Vermessungswesen wurde beschlossen, die neue amtliche Karte im Maßverhältnis 1:50.000 als reine



„Schichtenlinienkarte“ in Mehrfarbendruck unter dem Namen „Österreichische Karte“ herauszugeben.

Die Vermessungsarbeiten im Gelände werden von den Beamten des Bundesvermessungsamtes ausgeführt, die Reinzeichnung der Feldarbeitsergebnisse, Druck und Vervielfältigung obliegt dem Kartographischen — früher Militärgeographischen Institut in Wien.

Die der topographischen Landesaufnahme vorausgehende Stereovermessung wird auf Grund eines auf einige Jahre voraus erstellten Arbeitsprogrammes ausgeführt, das in erster Linie auf den Kartenbedarf für Touristik und Fremdenverkehr Rücksicht nimmt.

Die geodätische Grundlage für die Stereoaufnahme bildet ein trigonometrisches Netz IV. Ordnung, von dem die Lage und Höhe der Stereostandpunkte und aller übrigen photogrammetrischen Meß- und Hilfspunkte auf trigonometrischem Wege abgeleitet werden. Die Stereostand- und sonstigen Meßpunkte werden im Gelände dauernd festgelegt und beschrieben und bilden im Hinblick auf ihre genaue Bestimmung für den Topographen eine wertvolle Ergänzung des trigonometrischen Netzes.

Die Inangriffnahme der Stereovermessung erfolgt auf Grund eines an Hand der vorhandenen alten Kartenwerke aufgestellten Arbeitsplanes, der eine geschlossene Aufnahme von 75 bis 90 von Hundert des Aufnahmegebietes vorsieht.

Für stark gegliedertes Gelände erfolgt die autogrammetrische Kartierung im Maßverhältnis 1 : 12.500, in photogrammetrisch günstigem Hochgebirgsgelände im Maßverhältnis 1 : 25.000.

Im ersteren Falle wird das Kartierungsergebnis für die Zwecke der Landesaufnahme photolithographisch auf das Maßverhältnis 1 : 25.000 verkleinert.

In den Jahren 1927 bis 1929 wurden folgende Arbeiten ausgeführt:

Arbeitsgebiet	Gelände- beschaffen- heit	Stereo- standpunkte	Plattenpaare	Photogram- metrisch bestimmte Neupunkte und Meßpunkte	Fläche in km <sup>2</sup>
Lienz . . . . .	Hochgebirge	46	118	109	550
Matrei, Osttirol . . .	"	24	85	64	207
Großglockner . . . .	"	32	120	48	276
Osttirol . . . . .	"	42	119	73	461
Mölltal . . . . .	"	28	88	72	261
Brenner . . . . .	"	90	248	184	795
Kreuzeckgruppe . . .	"	80	215	117	744
Radstadt . . . . .	Mittelgebirge	17	42	53	96
Lunz . . . . .	Bergland	58	157	88	280
Mariazell, Umgebung	"	57	134	136	228
Schneeberg, N.-Ö. . .	Karstgelände	55	138	54	230

Für die Zwecke der topographischen Landesaufnahme wurden sohin in der Berichtszeit insgesamt 4128 km<sup>2</sup> für 61 Aufnahmeblätter (Zeichenfläche 11 m<sup>2</sup>) vermessen, wozu 529 Stereostandpunkte mit 1464 Plattenpaaren und 1025 photographisch bestimmte Hilfspunkte erforderlich waren.

Auf einen Stereostandpunkt entfielen im Durchschnitt 3 Aufnahmsrichtungen, auf eine Aufnahmsrichtung außer den trigonometrischen Punkten etwa 1 photographisch bestimmter Hilfspunkt und rund 2·8 km<sup>2</sup> Fläche.

#### IV. Stereophotogrammetrie für besondere Zwecke.

In der Berichtszeit fiel dem Bundesamte die Aufgabe zu, die Durchhänge des Trag- und Schleppseiles einer Donaufähre zu bestimmen bzw. die Raumkurven zu ermitteln, welche die Seile bei verschiedenen Belastungen und Stellungen des Fährbootes zur Stromrichtung einnehmen.

Als Grundlage zur Ausführung der photographischen Aufnahme wurde ein örtliches, kleines Triangulierungsnetz entwickelt und zu diesem Zwecke an beiden Donaufern je eine Basis von 121 m bzw. 176 m Länge gemessen.

Zur Winkelmessung wurde ein Universaltheodolit der Firma Wild in Herbrugg verwendet.

Die Messung der Grundlinien erfolgte mit einem breiten Stahlband, dessen Länge am Komparator des Bundesamtes ermittelt und überprüft wurde.

Die längste Seite des Triangulierungsnetzes betrug etwa 387 m, die kürzeste etwa 49 m.

In das Netz wurden einbezogen:

1. Die photographischen Standpunkte auf dem Lande,
2. die Auflagepunkte des Drahtseiles,
3. Trigonometern 39 und Heimstein 128 der Stromvermessung,
4. zwei Punkte zur Bestimmung der Lage, eines von der Strombauleitung aufgenommenen Querprofils des Stromes.

Die Stereoaufnahmen wurden gleichzeitig von drei Standpunkten aus durchgeführt. Zwei Standpunkte wurden an den Ufern der Donau derart ausgewählt, daß ihre Verbindungslinie im Abstand von etwa 270 m parallel zum Tragseil verlief; der dritte Standpunkt wurde, — so weit dies durchführbar war, — in der Verlängerung der Richtung des Tragseiles errichtet.

Die Gleichzeitigkeit der Belichtung der Aufnahmeplatten wurde durch vom Fährboot gegebene Fahnenzeichen zu erreichen getrachtet, was bei fünf Aufnahmen, ersichtlich an den mitphotographierten Fahnenstellungen, vollkommen gelang.

Die Hauptlagen der Gleitrolle am Tragseil wurden überdies, synchron mit den photographischen Aufnahmen von einem trigonometrisch bestimmten Punkt aus geschnitten, der neben dem rechten Seilträger gewählt wurde.

Gleichfalls mit dem Theodolit wurden die Bewegungen der Auflagepunkte des Drahtseiles bei verschiedener Beanspruchung beobachtet und zwar sowohl in der Stromrichtung als auch senkrecht dazu.

Die Kartierung der Aufnahmeergebnisse erfolgte für die Horizontalprojektion im Maßverhältnis 1:500, für die Vertikalprojektion im Maßverhältnis 1:100.

Zur Bestimmung von 138 Seilpunkten waren auf 4 Stereostandpunkten 20 Plattenpaare erforderlich.

Diese Stereoaufnahme hatte den Zweck, die von Dr. techn. Ing. Franz Skrobánek zur Berechnung von Seilföhren aufgestellten Formeln zu überprüfen. Die Ergebnisse sind in den Jahrgängen 1928 und 1930 der Zeitschrift des „Österr. Ingenieur- und Architektenvereines“ veröffentlicht worden.

### V. Aerophotogrammetrie.

Mangels eines Flugzeuges konnten aerophotogrammetrische Vermessungen in Österreich erst im Jahre 1928 wieder begonnen werden.

Dieser Umstand wurde jedoch mit Rücksicht auf die österreichischen Verhältnisse weder als fühlbarer Mangel noch als Rückständigkeit empfunden.

Österreich ist vornehmlich ein Berg- und Hochgebirgsland mit zur Anwendung der terrestrischen Photogrammetrie gut geeignetem Gelände. Außerdem besitzt Österreich aus der Vorkriegszeit zwei Zeiß-Orelsehe Stereoautographen, deren volle Ausnützung als ein wirtschaftliches Gebot erscheint und die Anschaffung eines Auswertgerätes für Aerophotogrammetrie, mit Rücksicht auf die finanzielle Auswirkung, bislang als nicht unbedingt erforderlich erscheinen ließ.

Aus diesen Gründen beschränkt sich die Aerophotogrammetrie dermalen nur auf die Herstellung von Luftbildplänen für ebenes und auf Luftbildskizzen für gebirgiges Gelände ohne Höhendarstellungen.

Die Aufnahmen dienen vornehmlich topographischen Zwecken zur Gewinnung von Material zur Evidenthaltung der alten amtlichen Kartenwerke und von Behelfen für topographische Neuaufnahmen, namentlich bezüglich der von der terrestrischen Photogrammetrie nicht erfaßten Gebiete. Zu diesem Zwecke werden die Luftaufnahmen von Berg- und Gebirgsland aus nicht entzerrten Lichtbildern für gleichartiges und in annähernd gleicher Höhe aufgenommenes Gelände zu Luftbildskizzen zusammengestellt und dem Topographen Luftaufnahmen mit stereoskopischer Wirkung zur Betrachtung der Höhenverhältnisse zur Verfügung gestellt.

Die Entzerrung der Luftbilder wird im Maßverhältnis 1:4000 durchgeführt.

Als Grundlage hierfür werden die auf das bezeichnete Maßverhältnis verkleinerten Pläne des Grundkatasters herangezogen, die so zahlreiche Einpaßpunkte liefern, daß nur in seltenen Fällen Einpaßpunkte besonders geschaffen werden müssen.

Dieser Vorgang zeichnet sich durch außerordentliche Billigkeit bei hinreichender Genauigkeit aus.

Das Flugzeug zur Durchführung der Aufnahmen wird fallweise von der Österreichischen Luftverkehrs-A. G. entlehnt.

Die Aufnahmegeräte sind eine Reihenbildermeßkamera für Filme von Zeiß und eine Handmeßkamera von Heyde für Platten- und Filmwechsellkassetten.

Zur Verarbeitung der Spezialfliegerfilme Zeiß-Ikon steht eine Correx-Entwicklungseinrichtung zur Verfügung; zur Entzerrung wird das Entzerrungsgerät von Hegershoff verwendet, mit einer Leistung von 16 Entzerrungen in 7 Arbeitsstunden.

Als Papiermaterial wird die heimische Marke „Kilophot“ mit Erfolg verwendet. Die vom Bundesamt in der Berichtszeit ausgeführten Arbeiten enthält die folgende Tabelle:

Aufnahmegebiet	Zahl der Aufnahmen	Überdeckung von Hundert	Fläche km <sup>2</sup>	Maßverhältnis
Wien, Nordost . . .	373	30—40	119·8	1 : 4000
Wien, Prater . . .	58	60	3·9	1 : 2000
Donawitz . . . . .	35	90	4·6	1 : 2880
Graz . . . . .	44	30	8·6	—
Burgenland . . . .	1501	30	700—	1 : 4000
Schneeberg . . . .	393	80	238—	(153 Stereo- luftbilder)

In der Berichtszeit wurden schon 1075 km<sup>2</sup> mit 2404 Aufnahmen in 8 Übungs- und 9 Vermessungsflügen aufgenommen.

Zur Vervollständigung des Berichtes seien noch die photogrammetrischen Arbeiten angeführt, die in der Zeit vom Erscheinen des VI. Bandes des Internationalen Archivs für Photogrammetrie bis zum Jahre 1928 durchgeführt wurden.

Mit Höhenschichtenlinien wurden folgende, nach der Polygonalmethode für die Zwecke des Grundkatasters neuvermessene Gemeindegebiete ausgestattet: Zell am See in Salzburg, Horn in Niederösterreich und Eisenstadt, die Hauptstadt des Burgenlandes.

Die Gebiete umfassen zusammen 585 ha; zur Darstellung von 1 m Schichtenlinien waren 62 Stereostandpunkte mit 112 Plattenpaaren und 404 photogrammetrisch bestimmte Neupunkte erforderlich.

Für agrartechnische Zwecke wurden Stereoaufnahmen mit Schichtenlinien-darstellungen in den Gebieten der Gemeinden Türnitz und Weidenau in Niederösterreich, Bayerdorf in Steiermark und Bayern-Bächlar in Vorarlberg im Umfange von insgesamt 2950 ha durchgeführt. — Zur Vermessung waren 92 Stereostandpunkte mit 148 Plattenpaaren und 734 photogrammetrisch bestimmte Zeichen erforderlich.

Für die Zwecke der topographischen Landesaufnahme wurden in Osttirol zusammen 417 km<sup>2</sup> aufgenommen, wozu 44 Stereostandpunkte mit 84 Plattenpaaren und 97 Zeichen erforderlich waren.

Die photogrammetrischen Arbeiten werden in der Abteilung V/6 des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen ausgeführt. Mit der Leitung ist Obervermessungsrat Maximilian Schöber betraut.

Der Personalstand der Abteilung besteht aus:

- A. Höherer Fachdienst: 5 Photogrammeter, darunter einer erst in Ausbildung, zur Durchführung der Aufnahme- und Kartierungsarbeiten.
- B. Mittlerer Fachdienst: 1 Autogrammeter mit 2 zugeteilten Fachkräften.
- C. Fachlicher Hilfsdienst: 1 Zeichner, 1 Photograph, 5 Luftbildmeßgehilfen und 1 Luftbildaufnehmer.

Der Personalstand reicht während der Feldarbeitszeit (Sommermonate) zur Aufstellung von 5 Vermessungsabteilungen, einer Autographenarbeitsabteilung und einer Luftbildauswertungsabteilung aus;

in der Kanzleiarbeitszeit (Wintermonate) zur Aufstellung von zwei Autographenarbeitsabteilungen, einer Entwurfs- und Zeichenabteilung und einer Luftbildauswertungsabteilung aus.

An Aufnahms- und Auswertgeräten stehen zur Verfügung:

#### **Ausrüstung für Erdphotogrammetrie.**

- 1 Zeißsche Felddausrüstung 9/12,
- 3 Zeißsche Felddausrüstungen 13/18, Modell 1916,
- 3 Zeißsche Felddausrüstungen 13/18, Modell C 3/b mit Hochgebirgs-Standlinienlatten,
- 1 großer Corradischer Koordinatograph für Formate bis 110/160 cm mit Schwenkvorrichtung,
- 1 Pulfrichscher Hängekomparator,
- 1 Zeißscher Stereokomparator 9/12,
- 2 Zeißsche Stereokomparatoren 13/18,
- 1 Hugershoffscher Komparator 13/18, Nr. 2101,
- 2 Zeiß-Oreelsehe Stereoautographen, Modell 1911 und Modell 1914, letzterer mit Profilzeichenvorrichtung sowie alle Instrumente zur Überprüfung der photogrammetrischen Geräte, darunter ein Kollimator mit zwei Fernrohren (österreichisches Fabrikat, Konstruktion nach Wolf).

#### **Ausrüstung für Luftphotogrammetrie.**

- 1 Zeißsche Flugzeugmeßkamera H. M. K. C/4 mit Meßfilmwechsellkassette,
- 1 Hugershoffsche Flugzeugmeßkamera Nr. 1201 mit Plattenwechsel- und Rollfilmkassetten,
- 1 Hugershoffscher Bildmeßtheodolit Nr. 2111,
- 8 Stück Entzerrungstische,
- 1 Reproduktionseinrichtung,
- 1 Correx-Filmentwicklungseinrichtung und
- 1 A. T. G.-Entzerrungsgerät Nr. 2002.

Von den publizistischen und praktischen Arbeiten der Mitglieder seien angeführt:

Prof. Dr. Hans Löschner, Deutsche Techn. Hochschule in Brünn:  
Eine Studie „Über Herstellung und Verwendung von Luftbildplänen“. Mitteilungen des Hauptvereines deutscher Ingenieure 1929;  
Abänderungen und Ergänzungen an einem Hugershoff-Heydeschen Photogrammeter (im Druck).

Privat- und Honorar-dozent Dr. Ing. Hans Dock.

1. „Studie über rationelle Auswertung terrestrischer Stereoaufnahmen mittels des Stereokomparators.“

- Bildmeß- und Luftbildwesen 1927.
2. „Planung von Vermessungsflügen für Senkrechtaufnahmen.“  
Věstnik inž. kom. pro Českoslov. Rep., Prag 1927.
  3. „Aerophotographie und Aerophotogrammetrie.“  
Militärwissenschaftl. und techn. Mitteilungen 1928.
  4. „Ein logarithmischer Kreisrechenschieber für stereophotogrammetrische Zwecke.“  
Bildmeß- und Luftbildwesen 1929.
  5. „Allgemeines über stereophotogrammetrische Aufnahmen.“  
Hitschmanns Vademekum f. d. Forst- u. Holzwirtschaft 1929.
  6. „Verfahren zur Auswertung von stereophotogrammetrischen Aufnahmen mit parallel verschwenkten wagrechten Hauptachsen.“ (Verfahren der variablen Basis.)  
Int. Archiv f. Photogr., VII. Bd. 1930.

Die Studien und Erfahrungen wurden bei größeren Forstvermessungsarbeiten des Herrn Dr. Wodera, an denen sich Dr. Dock betätigt hat, mit Erfolg verwertet.

Zivilingenieur Dr. Hans Wodera:

1. Weitestgehende Rationalisierung des Verfahrens von Pulfrich für punktweise Auswertung mit dem Komparator, so zwar, daß es gelingt, eine Schichtenlinie in ihrem Verlaufe durch das ganze Bild zu verfolgen, und sie ohne Rechnung zu kartieren. Hiezu wurde die Konstruktion eines Rechenschiebers (Kreisrechenschiebers) veranlaßt.
2. Umstellung der von Dr. Dock herrührenden theoretischen Grundlagen zur kontinuierlichen punktwisen Auswertung parallel verschwenkter Aufnahmen für die Bedürfnisse der Praxis.
3. Verfahren zur Erzielung möglichst langer indirekt bestimmter Basen für den Normal- und Parallelverschwenkungsfall.
4. Ausarbeitung einer Instruktion für den Auswertevorgang für das kontinuierliche Verfolgen einer Schichtenlinie vorgegebener Höhe durch den ganzen Raum hindurch für den Normalfall und den Parallelverschwenkungsfall.
5. Erstmalige Anwendung der Stereophotogrammetrie für Forstvermessungszwecke in größerem Umfange, Schaffung einer kombinierten Methode, die verläßlich, rasch und verhältnismäßig billig zum Ziele führt.
6. Verwendung der Stereophotogrammetrie zu holzmeßkundlichen und ertragskundlichen Belangen.
7. Festlegung einer Methode für rasche, croquisartige Kartierung von Senkrechtaufnahmen für Übersichtscroquis einer forstlich zu erforschenden Gegend.
8. Aufnahme und Auswertung von 4 größeren Forstgebieten für Forsteinrichtungszwecke. (150 km<sup>2</sup>, Karte 1:5000.)

Von der Stereographik Ges. m. b. H., Wien, VIII., Langeasse 61, seit dem Jahre 1926 durchgeführte Arbeiten:

**Söllheim.**

Auftraggeber: Landesmeliorationsamt Salzburg.

Durchführungsjahr: 1927. Maßstab 1:2880. Schichtenabstand 25 cm.

Zweck der Arbeit: Entwässerung. Umfang der Arbeit 240 ha.

Geodätische Vorarbeiten: Messung einer Basis, Bestimmung von 18 Netz- und Einpaßpunkten, Orientierung nach Punkten der Landestriangulierung. 11 Photostandlinien.

Geländecharakter: Sanfter Talgrund mit verhältnismäßig guter Einsichtsmöglichkeit.

**Bad Gastein.**

Auftraggeber: Gemeinde Badgastein.

Durchführungsjahr: 1927. Maßstab 1:1000. Schichtenabstand 1 m.

Zweck der Arbeit: Verbauungsplan. Umfang der Arbeit 43·5 ha.

Geodätische Vorarbeiten: Messung von 2 Grundlinien, Bestimmung von 23 Netz- und Einpaßpunkten, Orientierung nach Punkten der Katastertriangulierung. 16 Photostandlinien.

Geländecharakter: Enges, tief eingeschnittenes, wenig übersichtliches Tal.

**Ofenauerberg.**

Auftraggeber: Direktion für die Elektrifizierung der österr. Bundesbahnen.

Durchführungsjahr: 1928. Maßstab 1:1000. Schichtenabstand 1 m.

Zweck der Arbeit: Starkstromleitung. Umfang der Arbeit 11 ha.

Geodätische Vorarbeiten: 12 trigonometrisch bestimmte Netz- und Einpaßpunkte, 1 Photostandlinie, Anschluß an eine von der Sektionsbauleitung Salzburg gemessene Basis.

Geländecharakter: Steiler, felsiger, zum Teil bewaldeter Hang.

**Paß Lueg.**

Auftraggeber: Direktion für die Elektrifizierung der österr. Bundesbahnen.

Durchführungsjahr: 1928. Maßstab 1:1000. Schichtenabstand 1 m.

Zweck der Arbeit: Starkstromleitung. Umfang der Arbeit 21 ha.

Geodätische Vorarbeiten: 14 trigonometrisch bestimmte Netz- und Einpaßpunkte, 11 Polygonpunkte, 3 Photostandlinien, angeschlossen an die Aufnahme Ofenauerberg.

Geländecharakter: Schwieriges, sehr steiles, zum Teil bewaldetes Gelände.

**Göcek.**

Auftraggeber: Südanatolische Bergbau-A.-G., München.

Durchführungsjahr: 1928/29. Maßstäbe 1:1000 und 1:5000. Schichtenabstand 1 m und 5 m.

Zweck der Arbeit: Bergbau. Umfang 584 ha 1:1000, 1703 ha 1:5000.

Geodätische Vorarbeiten: Basismessung, Astronomische Orientierung, Bestimmung von 104 trigonometrisch eingemessenen Netz- und Einpaßpunkten, 24 Photostandlinien.

Geländecharakter: Zerklüfteter Fels, häufig von undurchdringlichem Gebüsch überwuchert. Abseits der wenigen Wege schwer gangbar.

**Leopoldsberg.**

Auftraggeber: Union-Baugesellschaft, Wien.

Durchführungsjahr: 1929. Maßstab 1:250 und 1:1000. Schichtenabstand 1 m.

Zweck der Arbeit: Seilbahn. Umfang 0·38 ha 1:250, 10·04 ha 1:1000.

Geodätische Vorarbeiten: 12 trigonometrisch bestimmte Netz- und Einpaßpunkte, 22 Polygonpunkte, 2 Photostandlinien und 230 Tachymeterstandpunkte. Anschluß erfolgte an Punkte der Landestriangulierung.

Geländecharakter: Steiler, bewaldeter Hang.

**Karwendel.**

Auftraggeber: Deutscher und Österreichischer Alpenverein.

Durchführungsjahr: 1929. Maßstab 1:12.500. Schichtenabstand 20 m.

Zweck der Arbeit: Touristenkarte. Umfang der Arbeit 15.388 ha.

59 Standlinien am Stereoautographen ausgewertet. Die Feldarbeit wurde durch die Photogrammetrie G. m. b. H., München, durchgeführt. Verbleibende Lücken wurden mit Hilfe der Aerophotogrammetrie im Planigraphen geschlossen.

**Kaprun.**

Auftraggeber: Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft.

Durchführungsjahr: 1929. Maßstab 1:5000. Schichtenabstand 5 m.

Zweck der Arbeit: Kraftwerk. Umfang der Arbeit 12.000 ha.

Geodätische Vorarbeiten: Bestimmung von 102 Netz- und Einpaßpunkten und 29 Standlinien. Aufnahme angeschlossen an Punkte der Landesvermessung.

Geländecharakter: Steile, größtenteils bewaldete Hänge und flaches Talgelände.

**Wellenaufnahmen.**

Auftraggeber: Notgemeinschaft deutscher Wissenschaft, Berlin.

Durchführungsjahr: 1930. Maßstab 1:500. Schichtenabstand 20 cm.

Zweck der Arbeit: Studium der Meeresoberfläche. Auswertung am Stereoautographen.

Die photogrammetrischen Aufnahmen wurden durch Herrn Dr. A. Schumacher, Hamburg, durchgeführt.

**Photogrammetrie als Lehrgegenstand an den Hochschulen Österreichs.**

Die „Photogrammetrie“ ist an allen Hochschulen technischer Richtung als Lehrfach vertreten, und zwar an den Technischen Hochschulen in Wien und Graz, an der Montanistischen Hochschule in Leoben und an der Hochschule für Bodenkultur in Wien.

An der Technischen Hochschule in Wien ist die Photogrammetrie durch Hofrat o. ö. Professor Dr. Ing. Doležal und Privatdozent Dr. H. Dock vertreten. Die Vorlesungen (über Terrestrische und Aerophotogrammetrie) im Ausmaße von zwei Wochenstunden durch zwei Semester, welche durch Übungen (zwei Wochenstunden durch zwei Semester) und durch Feldübungen (fünf Halbtage) ergänzt werden, erstrecken sich auf: Photogrammetrie und Stereophotogrammetrie, Instrumente der photographischen Meßkunst, Aerophotogrammetrie, Anwendungen.



Die Übungen erstrecken sich auf photogrammetrische Aufnahmen, Ausführung von Rekonstruktionen photogrammetrischer Aufnahmen und Übungen mit Instrumenten. Vorlesungen und Übungen sind für die Studierenden der Unterabteilung für Vermessungswesen obligat. Seit Beginn des Studienjahres 1927/28 werden Vorlesungen und Übungen von dem Privatdozenten der Technischen Hochschule Dr. H. Dock supplied.

An der Technischen Hochschule in Graz wird der Gegenstand in ähnlichem Umfange durch o. ö. Professor Dr. Ing. Zaar und an der Montanistischen Hochschule in Leoben durch o. ö. Professor Dr. Ing. Aubell vorgetragen.

An der Hochschule für Bodenkultur (Forstwissenschaftliche und Kulturtechnische Abteilung) wird „Photogrammetrie und Stereophotogrammetrie“ durch den Privat- und Honorardozenten Dr. H. Dock vorgetragen. Die Vorlesungen (zwei Wochenstunden durch ein Wintersemester) werden ab Sommersemester 1930 durch Übungen (zwei Wochenstunden im Sommersemester) ergänzt.

Der geometrische Teil der Photogrammetrie wird an der Technischen Hochschule in Wien von Hofrat Prof. Theodor Schmid und Prof. Dr. techn. Erwin Kruppa vorgetragen.

Vorlesungen und Übungen begegnen an allen Hochschulen lebhaftem Interesse und werden mit Eifer frequentiert.

## La Fotogrametria en España en 1930.

Dr. Ing. José M<sup>a</sup> Torroja.

El 25 de noviembre de 1926 tuve el honor de leer en la Escuela Politécnica de Carlotenburgo, ante el II Congreso Internacional de Fotogrametria, una reseña del próspero estado y notable desarrollo que en España había alcanzado esta nueva rama de la Topografía.

Nuevamente me cabe la honra de hablar en esta III Asamblea, como Presidente y Delegado de la Sociedad Española de Estudios Fotogramétricos, para relataros los avances logrados en los cuatro años que desde la citada fecha han transecurrido y que, para mayor claridad, dividiré en cinco partes.

### 1. Instituto Geográfico y Catastral.

El Servicio Fotogramétrico de este Centro, fundado por mí en 1913, ha seguido con intensidad creciente sus trabajos dedicados al Mapa Nacional a escala de 1 : 50.000, con curvas de nivel cada 20 metros en las zonas montañosas del Pirineo y de la Sierra de la Culebra, que separan a España, respectivamente, de Francia y del Norte de Portugal. En la campaña última, las dos brigadas encargadas de este trabajo cubrieron una extensión de 140.000 hectáreas, con muy pequeña proporción de lagunas, desarrollándose en un Estereoplanígrafo Bauersfeld-Zeiß, con el que en breve se comenzará el desarrollo de los trabajos aéreos que se proyectan. Es de notar que el Método estereofoto-

gramétrico resulta en estos trabajos con un precio inferior en un 30% al de los métodos antiguos.

## **2. Servicio Fotogramétrico Militar.**

En la zona de Protectorado español de Marruecos hizo primeramente 63 bases fotográficas que dieron 152.000 hectáreas, para el primer plano de conjunto a escala de 1 : 200.000. Posteriormente se comenzó una nueva carta a escala de 1 : 50.000, con curvas cada 20 metros, del que el citado Servicio hizo 421.000 hectáreas. Además de los anteriores trabajos, de índole militar, el Servicio Fotogramétrico del Ejército colabora a la obra del Instituto Geográfico y Catastral en la formación del Mapa Nacional de España a escala de 1 : 50.000, habiendo levantado, en los cuatro últimos años, 239.700 hectáreas en la Península y 83.900 en las Islas Canarias.

## **3. Sociedad Estereográfica Española S. A.**

Esta Sociedad, fundada en 1916, ha continuado sus trabajos en grandes escalas (1 : 500 a 1 : 5.000) para trabajos técnicos de Ferrocarriles, Carreteras, Puertos, Minas, Saltos de agua, Planos parcelarios, etc., empleando sus dos Estereoautógrafos Orel-Zeiss.

## **4. Compañía Española de Trabajos Fotogramétricos Aéreos (C. E. T. F. A.).**

Esta Sociedad se constituyó en 1927 para efectuar levantamientos aerofotogramétricos con las diversas características que la realidad demanda, desde el plano con curvas de nivel (posee un Aerocartógrafo Hegershoff-Heyde) hasta el reconocimiento fotográfico necesario para trabajos de repoblación forestal, distribución de acequias de riego etc. y, en especial, planos parcelarios. Durante el año 1929 cubrió 600.000 hectáreas con 23.288 fotografías obtenidas en 714 horas de vuelo. Recientemente piensa encargarse del plano de población de Buenos Aires que será, con gran diferencia, el mayor de su género que en ningún país del mundo se ha ejecutado y lleva gestiones adelantadas para levantamiento de extensiones considerables en otras varias Repúblicas de la América Española.

## **5. Sociedad Española de Estudios Fotogramétricos.**

Vuestra Asamblea de Berlin me confió el honroso encargo de constituir la Sección Española de la Sociedad Internacional de Fotogrametría. Para cumplirlo, convoqué en Madrid, el día 5 de marzo de 1927, a los Jefes y Directores de los principales Centros científicos y Técnicos que con esta disciplina tienen relación: Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Aeronáutica Militar, Real Aero-Club de España, Consejo Superior Geográfico, Depósito de la Guerra, Dirección General de Navegación del Ministerio de Marina, Instituto Geográfico y Catastral, Instituto de Ingenieros Civiles, Junta Superior del Catastro, Sección de Material del Ministerio de Marina, Real Sociedad Geográfica, Dirección General de Comercio, Industrias y Seguros, Sección de Ingenieros del Ministerio de la Guerra y Universidad Central de

Madrid. Estas figuras eminentes en el campo de la Ciencia y de la Técnica dirigieron la circular que a continuación copiamos, por reflejar el espíritu que animaba a su iniciativa:

„La Sociedad Internacional de Fotogrametría, fundada en 1907 por el profesor Dolezal, de Viena, es bien conocida en el mundo científico por haber contado entre sus miembros a las figuras más salientes en esta materia. En sus Archivos vieron la luz pública las primicias de cuanto se relaciona con métodos, aparatos y trabajos con ellos realizados. Ella organizó en 1913 el Primer Congreso Internacional de Fotogrametría en Viena y acaba de celebrar (noviembre de 1926) en Berlín el Segundo, en el cual han podido estudiarse por vez primera los adelantos logrados durante la guerra europea y después de ella.

El desarrollo de esta Sociedad ha sido paralelo al de la disciplina que cultiva, y en su última reunión (24 de noviembre de 1926) acordó fundar, además de las Secciones austriaca y alemana, ya existentes, otras en los países Bálticos (Dinamarca, Letonia, Suecia y Finlandia), Checoslovaquia, España, Grecia, Holanda, Italia, Polonia, Rusia y Suiza.

Para la organización de la de nuestro país, fué designado oficialmente D. José María Torroja, miembro fundador de la Internacional, Jefe del Servicio Fotogramétrico, del Instituto Geográfico, que asistió al citado Congreso como Delegado de este Centro, del Ministerio de Instrucción Pública y de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Dado el creciente interés que este género de conocimientos despierta por sus múltiples aplicaciones a la confección de mapas terrestres y aéreos, Catastro, planos de población, reconocimientos y proyectos de ingeniería, levantamientos en campaña, estudios de urbanización, arqueología, arquitectura, etc., creemos de urgente necesidad la constitución de la citada Sección española, que podría denominarse Sociedad Española de Estudios Fotogramétricos.

A este fin hemos constituido, como Jefes de los Servicios y entidades oficiales más directamente interesados en dichas aplicaciones, un Patronato, en cuyo nombre nos dirigimos a usted rogándole nos honre con su valiosa adhesión.“

La obra de esta Sociedad en los tres años transcurridos desde su fundación ha sido considerable. El número de socios es actualmente de 140, no sólo de España, sino de Argentina, Cuba, Chile, Estados Unidos, Francia, Portugal y Uruguay. Reputados especialistas han dado conferencias sobre los temas fundamentales de la Fotogrametría y de las ciencias afines a ella (Óptica física y fisiológica, Astronomía y Cosmografía, Oceanografía, etc.).

Los „Anales de la S. E. de E. F.“, publicación trimestral, ha dado a luz sus tomos repletos de trabajos originales de subido mérito, originales de autores de diferentes países (Alemania, Austria, Letonia, Francia, etc.), muchos de los cuales han sido reproducidos o extractados en las Revistas análogas de otras Naciones. Ha comenzado a formar la Biblioteca de los „Anales“, habiendo repartido el Tomo I, con la traducción de las Actas de la II Asamblea Internacional de Fotogrametría celebrada en Berlín en noviembre de 1926. Ahora

acaba de publicar el Tomo II, que teneis a la vista, con la edición española de la obra sobre Fotogrametría que bajo la dirección del profesor von Gruber ha visto la luz, simultáneamente, en alemán.

Tal es el espléndido panorama que la Fotogrametría española ofrece en 1930; esperemos que para la próxima Asamblea podremos daros noticias aún más extensas y halagadoras.

### **The Application of Aerial Photography to Topographic Mapping by the United States Geological Survey.**

The United States Geological Survey has been using aerial photographs in connection with topographic mapping since 1919. The air services of the Army and Navy have taken most of the photographs and furnished prints to the Geological Survey. A recent act of Congress authorizes the Survey to contract with commercial firms for aerial photography whenever the Federal services are unable to photograph a project for it.

#### **Types of Cameras Used in Photographic Mapping.**

The photographs are made with especially designed roll-film cameras. These are of two kinds, single-lens and multiple-lens. Single-lens cameras are used in connection with mapping large cities and areas of comparatively flat country, more particularly where the public-land survey lines are well marked on the ground by roads and fences, which afford additional control for the adjustment of photographs taken with cameras of this type.

##### **Single-lens Camera.**

The single-lens camera most commonly used for aerial photographs is entirely automatic and is so designed that the interval between exposures may be varied from four seconds to over one minute. It is equipped with an anastigmat lens having a maximum stop opening of  $f/4.5$  and a focal length of 12 inches. The shutter is of the „between the lens“ type and gives exposures of  $1/50$ ,  $1/100$ , and  $1/150$  second. Photographs 18 by 24 centimeters are made on a roll of film about 75 feet in length, sufficient for about 120 exposures. The camera is motordriven, power being provided by a storage battery, and as the magazine with exposed film can be removed and another containing unexposed film quickly substituted, it can be loaded during flight. Photographs for the Geological Survey taken with this camera are generally made on a scale of 1:12.000.

##### **Multiple-lens Camera.**

The multiple-lens cameras employed at present in photographic mapping have many advantages, owing to the large area photographed at each exposure. These advantages are so great that they more than offset the slight indistinctness shown at the outer edges of some of the photographs.

The multiple-lens cameras are constructed with either three or four lenses each. The four-lens camera may be considered a tri-lens camera to which has been fitted an additional, detachable lens unit.

The object in designing the multiple-lens camera was to include a larger field of view at right angles to the direction of flight of the airplane than is given by any photographic lens of large lightgathering power. This was accomplished by fixing the central lens with its axis in the vertical position and the other two lenses with their axes in the same plane but at an angle of 35 degrees to the left and right. The combined field view in the plane of the lens axes is 115 degrees. The focal length of the central lens is about 6.5 inches, and that of each of the other two about 7.5 inches. The lenses have a maximum stop opening of  $f/4.5$  and are mounted in „between the lens“ shutters. As it is essential that the three lenses be exposed at the same instant provision is made whereby the shutters of the oblique lenses can be synchronized with the shutter of the central lens. The four-lens camera has an additional oblique lens similar to the other two and set at a right angle to a line between them.

The oblique photographs made by this camera can not readily be used in topographic mapping until they have been reprojected into the plane of the central, vertical photograph. A special apparatus, which is both a camera and printer but is usually called a transformer, has been designed for this purpose. It is necessary to construct a transformer for use with each multiple-lens camera. An approximate scale of 1:20,000 is required by the Geological Survey for photographs of this character.

### Graphic Methods of Compilation.

Adjustment of single-lens photographs is accomplished by the straight-line method, the intersection method, or a combination of straight-line and intersection methods. In most of the aerial photographic work of the Geological Survey multiple-lens photographs are used, and these are adjusted by the intersection method, more properly called radial-line method.

The Geological Survey uses aerial photographs for compiling the base map only and has not attempted to sketch contours directly on the prints. The base map, however, is compiled entirely from aerial photographs after the ground control lines have been run, and it includes all the features shown on a topographic map except contours. These are added by ground methods in the field.

The straight-line method, used to assemble aerial photographs of the single-lens type, consists of projecting a straight-line across a strip of overlapping-photographs, the line selected passing near the center of each print and the terminals of this line being two known control points which have been identified on the first and last prints. This line holds the strip of overlapping photographs in azimuth as each print is fitted to the next one, by photographic images, on a straight line previously drawn as a guide to control the straight

line drawn across each print. The desired topographic details are then reduced by pantograph to the scale of the field sheet. A number of strips are thus obtained on the scale of the field sheet and these are adjusted to the control points and the data transferred to the field sheet. The topographer is thus furnished with a complete base map whose accuracy he can easily check and to which he has only to add the contours in order to make a complete topographic map.

The radial-line method was developed for compiling base maps from multiple-lens photographs. The average scale of the photographs covering a quadrangle is obtained, and the projection is made and control points are plotted. A tracing is then made of the projection and the control points. Control points are identified and marked on the first pair of photographs. Radial-lines are then drawn from the center of each photograph through the control points and additional points are selected through which radial-lines are drawn.

The first photograph is placed under the tracing and so adjusted that radial lines drawn from its center through the control points identified on the prints will coincide with the same control points plotted on the tracing. The center of the photograph is then marked on the tracing, and lines are drawn from it to the other points selected. This method is carried through with the second photograph, then the third, and so on. The result is a series of intersections which control the compilation of topographic information taken from the photographs. The specifications for photography require a 60 per cent overlap in line of flight and a 30 per cent overlap on adjacent flights. This requirement insures a sufficient duplication of points on successive photographs to provide the necessary intersections for controlling a strip. The method of orienting each photograph and locating its center on the tracing is comparable to the method of obtaining a three-point location by plane table in the field with tracing paper. After a sufficient number of intersections have been obtained the photographs are placed under the tracing again, and all features required for topographic mapping are traced, the intersected points being used to hold these features in correct geographic position. The result is a base map showing in detail the drainage system, the location and outlines of lakes and ponds, wooded areas, the boundaries of swamp and marsh land, roads, railroads, and the streets of cities and towns.

After the tracing has been completed in pencil it is inked and then photolithographed and copies are printed on double-mounted drawing paper in light blue and furnished to the topographer for field use. In making use of either method the topographer is relieved of a large amount of instrumental work and is able to devote most of his time to mapping the relief.

The graphic methods just described require the same amount of ground control as that for topographic mapping by ordinary ground methods and in this respect do not accomplish any saving in cost, but in practically all map work where aerial photography has been employed improvement in the quality of the maps has resulted. In some ways aerial photography has reduced the

cost of topographic mapping and has considerably lessened the time required for field work. The greatest reduction in cost has come in the work of revising old maps; on some maps nearly the entire revision has been accomplished by means of aerial photographs.

### **Stereoscopic Method.**

It has been the policy of the Geological Survey to take advantage of new methods and new instruments when they have been found to be of value in advancing the work of mapping the country and increasing the accuracy of the standard topographic maps. The Survey has been conducting a series of tests with a mechanical stereoscopic device known as the aerocartograph, which combines in one instrument the optical, measuring, and drafting systems necessary to construct topographic maps from photographs. The instrument weighs about 600 pounds and does not take up more space than an average office desk. The tests conducted have demonstrated the practicability of topographic mapping with stereoscopic vertical aerial photographs, and the Survey has bought a complete set of equipment, including two cameras—one an automatic film camera, the other a combination of film and plate type—for use in mapping areas in which differences of elevation are great and which would be difficult, if not impossible, to map by ordinary ground methods because of inaccessibility.

Photographs have been taken of the upper Columbia River, in the State of Washington, from the international boundary southward, a distance of 400 miles, for use in the production of a map by means of the aerocartograph.

### **Areas Photographed for the Geological Survey.**

The Army Air Corps has photographed for the Geological Survey most of the areas for which photographs were needed in conjunction with topographic mapping. During the last four years more than 35,000 square miles has been photographed for this purpose by the Air Corps.

The Bureau of Aeronautics of the Navy in the summer of 1926 photographed for the Survey an area in southeastern Alaska covering about 10,000 square miles. A second photographic expedition of that Bureau in 1929 photographed an area of 12,400 square miles in southeastern Alaska.

The area covered by base maps compiled from photographs during the period between the fiscal years 1926 and 1930 approximates a total of 30,000 square miles in continental United States and 2,210 miles in Alaska.

The extent to which the Geological Survey is making use of aerial photographs is indicated by the successful operation of its photographic mapping section, which was formed in February, 1921, and has compiled a large number of maps on the standard map scale for use by topographers in the field as bases on which to draw contour lines showing the relief of the terrain.

## Aerial photographic work of the Coast and Geodetic Survey 1926—1930.

There are extensive areas along the Atlantic and Gulf coasts of the United States so inaccessible and so complicated that detailed surveys of them can no be accomplished by other than aerial photographic methods, except at excessive cost.

In 1927 the Army Air Corps photographed such a region for the Coast and Geodetic Survey. An area of about 900 square miles (2300 square kilometers) on the west coast of Florida between Cape Sable and the Caloosahatchee River was photographed with multi-lens cameras. This area, known as the Ten Thousand Islands, is largely mangrove swamp, interlaced with innumerable channels, a considerable number of which are navigable by shallow draft vessels. The ground control consisted of a triangulation scheme carried through the region with the aid of portable steel towers 105 feet (32 meters) in height. The photographs were reduced by the radial-line method, the results being shown on 13 topographic sheets, scale 1:20,000, as well as on the charts of this section of the Gulf Coast.

In 1928 the Army Air Corps photographed the east coast of Florida from Ormond to Cape Sable with a four-lens camera. The photographs were controlled by existing coastal triangulation of the Bureau supplemented by such additional work as was found necessary. Reduction of these photographs, which is now approximately 60 per cent completed, will be shown on twenty-five topographic sheets, scale 1:20,000, and will be applied to the coastal charts as rapidly as practicable.

The relatively low cost of accomplishing aerial photographic surveys, particularly along a coast backed by inland waterways, coupled with the large and increasing demands from many sources for the results of such surveys, make it appear probable that this class of work will be extended until it embraces practically all of the Atlantic and Gulf coasts. Plans for the present year include photographing the Delaware, Maryland and Virginia coasts between the Chesapeake and Delaware Bays.

The reductions in cost when multi-lens photographs are used, together with the reduction in ground control which appears practicable when a fourth-lens is added to the camera, are the most promising features of the recent surveys. The practicability of a precision five-lens camera is being investigated with the prospect of increasing these advantages.

## Aerial photography in connection with U. S. Navy hydrographic surveys.

Aerial photographs were introduced for the first time, in connection with U. S. Navy hydrographic surveys, in the year 1923.

Up to that time, the shoreline was always cut in by the regular land methods, viz.: stadia, plane table, three point fixes, etc. This, although satis-



factory, meant a large expenditure of time and money, especially in swampy sections clustered with numerous cays. The correct delineation of such places is most important when tangents to these islands are the only means of determining the positions of a ship. Rugged coasts, difficult of traversing, offering few landing places, also added to the work incidental to cutting in the topography essential for a hydrographic chart.

With the advent of aerial photography, these difficulties were eliminated and in addition there was offered a very satisfactory and expeditious way of planning the work of the surveys in advance by having the aerial units finish their work prior to the hydrographic work.

This enables the different expeditions to prepare their sheets and have the photographs matched and reduced to a convenient working scale while at their home ports. The whole area is studied stereoscopically and tentative locations for signals are selected. Sketches are drawn and on arrival at the survey grounds the work of construction may be started without delay, using these sketches in locating the signals. As soon as the signals are cut in, the sheets prepared from the photographs are reduced to the proper scale and the correct shore line is delineated on all boat and ship sheets. The vessels doing the hydrographic work are thus equipped with the information necessary to enable their units to execute the survey most efficiently. Dangers that have been covered in the photographs are shown, thus eliminating some of the many hazards that the hydrographer encounters close to the shore.

If a plane is available on arrival at the survey grounds, the senior engineer aboard usually flies over the coast line, noting the character of the country, particularly in regard to the salient features, possible location of triangulation stations, accessibility of same, and, in addition, the landing spots available and the approximate depth of the water within his limit of visibility.

A thorough reconnaissance from the air, which usually can be conducted in about five hours for a season's work area, gives the chief of party a very clear idea of the possibilities of the terrain from every standpoint. In addition, it enables the commanding officer of the expedition to navigate over unknown waters with more assurance than if the area had not been examined from the air.

#### **Methods used in matching aerial pictures.**

The aerial surveys are usually executed from an altitude of ten thousand feet, using a one-foot focal length camera with film negatives. Loening amphibian planes have proven their worth for this type of work. Over important cities, the photographs are taken from a five thousand foot altitude so as to increase the detail. Charts of important harbors are constructed on a larger scale than the adjoining coast, hence the necessity of photographs on a 1:5000 scale.

The aerial pictures are matched by a method devised by Major Bagley, U. S. Army Engineer. This method commonly known to photogrametrists minimizes, and, to a great extent, corrects all the errors due to the tilting of the camera, and varying altitude of the plane, and, in addition, the change of scale due to the elevation of different portions of the terrain. It can be readily

seen that ground of varying elevation produces a corresponding change in scale. By this procedure, all the pictures are reduced to a common scale without having to rephotograph the same.

The method is so rigid that stretches of coastline as long as ten miles may be carried with only end control points. However, to insure against errors, the number of control points vary from two to twenty on a distance of ten miles, depending, of course, on the character and importance of the territory.

All the hydrographic and triangulation signals are accurately located in their corresponding photographs, getting bearings and distances to those features which can be identified close to the towers. If the coast is void of such features, a transit-stadia survey is run centering on the signal and of sufficient length to locate the same with reference to two or three prominent objects shown in the aerial photographs.

The tangents cut in from the various triangulation and hydrographic signals also give an additional check on the work. Elevations to prominent hills, cliffs, etc., are determined and, if some of their features have been included in the aerial survey, a stereoscopic study will furnish enough data to sketch form contours for the same.

During the past five years, the U. S. Navy aerial units have photographed in connection with our hydrographic surveys approximately thirty-two hundred sea miles of coastline exclusive of inlets and adjacent small detail. Two thousand miles of this has been in Cuba, five hundred in the Gulf of Venezuela from Cape San Roman to Cape La Vela, and the remainder in the Gulf of Panama.

A study of the charts of these countries will show the difficulties a surveyor would have had in developing topography of such type. Cuba, with its innumerable cays, the shallowness of its waters in some sections, and its perilous reefs, presents quite a baffling problem to the engineer attempting to map all the intricate details. Venezuela and Colombia present quite a different problem. Sections like the Gulf of Coro and El Portete, not commercially important due to the shallow entrances and numerous bars, were surveyed at a minimum expense. Panama, with its rocky reefs, steep shores, and the multiplicity of detail in the Perlas Island Group, and the swampy north shore where the one fathom curve lies in places as far as five miles off the coast line, would have presented a serious problem, especially with its eighteen-foot tides, had not airplane mapping been available.

#### **The U. S. Navy Airplane Units in the Alaska Survey.**

At the request of the U. S. Geological Survey and the Forest Service, the U. S. Navy sent in 1926, and again in 1929, a photographic unit to map Southeastern Alaska, including the Tongass National Forest.

About 20,000 square miles of a territory rich in natural resources were photographed, accomplishing, in a short period, a task which would have consumed many years of hard and dangerous work if it had been done by the usual land methods.

This new type of surveying has furnished valuable data covering regions never explored due to their inaccessibility, thus providing a wealth of information from which the companies operating in Alaska have already benefited through large savings in their respective projects.

## Aerial Photography of the Corps of Engineers, U. S. Army.

The Corps of Engineers, United States Army, realizing the important part that aerial photographs will play in meeting the mapping needs of an army in war, has, with the cooperation of the Army Air Corps, worked on the solution of problems involved in aerial photographic work for mapping, and in the development of equipment and methods of work. These activities were initiated during the World War and have continued ever since. The Bagley tri-lens camera was developed early in this work, and the more recent developments have been the improvement of the tri-lens cameras to those of four lenses and of five lenses, thus increasing the area covered by each exposure, and the facility with which the photographs can be used. During the past four years the four-lens camera was perfected and is now in standard use. One five-lens camera was built as an experimental model, and a new one, embodying the lessons learned from the first one is now in course of construction.

In 1928 two pilot models of magnifying stereoscopes for the study and interpretation of aerial photographs were completed, and these have been satisfactorily tested. Additional ones have since been completed and delivered to the service for exhaustive field tests.

Continual investigation and study has been made of foreign developments in photogrammetry and contact with agencies in the United States using these methods has been maintained.

In the peace time military operations of the Corps of Engineers and in the civil activities of the Engineer Department, extensive use has been made of the aerial photograph not only in mapping, but in other activities as well. In all of the military maps, both original surveys and revisions of former work, aerial photographs are invariably used. In the river and harbor improvements, including investigations and construction, the occasion for the use of aerial photographs have been many. In the survey of the Tennessee River with a view to its improvement for navigation, power, and flood control, the aerial photograph was the principal means of construction of the map. During the Mississippi River flood of 1927 flooded areas were photographed from the air, and the pictures obtained furnished the only practicable means for obtaining a map of the flooded areas.

In the survey of the Great Lakes by the U. S. Lake Survey, aerial photographs are used whenever practicable.

The Corps of Engineers recognizes the value of the aerial photograph in the present stage of development of its use, and expects to see its value and field of usefulness increase materially in the next few years.

## Aerial Photography by Air Corps, U. S. Army for Mapping Purposes.

During the fiscal year 1928 the Air Corps photographed approximately 35,000 square miles of areas in various parts of the United States for the War Department and various Federal agencies. The major portion of this work was accomplished for the following Government departments:

War Department . . . . .	1.400 sq. mi.
Geological Survey . . . . .	10.000 " "
Engineers Corps, Rivers and Harbors . . . . .	8.200 " "
Coast and Geodetic Survey . . . . .	2.500 " "
International Water Commission . . . . .	5.000 " "
International Boundary Commission . . . . .	2.000 " "

As in previous years, the surveys for the Geological Survey were carried out by two independent mapping units whose organization was approved by the War Department.

During a four months' period the unit from Scott Field photographed approximately 5,000 square miles in northern Maine, New Hampshire and Vermont, and the unit from Chanute Field photographed about 4,500 square miles of areas in the western and central portions of Illinois. Based on data furnished by the Geological Survey on the gross savings of aerial surveys over ground surveys, it is estimated that these two units accomplished a saving to the Government of close to \$ 100,000 in their four months' operation.

During the fiscal year 1929, the Air Corps made aerial photographs of approximately 4,000 square miles in various parts of the United States for the War Department and various Federal agencies. This work was accomplished for the following Government departments and bureaus:

War Department . . . . .	640 sq. mi.
Geological Survey . . . . .	3.232 " "
Corps of Engineers . . . . .	225 " "
Department of Justice . . . . .	5 " "

During the fiscal year 1930 and the first part of the fiscal year 1931, the Air Corps contemplates mapping approximately 10,545 square miles for the Geological Survey, and approximately 1,500 square miles for the Coast and Geodetic Survey. Of this area approximately 6,620 square miles will be accomplished with a multi-lens camera and approximately 3,925 square miles with a single-lens camera.

It is understood, of course, that the activities mentioned above include only aerial photographic surveys. Oblique photographic projects and projects not accomplished for mapping purposes are not included.

## Aerial Photography by Bureau of Aeronautics, Navy Department.

The aerial photographic mapping activities of this Bureau during the past four years are as follows:

Approximately 24.000 square miles in Alaska for the Departments of the Interior and Agriculture.

Approximately 3.000 square miles in Cuba and Panama for the Hydrographic Office of the Navy Department.

Numerous small photographic mosaic maps of Naval property for the Bureau of Yards and Docks and other bureaus of the Navy Department.

Numerous oblique aerial photographs of airports, aircraft anchorages and prominent landmarks for use in preparing aviation charts by the Hydrographic Office.

---

## Rapport national français.

Par G. Labussière, Ingénieur en Chef hors classe de l'Aéronautique, Sous-Directeur de l'École Nationale supérieure de l'Aéronautique.

Le Congrès de Zurich est la première réunion internationale où soit présenté un rapport d'ensemble sur l'activité déployée en France dans les divers domaines de la métrophotographie. Déférant au désir qui nous a été exprimé par les organisateurs du Congrès, qui souhaitent seulement un tableau de l'état actuel des travaux, nous nous abstenons de développements historiques; nous retracerons donc les origines des travaux dans la mesure seulement où cette connaissance est indispensable à une bonne intelligence du présent et met en évidence les liens qui unissent des formes d'activité diverses à des temps différents.

Pendant 50 ans la métrophotographie en France est liée à la vie d'un homme: L a u s s e d a t, Officier du Génie et topographe averti.

Il a été le premier à proposer l'application de la Photographie au lever des plans (article paru en 1854 dans le mémorial de l'Officier du Génie); il avait précédemment appliqué, mais avec la chambre claire, la méthode des restitutions perspectives dont le principe remonte aux travaux de Beauteemps-Beaupré le fondateur de l'hydrographie maritime (Santa Cruz 1793); dès 1861 dans le lever d'essai de Buc L a u s s e d a t établit définitivement la valeur de son procédé; il reçoit en 1862 le prix de l'Académie des Sciences de Madrid après un concours sur le meilleur procédé pour appliquer la photographie au lever des plans. Sous sa direction des essais d'application sont poursuivis officiellement avec de maigres moyens pendant dix ans par une brigade topographique du Génie; mais, malgré les résultats obtenus, après 1870 ces travaux sont suspendus et ne sont pas repris même après que la mise dans le commerce des plaques sèches au gélatino-bromure (vers 1880) a supprimé les principales difficultés d'emploi. Cependant, malgré l'inimitié persistante de ceux qu'il appelle „les esprits retardataires“, le Colonel L a u s s e d a t est à la fin de sa

vie Membre de l'Académie des Sciences, Directeur du Conservatoire National des Arts & Métiers et il a la joie de voir les méthodes, qu'il a créées et défendues, consacrées par l'utilisation qui en est faite par quelques disciples en France, mais surtout à l'étranger.

Nous indiquerons simplement les titres des travaux français de la période 1900—1914 qu'il est difficile de trouver réunis :

Gaultier. — Levers cadastraux dans plusieurs communes de France (Comptes rendus de la Commission extraparlamentaire du Cadastre 1905), Lt. de Vaisseau Calot. — Lever des Canaries (Annales hydrographiques 1909).

Nous devons aussi mentionner ici les nombreux travaux de E. Deville, ancien officier de la Marine française, au service du Gouvernement Canadien, mort en 1924 General Surveyor.

Au début du XX<sup>ème</sup> siècle ont commencé à se développer hors de France les méthodes stéréoscopiques. A la vérité, l'application des phénomènes stéréoscopiques à la restitution simultanée de deux clichés a été au début l'objet d'études poussées du même E. Deville cité plus haut, mais celui-ci n'ayant pas trouvé les concours industriels indispensables renonça ensuite à toute tentative de réalisation pratique.

Jusqu'en 1918 ces procédés n'ont pas reçu de développement en France. Plus encore que les procédés par intersection, ils devaient, en effet, heurter les règles topographiques en usage.

Il n'est pas inutile, pour la compréhension même de la situation présente, d'en connaître dès maintenant les raisons.

Les procédés par intersection dérivant des méthodes de Laussedat s'apparentent étroitement à la topographie régulière, ils en diffèrent essentiellement par le fait que la photographie est un procédé d'enregistrement rapide qui abrège le séjour au point de station (économie de temps, d'argent, et possibilité de tours d'horizon en des endroits où un arrêt prolongé n'est pas praticable). La détermination de chaque point par la rencontre de plusieurs rayons qui se coupent suivant des angles assez grands (emploi de plus de deux clichés) comporte la connaissance d'erreurs probables de même ordre dans toutes les directions; la petite surface comprise entre les rayons non rigoureusement concourants est une mesure visible sur le plan de l'erreur probable (quelle qu'en soit la cause).

Les procédés de restitution stéréoscopique, en raison de la base réduite comportent sur chaque point deux erreurs probables différentes à priori dans la direction de la base et dans la direction perpendiculaire, et au cours du travail rien sur le plan ne prévient de la valeur moyenne de ces erreurs; le seul contrôle d'ensemble possible serait de refaire la restitution avec un autre couple stéréoscopique, placé de façon à croiser les directions des erreurs maxima. Par contre on a l'avantage de n'avoir aucune difficulté d'identification entre deux aspects du même point, et de supprimer toutes les erreurs qui en peuvent résulter.

Après 1918 la publicité donnée aux procédés stéréoscopiques, ainsi que l'arrivée à la maturité d'hommes nouveaux poussés par les événements et par l'importance croissante de la photographie aérienne, ont contribué à mettre à l'ordre du jour les études métrophotographiques de toutes natures.

Nous indiquerons ici très sommairement les principaux travaux faits en France au cours des dix dernières années sous les quatre rubriques\*):

Méthodes et appareils,  
Travaux topographiques effectués,  
Applications diverses,  
Contrôle des travaux et des appareils.

### Méthodes et appareils.

**Procédés Roussilhe.** — Les méthodes et l'appareil de redressement de M. l'Ingénieur en Chef hydrographe Roussilhe passés dans le domaine de la pratique ont fourni des résultats très importants spécialement pour le plan cadastral, c'est-à-dire pour les échelles du 1/1000 au 1/5000 avec importance capitale de la planimétrie.

L'appareil de redressement est caractérisé par le fait que le décentrement du cliché est obtenu par un mouvement angulaire de l'objectif; il fonctionne normalement avec un grossissement de 2 à 3. Des abaques permettent de simplifier les opérations. La mise au point des détails suivants, entre autres, permet d'obtenir tous les avantages de la méthode: emploi d'un objectif approximativement de même distance focale et de même distorsion que celui de prise de vue; fixation invariable du papier sensible sur glace épaisse au cours de toutes les manipulations et de l'utilisation; emploi de petits pylones inclinables fixés sur l'image permettant de tenir compte visuellement des altitudes des points de repère. Il convient de signaler que, depuis les expériences du début, on a utilisé simultanément trois redressements du même terrain en remplaçant sur chacun d'eux les points à restituer par des éléments de droite passant par le nadir évalué; le report sur un calque commun fournit pour chaque point, au lieu de trois droites concourantes un petit triangle dont la dimension est une mesure de l'erreur possible.

**Stéréotopomètre Prédhumeau.** — Monsieur Prédhumeau (actuellement Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées) a construit un appareil de restitution pour métrophotographie terrestre et étudié un projet pour son adaptation à la métrophotographie aérienne.

Deux clichés sont pris directement avec les deux moitiés d'un appareil stéréoscopique sur une seule et même plaque aux deux extrémités d'une base de longueur fixe évaluée par un procédé stadimétrique précis; le couple à restituer est replacé dans l'appareil de prise de vue complété par 2 bonnettes

\*) Les renseignements sur la précision des appareils résultent des contrôles faits par des services officiels; les renseignements sur l'importance des travaux sont ceux qui nous ont été communiqués par chaque intéressé. Nous avons eu le regret de ne pas recevoir de documents relatifs à l'activité de la „Compagnie Aérienne Française“.

qui permettent d'avoir une image suffisamment nette sur la plaque des points à courte distance sans introduire de modification gênante sur les points nodaux; les points de l'espace devant l'appareil stéréoscopique représentent les points du terrain réduit à une échelle qui est le rapport de l'écart des objectifs stéréoscopiques à la distance des stations.

Ce terrain fictif réduit peut être décrit par un index lumineux lié à un pantographe qui décrit la projection horizontale des lignes parcourues. L'observation de la coïncidence de l'index avec les deux images d'un même point se fait à l'arrière stéréoscopiquement par transparence.

L'appareil est très séduisant dans son principe en raison des faibles précisions exigées théoriquement dans les mouvements du repère et du pantographe; il n'a pas été l'objet d'une exploitation suivie, vraisemblablement pour des raisons personnelles ou de détail.

Monsieur Prédhumeau a proposé d'adapter cet appareil aux conditions de la prise de vues aériennes sur clichés séparés, en rephotographiant le couple de clichés aériens convenablement orientés sur une plaque stéréoscopique du type qui se place dans l'appareil de restitution. Ce dernier appareil et le mode d'emploi théoriquement étudiés n'ont pas fait l'objet de réalisation.

**Stéréotopographe Poivilliers.** — Cet appareil rentre aussi dans la catégorie des appareils de restitution stéréoscopique. Les principes fondamentaux de la construction font l'objet de brevets datant de plus de dix ans; la visée stéréoscopique des points correspondants des deux clichés observés est obtenue par des déplacements portés en site sur la lunette binoculaire d'observation, en azimuth sur les chambres portant les clichés. Les principes des mécanismes, qui traduisent les déplacements en tracé de la carte, sont spéciaux à l'appareil de Monsieur Poivilliers.

On peut lire directement les données angulaires relatives à chaque point restitué. La précision obtenue dans les levers de contrôle a été satisfaisante et du même ordre que celle obtenue en topographie régulière à la même échelle.

Les travaux ont été faits jusqu'ici avec des appareils de prise de vue non automatique. Des appareils automatiques devant travailler en combinaison avec le stéréotopographe sont en construction.

Il convient de signaler que dans cet appareil, qui permet l'emploi de photographies très obliques, des dispositifs corrigent automatiquement les erreurs de site provenant de la courbure terrestre et de la réfraction atmosphérique.

**Le Photorestituteur Gallus.** — Dernier venu des appareils de restitution, il se rattache par son principe aux essais faits en France par le Capitaine Rocard et aux réalisations faites en Allemagne par le Professeur Gasser et en Italie, par l'Ing. Nistri.

Les deux clichés sont replacés dans des chambres identiques à celles de prise de vue (distance focale et distorsion des objectifs) et orientés l'un par rapport à l'autre comme lors de la prise de vue; la projection nette de chaque cliché est obtenue sur une portion de plan horizontal par un système optique; celui-ci d'orientation et de mise au point automatiquement variable, pivote autour d'un point situé sur son axe et est constitué par une lentille convergente et



une divergente de même foyer; les clichés sont éclairés alternativement; on peut, dans le dernier modèle, faire l'orientation relative des deux clichés puis mettre en place en bloc sur des repères connus: il est ainsi possible de travailler sur l'ensemble d'un terrain avec moins de trois repères entièrement connus par couple photographique, ou encore avec des repères dont on ne connaît que l'altitude. La conception mécanique est telle que le réglage après démontage et transport se fait en un ou deux jours.

Les contrôles faits permettent d'assurer que, du fait de la précision mécanique, l'erreur à craindre ne sera pas supérieure au 1/10 mm sur la carte; les contrôles topographiques sont en cours.

La Maison Gallus a mis également au point des appareils de photographie aérienne automatiques dits „cadastro“, associés au photorestituteur. Ils, emportent 40 plaques 18×18 et fonctionnent avec un obturateur à disques tournants, dont les ouvertures interfèrent.

Appareils de prise de vue Labrély. — Ces appareils de prise de vue automatiques, les uns à plaques, les autres à films, sont susceptibles d'applications métrophotographiques; ils sont munis de l'obturateur d'objectif Labrély à lames de persiennes dont le temps d'ouverture peut être inférieur au 1/100 de seconde et dont le rendement est élevé en raison de l'arrêt ou du ralentissement des lamelles au maximum d'ouverture.

Appareil de redressement mécanique des entreprises photo-aériennes Moreau (M. Boucard, Ingénieur). — Le redressement est effectué point par point par tracé graphique; les mouvements de commande correspondent à un déplacement polaire du cliché autour de son nadir, ils ont le défaut d'exiger des mouvements peu intuitifs lorsque les points sont voisins du centre de rotation.

Appareil de redressement Labussière. — Cet appareil mentionné ici pour mémoire (Brevet français 551555 du 17 Mai 1922) a l'avantage de permettre la mise en place par des tâtonnements à 2 variables liées; il n'a pas fait l'objet d'essais pratiques suivis.

### Travaux effectués.

Le Service Géographique utilise régulièrement l'appoint des renseignements fournis par la photographie aérienne pour des révisions périodiques. C'est ainsi qu'on a fait couvrir et utilisé depuis 10 ans environ 20.000 clichés couvrant 1,500.000 hectares (3000 clichés en 1929). Ce procédé utilisé d'abord uniquement pour les grandes échelles est aussi appliqué pour la carte au 1/80.000 dans les régions convenables.

Au Maroc, dans les régions dissidentes qui ne peuvent être parcourues à terre, des cartes de reconnaissance faites avec l'aide de la photographie aérienne, correspondent depuis 10 ans à 150.000 km<sup>2</sup> dans des régions souvent très montagneuses. Sans doute ce sont seulement des cartes de reconnaissance obtenues par la combinaison des itinéraires en photographies verticales avec des photos obliques et en liaison avec les points d'appui connus, mais elles sont seules à pouvoir exister et rendent les plus grands services.

En Cochinchine on a levé avec l'aide de la photographie aérienne de 1922 à 1928 environ 22.000 km<sup>2</sup> au 1/20.000 et en levés provisoires au 1/100.000, 6800 km<sup>2</sup> en 1926, 5555 en 1927.

D'autres travaux d'importance comparable ont été faits au Tonkin, au Cambodge et en Annam.

Les chiffres analogues nous manquent pour les travaux faits en Syrie et en Afrique Occidentale.

**Plans cadastraux.** — Les travaux de mise au point et d'application poursuivis au Service d'Études du cadastre sous la direction de M. Roussilhe ont porté sur la mise à jour de l'Ancien Cadastre, et sur l'établissement complet d'un plan cadastral\*).

En ce qui concerne la mise à jour, les expériences sur 21 Communes de l'Oise, de l'Aisne et de l'Aube couvrant 15.926 hectares ont réduit le nombre des parcelles de 63.823 à 36.605, leurs résultats sont contenus dans 45 feuilles au 1/1000 ou 1/1250 et dans 90 feuilles au 1/2500 ou au 1/2000. Le prix de revient a été inférieur à 5 fr or à l'hectare.

Dans les travaux de réfection rapide complète du plan cadastral, effectués sur 2 communes par photoaérienne, on a trouvé sur les chainages de contrôle une erreur moyenne de Om 30 seulement (Cerseuil & Dolancourt).

L'expérience a montré que le prix de revient, 4 ou 5 fois plus élevé que le précédent, est encore au-dessous de ceux qui correspondent à l'emploi de la métrophotographie terrestre ou du lever non photographique.

En dehors des travaux d'études mentionnés ci-dessus, des travaux d'application ont été faits en Serbie par l'entreprise Marcel Chrétien — René Danger, sur l'initiative et sous la direction de M. l'Ingénieur Vignerot en 1924—1925, plan au 1/2500 de 33.000 hectares avec courbes à l'équidistance de 1 m. — Le travail coûta 3 fr 65 or à l'hectare.

Le Ministère de l'Agriculture français a fait établir pour servir de base à des remembrements territoriaux des plans parcellaires au 1/2500 par la photographie aérienne dans le département des Ardennes (10.000 hectares) avec le concours de la Sté. „Entreprise Photoaérienne Moreau“ et dans le département de l'Aisne (3500 hectares) avec le concours de la Sté. „Aéro-photographique“ utilisant le procédé Gallus; les résultats satisfaisants figurent à l'exposition.

Pour donner une idée de l'importance prise par les travaux de photographie aérienne et par leurs applications aux plans, nous donnons ci-dessous

\*) Application de la photographie aérienne au lever de plans, Annales hydrographiques 1918.

Rapport sur les études d'optique et de Photographie aérienne effectuées au Service du Cadastre de 1919 à 1921. — Hallu éditeur.

Rapport sur les essais de lever de plan par la photographie aérienne à Vignemont (Oise). — Imprimerie Nationale.

Bulletin hydrographique International Nov. 1929.

C. R. de l'Académie des Sciences. — Sur la restitution d'une figure à trois dimensions (5 Nov. 1928). — Sur la résolution complète du problème de la carte dans l'espace (26 Nov. 1928).

le résumé des renseignements fournis par les firmes qui ont bien voulu nous communiquer le tableau de leurs travaux.

Les „Entreprises Photoaériennes“ ont fait depuis 1925 en France:

Photographies pour le service du Cadastre 25.000 hectares.

Plans de plus de 50 villes du 1/1000 au 1/5000 environ 85.000 hectares.

L'„Entreprise de levés de plans Marcel Chrétien“ a fait:

en France: Photographie aérienne pour le service du cadastre 30.000 hectares. — Plans de villes assez nombreux, levés de 200 km de côtes dans le Var, lever de 400 km de voies ferrées pour les C<sup>o</sup> de Chemins de Fer;

en Serbie: environ 40.000 hectares au 1/2500;

en Indo-Chine: avec la Sté. Air-Asie 500.000 hectares au 1/5000 et 1/2000.

Les travaux suivants ont été faits avec l'aide de la photographie:

Robert Perret — Carte au 1/20.000 de la Vallée de Salles et du cirque des Fonts — 1922 — chez Barrère. 24 km<sup>2</sup>.

Meillon & de Larminat — Carte au 1/20.000 du Massif du Vignemale — 1<sup>ère</sup> partie 1928 chez Barrère, Éditeur.

Mauray — Picos de Europa — en cours de publication.

Schrader — Cirque de Gavarnie — Barrère Éditeur.

#### Autres applications.

Archéologie — Architecture. — Nous mentionnerons seulement ici l'activité de M. Deneux, architecte de la reconstitution à Reims, et de M. Desolneux qui ont fait de nombreuses applications de la métrophotographie pour la reconstruction des monuments (dont il ne restait que des ruines et des photographies, voire des cartes postales, faites avec des appareils non métriques). Les méthodes souvent renouvelées par Monsieur Deneux dans leurs détails, se rattachent à des principes connus, et nous renvoyons à l'intéressant ouvrage qui est en cours de publication.

Applications judiciaires. — Ces applications ne sont pas nouvelles. Elles ont eu avec Bertillon leur berceau en France; elles continuent à être de la plus grande utilité et sont, dans les services compétents, l'objet de constants perfectionnements de détail.

Zootéchnie. — La difficulté de prendre des mesures sur des êtres vivants toujours mobiles et déformables a conduit à considérer comme documents métriques plus précis que l'original même, des clichés sur lesquels on relève les mesures. C'est pourquoi un système d'archives, très intéressant pour les herd book est en voie de constitution sous la direction de M. André Leroy au Ministère de l'Agriculture; les unes portent sur l'identification des animaux (rides du mufle), les autres sur les dimensions (et, dans l'avenir, leur évolution héréditaire).

Rayons X. — Les procédés et appareils métriques relatifs à l'utilisation surtout chirurgicale des clichés faits aux rayons X (soit stéréoscopie, soit localisation mécanique, analogue à une méthode d'intersection dans l'espace) sont trop généralement connus et employés pour qu'ils doivent être exposés ici en détail.

### Travaux de contrôle.

Les progrès faits à l'étranger n'ont pas laissé les services français indifférents; c'est ainsi que ceux-ci se sont préoccupés d'obtenir des levés faits par les différents procédés sur des terrains choisis où un contrôle topographique précis était possible.

Ainsi furent contrôlés directement par le Service géographique, les résultats de levés faits par les procédés Nistri, Hegershoff, Brock et Weymouth; un aérocartographe et un stéréoplanigraphe ont été acquis et sont en cours d'essais; mais nous estimons, qu'il ne serait pas convenable de rendre compte de ces contrôles faits pour notre usage national dans un congrès international, et qu'il appartient de même aux firmes étrangères intéressées, de faire le bilan des travaux faits par elles ou par des concessionnaires en territoire français.

L'exposé des travaux faits montre que, dès à présent, en France, les géomètres ont cessé d'ignorer la métrophotographie; des projets d'union en cours dont nous ne saurions rendre compte, indiquent même que cette collaboration va devenir courante.

Nous avons exposé dans l'introduction les raisons techniques qui ont dans le passé écarté la topographie de la métrophotographie, mais nous sommes persuadés qu'à la suite de la période actuelle d'évolution marquée par le début d'une compréhension mutuelle et par l'éclosion et le renouvellement rapide d'appareils toujours nouveaux, il s'opérera une fusion des deux tendances. Nous pouvons donc croire que, bientôt, sans doute, apparaîtront les appareils de restitution métrophotographiques automatiques, conformes aux principes de contrôle des topographes, c'est-à-dire utilisant pour la restitution simultanément trois clichés au moins.

## Photogrammetrie in den Niederlanden.

Von H. F. van Riel.

### I. Einleitung.

Der Umstand, daß im „Archiv für Photogrammetrie“ zum ersten Male einiges über die Photogrammetrie in den Niederlanden mitgeteilt wird, macht es notwendig, in kurzen Zügen den Entwicklungsgang dieser Technik, insofern von einer solchen gesprochen werden kann, zu beschreiben.

Dabei muß ich mich auf die Anwendungen auf geodätisch-kartographischem Gebiete beschränken, und nur nebenbei an die sehr wichtigen Arbeiten von weiland Prof. Dr. J. C. Kapteyn in Groningen, auf astronomischem Gebiete, und an die Anwendungen, welche auch in unserm Lande regelmäßig in der Röntgenologie stattfinden, erinnern.

Auch sind die Untersuchungen über die Verwendungsmöglichkeit der Photogrammetrie in Niederl.-Indien außer Betracht geblieben, mit Ausnahme eines Versuches, welcher zu diesem Zwecke in Holland selbst durchgeführt worden ist.

Vom Jahre 1875 ab hat das Vermessungswesen in Holland seine eigene Zeitschriftenliteratur. Schon in den Zeitschriften dieser ersten Zeit finden sich Andeutungen, daß man die Entwicklung der Photogrammetrie im Auslande mit Interesse verfolgt hat. Die ersten Mitteilungen [1] [2] betreffen Berichte über französische Versuche mit der Photographie aus Fesselballonen. Die Referenten knüpften daran phantastische Zukunftsträume, an deren Erfüllung sie wohl selber nicht glaubten.

Ganz anderer Art ist die Publikation des damaligen Landmessers C. J. Colpa, der im Jahre 1893 [3] in einer gediegenen Artikelreihe die Grundsätze der Photogrammetrie entwickelt und den Stand der Anwendung in Frankreich, Italien, Deutschland und Österreich beschreibt. Seine Antwort auf die Frage, ob die Methode auch für Holland Wert haben könnte, lautet verneinend. Seine Studie endet mit einem schwachen Hinweis auf die Verwendungsmöglichkeit in den Kolonien.

Wichtig für das Studium der Photogrammetrie in Holland war das Erscheinen der siebenten Auflage des sehr viel gebrauchten Lehrbuches der Geodäsie von Prof. Dr. Ch. M. Scholz [4], in das der Bearbeiter ein Kapitel über diese Technik aufnahm. Beim Erscheinen der achten Auflage (1908) wurde das Kapitel jedoch von einem neuen Bearbeiter aus Raummangel wieder gestrichen. Nicht mit Unrecht, denn die Möglichkeit, in unserem flachen Lande die terrestrischen Methoden anzuwenden, schien sehr gering.

Erst die Entwicklung des Flugwesens im Weltkriege eröffnete ganz neue Perspektiven. Jetzt konnte man an die Anwendung der Luftphotogrammetrie in Holland denken. Diese wurde nach Kriegsende dadurch sehr erleichtert, daß einige deutsche Firmen sich anboten, in Holland Versuche durchzuführen.

## II. Versuch bei Walcheren 1920/21.

Im Jahre 1920 kam ein Vertrag zwischen den niederländischen Behörden und den oben angedeuteten deutschen Firmen zustande, um Versuche auf hydrographischem Gebiete durchzuführen, besonders um den Wert des Verfahrens für die hydrographischen Aufnahmen in Niederl.-Indien festzustellen. Die dabei gestellten Anforderungen waren sehr schwer zu erfüllen. Aus einer oder mehreren Plattenserien sollte die Küste kartiert werden. Im Süden, auf der ersten Platte, waren drei Punkte als Festpunkte gegeben, im Norden auf der letzten Platte war noch ein Kontrollpunkt durch seine Koordinaten bekannt. Das war alles Gegebene, aus dem die ganze Karte aufgebaut werden sollte. Die Anforderungen waren für den damaligen Stand der Technik viel zu hoch. Selbst beim heutigen Stande der Methoden ist die Aufgabe noch als sehr schwer durchführbar zu bezeichnen.

Der Versuch mißlang, indem die Ergebnisse sehr ungenügend waren. Der Versuch wurde im „Marineblad“ 1922 von Kolonel J. Luymes beschrieben.

## III. Weitere Entwicklung.

Es ist sehr zu bedauern, daß die oben angedeuteten Versuche so leichtfertig, und mit sehr geringer Aussicht auf Erfolg unternommen wurden.

Die unternehmenden Firmen erreichten ihr Ziel nicht. Die niederländischen Behörden wandten sich von der Photogrammetrie ab, und erst sehr langsam hat sich ein Gesinnungswechsel eingestellt.

Während der Versuche bei Walcheren im Jahre 1921 wurde eine Kommission ernannt, um die verschiedenen damals bekannten Systeme der Flugzeugphotogrammetrie zu untersuchen. Es ist sehr begreiflich, aber bedauerlich, daß diese Kommission nach dem Bekanntwerden des Mißerfolges der Versuche bei Walcheren keine weiteren Versuche aufgenommen hat.

Die darauf folgenden Jahre bieten infolge dessen an photogrammetrischen Arbeiten nichts Neues.

In den Jahren 1922 und 1923 schrieb I. Boer Hzn in der Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde [5] über die Entwicklung der neueren Instrumente in Frankreich und Deutschland. Im Anschluß daran propagierte er, auf Grund der damals zur Verfügung stehenden Ergebnisse aus dem Auslande, die Anwendung der Photogrammetrie auf die Erneuerung und Fortführung des Katasters. Seine Projekte fanden jedoch in Katasterkreisen wenig Beifall.

Im Jahre 1922 hielt der Berichterstatter schon einige Vorträge über Photogrammetrie im „Landmeterscursus“ an der landwirtschaftlichen Hochschule in Wageningen. 1923 wurde das Fach bei der Neuaufstellung des Lehrprogramms des „Landmeterscursus“ als Lehrstoff vorgeschrieben. Seit diesem Jahre hält der Berichterstatter jährlich regelmäßig Vorträge über Photogrammetrie. Auch an der technischen Hochschule in Delft werden seit der Berufung von Herrn Prof. Dr. W. Schermerhorn im Jahre 1926 regelmäßig Vorträge über Photogrammetrie abgehalten.

Einen wesentlichen Schritt weiter auf dem Wege zu praktischen Untersuchungen brachte uns die Beschaffung einer Zeiß-Meßkammer ( $f = 21$  cm) und eines Entzerrungsapparates nach Roussilhe im Jahre 1925 durch den photo-technischen Dienst der Fliegertruppen, der unter der Leitung von Hauptmann J. H. Sar steht.

Dadurch wurde es möglich, selbst Versuche anzustellen und eigene Erfahrungen zu sammeln, so daß einerseits ein übertriebener Enthusiasmus etwas gebändigt, andererseits Interesse für die mit diesen Instrumenten erreichbaren Ergebnisse geweckt werden konnte. Die erste Erfahrung bestand darin, daß eine genaue Bestimmung von Festpunkten nicht entbehrt werden konnte.

#### IV. Versuch bei Wageningen 1926.

Im Jahre 1926 kam eine Vereinbarung zwischen Hauptmann Sar, Prof. Dieperink in Wageningen und dem Berichterstatter zustande, um einen Versuch durchzuführen, der die Genauigkeit des Entzerrungsverfahrens festzustellen erlauben sollte.

Dieser Versuch ist vollständig beschrieben in der Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde 1927 [6]. Der Vorgang war folgender:

In einem Terrain, von zirka 1 km<sup>2</sup>, in der Nähe von Wageningen befinden sich eine große Zahl von Festpunkten, die in gebräuchlicher Weise durch Steine und Pflöcke vermarkt sind, und welche alle nach Lage und Höhe

bestimmt wurden. Diese Punkte wurden mittels Leinwandstreifen aus der Luft sichtbar gemacht. Das Gelände wurde photographiert. Man bekam 5 Bilder aus zirka 1200 m und 4 Bilder aus zirka 2400 m Höhe. Auf jedem Bilde wurden 4 in günstiger Lage abgebildete Punkte als Festpunkte für die Entzerrung angenommen; auf einem Bilde aus 1200 m Höhe wurden außerdem noch 4 andere Punkte gewählt, um unabhängig von den ersten 4 Punkten eine zweite Entzerrung desselben Bildes vornehmen zu können. Die entzerrten Bilder wurden auf Bromsilberpapier aufgenommen, das nach der Methode Roussilhe auf eine Glasscheibe aufgeklebt war.

Die Bilder aus 1200 m Höhe wurden im Maßstab 1:2500, die anderen in 1:5000 entzerrt.

Die Entzerrung fand in Soesterberg bei den Fliegertruppen statt, die Ausmessung der Festpunkte wurde in Wageningen mit einem Koordinatographen Coradi vorgenommen.

Nachdem die Lage aller Festpunkte von dem Einfluß der Höhenunterschiede befreit worden war, fanden wir als mittlere Lagefehler:

aus den Bildern 1:2500 0·156 mm aus 50 Punkten,

aus den Bildern 1:5000 0·120 mm aus 86 Punkten.

Die Ergebnisse waren also sehr günstig, die Genauigkeit war sehr groß, besonders wenn man berücksichtigt, daß bei diesem Versuche noch jede Übung fehlte.

Bei der Durchführung dieser Versuche zeigte es sich, daß das Sichtbarmachen einer so großen Zahl von Grenzpunkten wie sie für eine eventuelle Katastervermessung aus der Luft notwendig ist, in unserem stark parzellierten Boden so große Schwierigkeiten mit sich bringen würde, daß die Verwendung des Verfahrens zur Aufnahme von Eigentumsgrenzen als ausgeschlossen betrachtet werden muß.

### V. Triangulationskommission.

Im Jahre 1925 war von dem Kriegs- und dem Finanzministerium eine Triangulationskommission eingesetzt worden mit dem Auftrage, die Messungen des Katasters, der Meßtruppen und der Landesaufnahme miteinander in Beziehung zu bringen und Regeln für die Durchführung dieser Messungen aufzustellen. Die Kommission hatte sich schon im selben Jahre entschlossen, auch die Photogrammetrie zum Gegenstand ihrer Studien zu machen.

Die guten Erfolge des Versuches bei Wageningen, verbunden mit der näheren Bekanntschaft mit den Ergebnissen im Ausland, die besonders durch die Teilnahme einiger ihrer Mitglieder am Kongreß der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie im Jahre 1926 in Berlin vermittelt wurde, führte die Kommission zum Entschluß, eigene Versuche anzustellen.

Im Jahre 1927 wurde eine Subkommission (Ausschuß) gebildet, die mit diesen Versuchen beauftragt wurde.

Weil der Leiter der Meßtruppen und der Direktor der topographischen Abteilung der Landesaufnahme in diesem Ausschusse sitzen, ist die Zusammenarbeit auf geodätischem, topographischem und kartographischem Gebiete so

gut wie nur möglich gesichert. Für die Beschaffung der Bilder und deren Entzerrung waren die Fliegertruppen stets in zuvorkommendster Weise und im raschesten Tempo besorgt.

#### VI. Versuch Hilvarenbeek 1928 mit dem Entzerrungsgerät Roussilhe.

Der erste Versuch war bestimmt, die Eignung des Apparates Roussilhe für die Herstellung von topographischen Karten festzustellen.

In Holland werden diese Karten bis jetzt durch Verkleinerung der Katasterkarten erstellt. Diese Verkleinerungen werden in Bleistift bearbeitet, nachher mit dem Gelände verglichen, ergänzt und dann in Tusche ausgezogen.

Für die Höhenverhältnisse findet eine besondere Höhenaufnahme statt.

Die holländischen Katasterblätter bilden jedoch nicht ein fest zusammengefügt Ganzes, vielmehr hat jede Gemeinde ihr eigenes Koordinatensystem, das nur mittels der Bussole orientiert worden ist.

Das Zusammenfügen der Katasterblätter bietet deshalb dem Bearbeiter zahlreiche Schwierigkeiten, und die erwünschte Genauigkeit wird deswegen in vielen Fällen nicht erreicht. In diesen Fällen könnten entzerrte Luftaufnahmen die Grundlage für die topographischen Karten liefern. Neben einer Erhöhung der Genauigkeit könnte bei der Aufnahme Zeit gewonnen werden, weil die Bilder das Gelände viel besser wiedergeben als die in mancher Hinsicht veralteten Katasterblätter.

Eine Wiederholung der Genauigkeitsbestimmung des Verfahrens war nicht geplant.

Mit Rücksicht auf den erwünschten Maßstab der Entzerrung wurde die Flughöhe auf zirka 4200 m vorgeschrieben. Der Bildmaßstab war also zirka 1:20.000; die Bilder wurden im Maßstab 1:10.000 entzerrt.

Den Fliegern wurde eine Fläche von zirka 30 km<sup>2</sup> in der Nähe von Hilvarenbeek angewiesen. Die im Herbst 1927 mit der Zeiß-Kamera aufgenommenen Bilder genügten nicht, weil die Orientierung nicht gut innegehalten und die Überdeckung der Bilder zu unregelmäßig war. Im Frühjahr 1928 wurden die Aufnahmen mit gutem Erfolge wiederholt.

In jedem Bilde wurden darauf 4 gut sichtbare Punkte in günstiger Lage aufgesucht, ins Gelände übertragen und von den Meßtruppen landmesserisch bestimmt.

Die Entzerrung lieferte Bilder von guter Qualität und Genauigkeit.

Durch die topographische Abteilung der Landesaufnahme wurden die Entzerrungen zu einer topographischen Karte verarbeitet: die eine Hälfte im Maßstab 1:10.000, die andere zwar auch im Maßstab 1:10.000, aber Signaturen und Beschriftung dermaßen vergrößert, daß die photographische Verkleinerung sofort eine topographische Karte 1:25.000 liefern wird.

Schon beim Versuche in der Nähe von Wageningen hatte man einige Bilder nach Roussilhe mit Tusche ausgezogen und das Bromsilberbild nachher ausgebleicht. Sogar in dem großen Maßstab 1:5000 waren diese Zeichnungen nur mittelmäßig gelungen. Es stand zu befürchten, daß die Anwendung dieses Verfahrens auf topographische Karten in kleinerem Maßstab noch viel mehr



Schwierigkeiten bieten würde. Deshalb wurde der Entschluß gefaßt, die entzerrten Bilder mit einem Quadratnetz in Bleistift zu überziehen und mittels dieses Netzes die abzubildenden Linien auf ein auf Aluminium aufgezoogenes Blatt Papier in Bleistift zu übertragen. Diese Bleistiftzeichnung wurde nachher mit dem Gelände verglichen und nach der bei der Landesaufnahme gebräuchlichen Weise ergänzt.

Der offizielle Bericht über diesen Versuch wird in diesem Sommer fertiggestellt werden. Es kann jetzt schon gesagt werden, daß die Bearbeitung der entzerrten Bilder zu einer topographischen Karte sehr viel Zeit in Anspruch nimmt.

### VII. Versuch den Hout 1929 mit dem Autograph Wild.

Im Jahre 1929 empfing die Triangulationskommission von der Firma H. Wild A.-G. in Heerbrugg, in Holland vertreten durch die Firma Wed. J. Ahrend en Zoon, das Angebot zu sehr günstigen Bedingungen Versuche mit dem Wild-Autographen anzustellen. Nach Genehmigung des Vorschlages durch die Behörden wurde ein Gelände von rund 20 km<sup>2</sup> mit einer Wild-Kamera (Plattenformat 13 × 13 cm, Brennweite 16.5 cm), welche in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt worden war, aus einer Höhe von 2600 m nach einer von der Firma angegebenen Methode aufgenommen. Nach dieser Methode bilden je zwei aufeinander folgende Aufnahmen ein Paar mit 100% Überdeckung. Das erste Bild wird unter bestimmter Achsenneigung, das zweite senkrecht aufgenommen. Im ganzen wurden 10 Bildpaare hergestellt.

Auch bei diesem Versuche lieferten die Meßtruppen die erforderlichen Koordinaten. Die Auswertung erfolgte im Herbst 1929 in den Räumen der Firma Wild, ausgeführt vom Personal dieser Firma im Beisein zweier Mitglieder der Kommission. 18 km<sup>2</sup> wurden in sehr kurzer Zeit, in zirka 46 Stunden, unmittelbar aus den Negativen im Maßstabe 1:10.000 in Bleistift gezeichnet und für die Erkundung präpariert. Die Karte ist so bearbeitet, daß daraus unmittelbar eine photolithographische Karte 1:25.000 durch Verkleinerung hergestellt werden kann.

Wegen ungenügender Überdeckung der Bildreihen blieben einige Lücken bestehen, welche mit Hilfe der Katasterkarten ausgefüllt worden sind.

Zur Bestimmung der Genauigkeit des Verfahrens sind in diesem Jahre Kontrollmessungen ausgeführt worden. Die Berechnung ist bis heute noch nicht abgeschlossen. Der offizielle Bericht wird aber bald erscheinen.

### VIII. Versuch Oosterhout 1930 mit dem Aerokartograph Hugershoff.

Ein ungefähr gleicher Versuch wird im Jahre 1930 mit den Instrumenten der Firma Aerotopograph in Dresden, welche von dieser Firma ebenfalls in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt wurden, durchgeführt werden. Die Aufnahmen wurden wieder durch die Fliegertruppen ausgeführt mit einer Kamera 13 × 18 cm,  $f=18$  cm aus einer Höhe von zirka 2700 m. Auch für diesen Versuch ist ein Gelände von rund 20 km<sup>2</sup> gewählt worden. Die Auswertung ist im Maßstab 1:12.500 geplant, um daraus durch Verkleinerung eine topographische Karte 1:25.000 herzustellen.

### IX. Versuch Biesboschpolder 1930.

Für das Kataster wird in diesem Jahre ein Versuch angestellt zur Kartierung von krummen, Wirtschaftsgrenzen bildenden Wasserläufen (keine Eigentumsgrenzen) in einem neu eingedeichten Polder in der Nähe von Dordrecht (Biesboschpolder). Die Paßpunkte werden aus den Bildern aufgesucht und dann landmesserisch bestimmt.

### X. Weitere Versuche im Jahre 1930.

Für das Jahr 1930 sind noch weitere Versuche geplant, um festzustellen, mit welcher Genauigkeit Koordinaten aus in bestimmt vorgeschriebenem Maßstab entzerrten Fliegerbildern entnommen werden können. Damit verbunden, soll eine Untersuchung durchgeführt werden, in welchem Maße die Nadirpunkt-triangulation von Nutzen sein kann.

### Verzeichnis der zitierten Literatur.

1. Archief voor het Kadaster 1875, S. 150/1.
2. Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde 1886 van Beurden: Het Fransche toekomstkadaster.
3. T. v. K. e. L. 1893 C. J. Colpa. De fotografie als hulpmiddel voor architectuur en terreinopnemingen.
4. Dr. Ch. M. Schols Landmeten en waterpassen. 7. Aufl. 1904, 8. Aufl. 1908.
5. T. v. K. e. L. 1922 I. Boer Hzn. Bezuiniging bij het Kadaster.  
1923 J. Boer Hzn. Het a b c der fotogrammetrie voor kadastrering van horizontaal terrein.  
1923 I. Boer Hzn. Fototopografie.
6. T. v. K. e. L. 1927 H. F. van Riel Proeven omtrent het vervaardigen van kaarten met behulp van foto's uit vliegtuigen opgenomen in de omgeving van Wageningen.

### Nachschrift der Redaktion.

Die Berichte über die photogrammetrischen Arbeiten in Niederländisch-Indien werden jährlich im „Jaarverslag van den Topografischen Dienst in Nederlandsch-Indie“ veröffentlicht.

Wir verweisen auf die Jahresberichte 1928 und 1929.

## **Landesreferat über die in Ungarn hergestellten photogrammetrischen Karten.**

Zusammengestellt von Aurel Kruttchnitt, Oberst a. D. des K. ung. Kartographischen Institutes und Vizepräsident der Ung. Photogrammetrischen Gesellschaft.

Im Monate Oktober 1928 gab ich in meinem Vortrag anlässlich des mit der „Internationalen Luftfahrtausstellung in Berlin“ verbundenen Internationalen Photogrammetrischen Kongresses einen gedrängten Abriß über die photogrammetrische Tätigkeit Ungarns und wies einerseits auf unsere Erfahrungen zweier Arbeitsjahre, andererseits auf die Anfangsschwierigkeiten hin, die wir auf stereophotogrammetrischem Gebiete zu bewältigen hatten. Seither sind nunmehr zwei weitere Jahre verflossen, während welcher Zeitspanne wir unsere Bemühungen auf photogrammetrischem Gebiete fortsetzten; über das erreichte Resultat und unsere Erfahrungen habe ich nun die Ehre vor dem Internationalen Photogrammetrischen Kongreß in Zürich Bericht zu erstatten.

In Ungarn liegt die praktische Betätigung auf dem Gebiete der Photogrammetrie in den Händen des Staates. Durch die orographischen Verhältnisse unseres Landes bewogen, nahmen wir von der Verwendung der terrestrischen Photogrammetrie überhaupt Abstand und richteten uns ausschließlich für die Aerophotogrammetrie ein. Wir führten sowohl die Aerostereophotogrammetrie wie die Entzerrung von Luftbildern ein.

Nach Heranbildung des notwendigen Personals stellten wir die Aerophotogrammetrie in den Dienst der Landestopographie, um uns darüber Gewißheit zu verschaffen, mit welchen Ergebnissen man diesfalls rechnen könne.

Bei diesen Arbeiten legten wir vor allem das Hauptgewicht auf die Klärung folgender Fragen:

A. Die für unsere Verhältnisse am besten geeignete Auswertungsmethode zu finden.

B. Die mit den Auswertegeräten erreichbare Genauigkeit kennen zu lernen.

C. Festzustellen, in welchem Verhältnisse die Wirtschaftlichkeit dieses Verfahrens zu jener der gewöhnlichen Meßtischaufnahme steht.

Um nun diese Fragen zu erörtern, teile ich meine Ausführungen in zwei Abschnitte: I. Entzerrungsarbeiten, II. Arbeiten mit dem Stereoplanigraph.

### **I. Entzerrung.**

#### **A. Arbeitsvorgang.**

Die Entzerrungsarbeit näher zu beschreiben ist nicht mein Zweck, ich will nur den Vorgang beleuchten, der sich in Ungarn herausgebildet hat.

Zur Wahrung der Einheitlichkeit berühre ich nicht nur die Änderungen in der Arbeitsmethode, sondern ich habe auch die in Berlin 1928 und 1929 und in Wien 1930 gehaltenen Vorträge benutzt, insofern sie keine Änderung erfuhren.

Wie bekannt, arbeiten wir bei der Entzerrung nur mit einer Platte, aus der nur zwei Dimensionen zu entnehmen sind. Es kann daher dieses Verfahren vornehmlich in ebenem oder nahezu ebenem Gelände angewendet werden.

Da der orographische Aufbau Ungarns 60 v. H. Flachland aufweist, ist die Bedingung zur Anwendbarkeit gegeben.

Der Arbeitsgang bei der Entzerrung wird in folgenden Schritten durchgeführt:

1. Die Vorbereitung des Geländes.
2. Lichtbildaufnahme des Terrains auf Grund des Flugplanes.
3. Entzerrung der Luftaufnahmen.
4. Topographische Bearbeitung des entzerrten Gebietes.

Ad 1. Die bereits vorhandenen Triangulierungspunkte des Gebietes werden aufgesucht und zum Zwecke der Luftaufnahme mit weiß getünchten Dachpappeblättern, welche nach geometrischen Formen ausgelegt werden, kenntlich gemacht.

Das Verdichten des Grundnetzes vor dem Fluge wenden wir nur soweit an, daß auf je 3 km<sup>2</sup> ein Punkt falle.

Ad 2. Bei der Luftaufnahme sind besonders zwei Dinge von Wichtigkeit:

- a) die Flughöhe,
- b) der gegenseitige Anschluß der Platten.

Ad a). Bei der Festsetzung der Flughöhe müssen die Forderung nach Rentabilität und jener nach Genauigkeit miteinander in Einklang gebracht werden. Nach ersterer Forderung wäre eine möglichst große Flughöhe erwünscht. Die meteorologischen Verhältnisse Ungarns (Temperatur, deckende Wirkung der Luftschichten) in Betracht gezogen, kann die Höhe, aus welcher im allgemeinen schleierfreie Bilder zu erzielen waren, mit 3500—4000 m angegeben werden.

Die Flugzeit dauerte vom April bis Oktober und die besten Ergebnisse zeigten Perutz-Spezialfliegerplatten.

Bezüglich der Wirtschaftlichkeit gehen unsere Erfahrungen dahin, daß das Plattenmaß von 1 : 17.500 jenes Minimum darstellt, wo noch die für die Karte 1 : 25.000 gewünschten Details zu erkennen sind. Mit der Zeiß-Handmeßkammer von 210 mm Brennweite kann der Plattenmaßstab von 1 : 17.500 in 3700 m Flughöhe erreicht werden. Daher ist die Meßkammer mit 210 mm Brennweite für unsere topographische Karte 1 : 25.000 die vorteilhafteste.

Ad b). Auf einer Platte 13×18 cm ist bei einem Maßstab 1 : 17.500 6·25 km<sup>2</sup> Fläche enthalten. Wenn nun auf je 3 km<sup>2</sup> ein Triangulierungspunkt fällt, so enthält jede Platte deren zwei. Da zur Einstellung im Entzerrungsgerät 4—6 Punkte notwendig sind, so bestimmen wir die fehlenden mit dem Geräte selber. Hiezu ist es aber Bedingung, daß sich die Platten innerhalb der Reihen um 60 v. H. überdecken. Die seitliche Überdeckung der Reihen soll 30 v. H. erreichen.

Vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit ist es von Vorteil, wenn der Flugplatz vom abzufliegenden Gelände nicht weit entfernt ist und wenn am selben ein Laboratorium zur Verfügung steht, so daß das photographische Material an Tagen, welche zum Fluge nicht geeignet sind, aufgearbeitet und die nötigen Ergänzungen festgestellt werden können.

Ad 3. Beim Entzerren der Luftaufnahmen unterscheiden wir drei Phasen:

- a) das Vorbereiten der Flugbilder,
- b) das Entzerren auf lichtempfindliches Papier,
- c) das Zusammenfügen der entzerrten Kopien zu einer Photokarte von richtigem Maßstabe.

Ad a). Die Triangulierungspunkte und die mittels des Entzerrungsgerätes zu bestimmenden Punkte werden auf der Platte ausgestochen, überdies werden die Triangulierungspunkte im Maßstabe 1 : 10.000 auf ein Zeichenpapier, das auf eine Aluminiumplatte aufgezogen wurde (Fundamentalblatt) aufgetragen. Beim Einstellen der Platten auf dem Fundamentalblatt werden vorerst die noch unbekanntenen Punkte bestimmt, wobei von einer Platte, die 4—5 bekannte Punkte enthält, ausgegangen wird.

Ad b). Nachdem wir solcherweise alle noch unbekanntenen Punkte bestimmt haben, folgt nun das eigentliche Entzerren auf lichtempfindliches Papier. Zur Erleichterung der weiteren Arbeit versehen wir unser Entzerrungsgerät mit einem im Maße 1 : 10.000 gehaltenen Glasgitternetz. Nach Einstellung der Platten wird

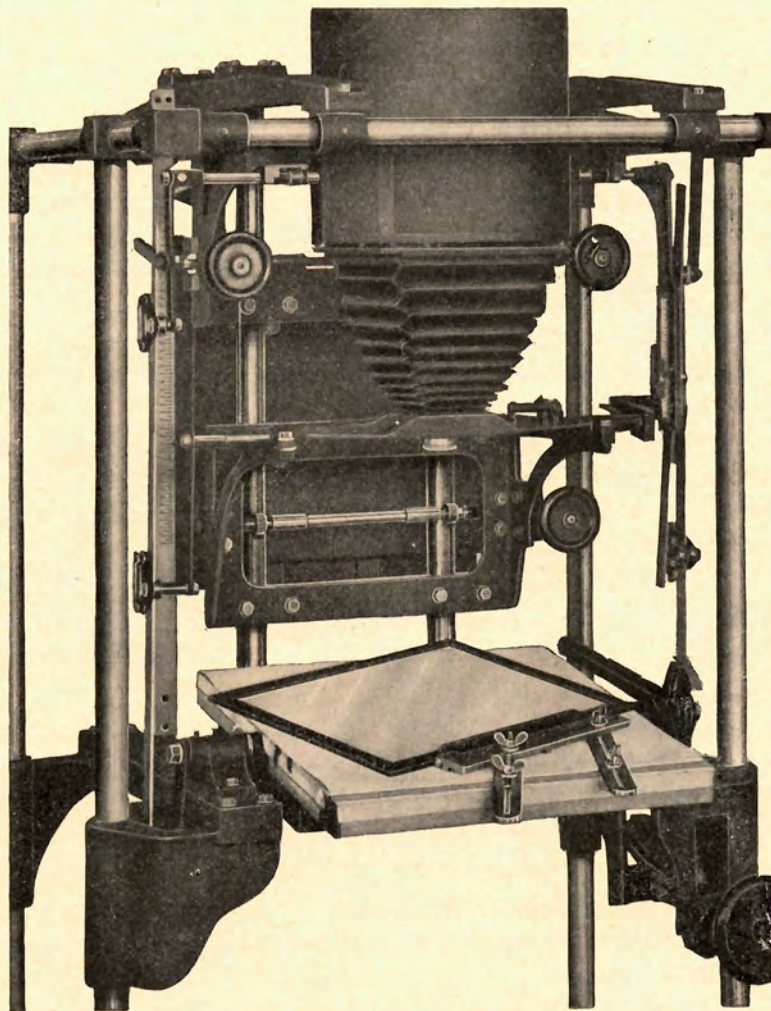


Fig. 1.

Das mit dem Glasgitternetz ausgerüstete Entzerrungsgerät.

an die Stelle des Fundamentalblattes diese Glasplatte gesetzt, so daß sich das Netz beim Exponieren auf der Kopie abbildet. Die verzerrende Wirkung der Glasplatte kann bis zu  $6^\circ$  Nadirdistanz mit einer für die Praxis vollauf genügenden Genauigkeit durch Änderung des Maßstabes und der Neigung behoben werden.

Ad c). Die entzerrten Kopien werden nun entlang von Netzlinien, die in der Nähe der zur Einstellung verwendeten Punkte verlaufen, zerschnitten und hernach mit nassem Klebemittel auf ein mit einem Netz 1 : 10.000 versehenes und auf eine Zinkplatte aufgespanntes Zeichenpapier aufgeklebt. Durch den nassen Klebstoff dehnen sich die zusammengeschrumpften Kopien wieder aus und so geht das Zusammenpassen der beiden Netze leicht vonstatten.

Ad 4. Behufs topographischer Bearbeitung wird die Photokarte von 1 : 10.000 auf das Maß 1 : 25.000 verkleinert. Auf diesem Blatte werden die Geripperteile zeichenschlüsselgemäß schwarz eingezeichnet. Die Höheneinmessung des Geländes geschieht mittels Flächennivellierung. Schließlich wird mit Beendigung der Arbeiten im Gelände zum Zwecke der Vervielfältigung eine Reinzeichnung gemacht.

### B. Genauigkeitsuntersuchungen.

Die zweite Frage, welche in Verbindung mit dem Entzerrungsverfahren auftaucht wäre die: auf welche Genauigkeit können wir rechnen, beziehungsweise für Karten welchen Maßstabes eignet sich das beschriebene Verfahren?

Mit den Einzelheiten dieser Fragen befaßte sich Dipl. Ing. Géza Hankó in seinem in Berlin am 25. Oktober 1929 gehaltenen Vortrage, daher will ich hier nur eine kurze Zusammenfassung beziehungsweise die Resultate der seither angestellten Untersuchungen geben.

Nachdem unser Verfahren auf der Anwendung des Gitternetzes basiert ist und die Brauchbarkeit dieses wieder eine Funktion der Nadirdistanz ist, mußte daher zuerst festgestellt werden, mit welcher Genauigkeit der Fliegerbeobachter die ihm vorgeschriebene Neigung einhalten könne.

Ich will hier einflechten, daß uns zu den Flugaufnahmen nur die Zeißsche Handmeßkammer von 21 cm Brennweite zum Gebrauche von Platten zu Gebote stand, diese Kammer stellt, wie es natürlich ist, den Beobachter vor erhöhte Anforderungen.

Die diesbezüglichen Untersuchungen dehnten wir auf Aufnahmen mehrerer Serien aus. Zusammen wurden 122 Platten untersucht, die alle mit lotrechter Achse geplant waren. Von diesen Platten zeigte eine die Nadirdistanz von  $6.5^\circ$ , eine  $6^\circ$ , die anderen 120 unter  $6^\circ$ .

Das Mittel der Abweichungen betrug  $2.1^\circ$ .

Die zweite Frage, welche mit der Anwendung des Glasgitternetzes zusammenhängt, wäre: Welches ist die Genauigkeit des auf die entzerrten Kopien mitphotographierten Netzes?

Die diesbezüglichen Untersuchungen pflogen wir auf den entzerrten Kopien von 24 Platten im Maße von 1 : 10.000, und zwar wurden die Detailkoordinaten von 93 Triangulierungspunkten gemessen. Aus diesen 186 Messungen ergab sich

der mittlere Lagefehler des Netzes je nach der Nadirdistanz der Aufnahme zu  $\pm 0.16$  bis  $\pm 0.21$  mm.

Die dritte Frage bezieht sich auf die Genauigkeit der Photokarte selber. Die Untersuchung bewerkstelligten wir derart, daß wir, von dem auf die Zinkplatte aufgespannten Fundamentalblatte ausgehend, die Triangulierungspunkte auf die Photokarte auftrugen und nunmehr die Abweichung dieser Punkte von den auf der Photographie ersichtlichen Punkten abnahmen.

Da der Anschluß der entzerrten Kopien im Gebiete der gemeinsamen Paßpunkte geschieht, kann man mit vollem Rechte von den Lagefehlern dieser Triangulierungspunkte auf die Genauigkeit der Photokarte schließen, da ja der übrige Teil zwischen diese Punkte interpoliert ist.

Die Untersuchungen geschahen teils auf Blättern im Maße 1 : 12.500, teils auf solchen von 1 : 10.000. Der mittlere Fehler ergab sich im Maße 1 : 12.500 zu  $\pm 0.31$ ,  $\pm 0.33$ ,  $\pm 0.32$ , im Maße 1 : 10.000 zu  $\pm 0.4$  mm. Der Maximalfehler überstieg nirgends 7.5 m.

Neuere Genauigkeitsuntersuchungen führten wir auf zwei Aufnahmeblättern im Maße 1 : 10.000 durch.

Wir nahmen wieder die Abweichungen der auf der Photokarte ersichtlichen und der konstruierten Punkte ab, außerdem auch die Differenzen der identischen Netz Eckpunkte. Die Meßresultate und die aus ihnen errechneten mittleren Fehler sind in den folgenden Tabellen enthalten.

Aufnahmeblatt Nr. 5266/2 S. O. Fläche 85 km<sup>2</sup>, Maßstab 1 : 10.000; die Resultate bezüglich der Triangulierungspunkte sind folgende:

Zahl der Punkte	$\varepsilon$	$[\varepsilon]$	$\varepsilon\varepsilon$	$[\varepsilon\varepsilon]$
	mm		mm <sup>2</sup>	
5	0.0	0.0	0.00	0.00
1	0.1	0.1	0.01	0.01
4	0.2	0.8	0.04	0.16
5	0.3	1.5	0.09	0.45
3	0.4	1.2	0.16	0.48
7	0.5	3.5	0.25	1.75
6	0.6	3.6	0.36	2.16
3	0.7	2.1	0.49	1.47
4	0.8	3.2	0.64	2.56
1	0.9	0.9	0.81	0.81
39		16.9		9.85

Die durchschnittliche Abweichung:  $\frac{16.9}{39} = 0.43$  mm.

Der mittlere Fehler:  $\mu_t = \sqrt{\frac{9.85}{39}} = \pm 0.50$  mm.

„ $\varepsilon$ “ bezeichnet die gemessenen Abweichungen.

Die Abweichungen der identischen Netzeckpunkte desselben Blattes und der mittlere Fehler sind folgende:

Zahl der Netzeck- punkte	$\varepsilon$	$[\varepsilon]$	$\varepsilon\varepsilon$	$[\varepsilon\varepsilon]$
	mm		mm <sup>2</sup>	
9	0.0	0.0	0.00	0.00
18	0.1	1.8	0.01	0.18
20	0.2	4.0	0.04	0.80
5	0.3	1.5	0.09	0.45
8	0.4	3.2	0.16	1.28
2	0.5	1.0	0.25	0.50
3	0.6	1.8	0.36	1.08
2	0.7	1.4	0.49	0.98
1	1.2	1.2	1.44	1.44
1	1.3	1.3	1.69	1.69
1	1.5	1.5	2.25	2.25
70		18.7		10.65

Die durchschnittliche Abweichung:  $\frac{18.7}{70} = 0.27$  mm.

Der mittlere Fehler:  $\mu_r = \sqrt{\frac{10.65}{70}} = \pm 0.40$  mm.

„ $\varepsilon$ “ bezeichnet die gemessenen Abweichungen.

Die Fehler der Netzeckpunkte sind charakteristisch für die Güte des Klebverfahrens. Der mittlere Fehler der Photokarte enthält einerseits den mittleren Fehler der Entzerrung, andererseits den des Klebens. Nachdem aber die erste und die letzte Größe bekannt ist, kann der mittlere Fehler der Entzerrung, nach dem Satze über den mittleren Fehler einer Funktion, gerechnet werden.

Die Funktion ist:  $E_t = \pm E_v \pm E_r$ ; wo  $E_t$  den ganzen Fehler,  $E_v$  den Fehler der Entzerrung und  $E_r$  den Fehler des Klebens bedeuten.

In diesem Falle ist:  $\mu_t = \sqrt{\mu_v^2 + \mu_r^2}$  und  $\mu_v = \sqrt{\mu_t^2 - \mu_r^2}$ .

Daher  $\sqrt{0.5^2 - 0.4^2} = \pm 0.3$  mm.

Der Fehler der Entzerrung „ $\mu_v$ “ enthält einerseits den Fehler der Platteneinstellung (Maßstab, Neigung, Kantung), andererseits die Verzerrung hervorgerufen durch das Glasgitternetz.

Die verhältnismäßig bedeutende Größe des mittleren Fehlers  $\mu_t$  findet ihre Erklärung in den ungünstigen Umständen des Photographierens. Es war nämlich die Einhaltung der 60% Überdeckung innerhalb der einzelnen Reihen und Überdeckung von 30% der Reihen selber bei dem herrschenden Seitenwind selten zu gewährleisten.



Aufnahmeblatt Nr. 5266/2 S. W. Fläche 85 km<sup>2</sup>, Maßstab 1 : 10.000, die Meßresultate beziehungsweise der mittlere Fehler bezüglich der Festpunkte sind folgende:

Zahl der Triangulierungspunkte	$\varepsilon$	$[\varepsilon]$	$\varepsilon\varepsilon$	$[\varepsilon\varepsilon]$
	mm		mm <sup>2</sup>	
5	0·0	0·0	0·00	0·00
3	0·1	0·3	0·01	0·03
2	0·2	0·4	0·04	0·08
8	0·3	2·4	0·09	0·72
7	0·4	2·8	0·16	1·12
3	0·5	1·5	0·25	0·75
3	0·6	1·8	0·36	1·08
3	0·7	2·1	0·49	1·47
34		11·3		5·25

Die durchschnittliche Abweichung:  $\frac{11·3}{34} = 0·33$  mm.

Der mittlere Fehler:  $\mu_t = \sqrt{\frac{5·25}{34}} = \pm 0·39$  mm.

„ $\varepsilon$ “ bedeutet die gemessenen Abweichungen.

Auf demselben Blatte waren die Abweichungen der Netzeckpunkte und der mittlere Fehler folgende:

Zahl der Netzeckpunkte	$\varepsilon$	$[\varepsilon]$	$\varepsilon\varepsilon$	$[\varepsilon\varepsilon]$
	mm		mm <sup>2</sup>	
35	0·0	0·0	0·00	0·00
11	0·1	1·1	0·01	0·11
13	0·2	2·6	0·04	0·52
9	0·3	2·7	0·09	0·81
5	0·4	2·0	0·16	0·80
4	0·5	2·0	0·25	1·00
2	0·7	1·4	0·49	0·98
79		11·8		4·22

Die durchschnittliche Abweichung:  $\frac{11·8}{79} = 0·15$  mm.

Der mittlere Fehler:  $\mu_r = \sqrt{\frac{4·22}{79}} = \pm 0·24$  mm.

„ $\varepsilon$ “ bedeutet die gemessenen Abweichungen.

Da die Fehler der Netzeckpunkte auch gleichzeitig die des Klebens sind, so können wir mittels der Formel für den mittleren Fehler einer Funktion wieder den Fehler des Entzerrrens berechnen:

$$\mu_v = \sqrt{0.39^2 - 0.24^2} = \pm 0.31 \text{ mm.}$$

Bei unseren früheren Untersuchungen erhielten wir für diesen Fehler kleinere Werte ( $\pm 0.16$  und  $\pm 0.21$  mm), diese Tatsache erklärt sich daraus, daß dort sowohl das Einstellen der Platten wie auch die Fehleruntersuchung selbst mit Zuhilfenahme von numerisch bestimmten Punkten geschah, bei den zwei oben angeführten neuen Untersuchungen hingegen wurden auch mit dem Entzerrungsgeräten selbst gewonnene Punkte benützt.

Sowohl der im Maße 1 : 12.500 erhaltene mittlere Fehler von  $\pm 0.32$  mm wie auch der im Maße 1 : 10.000 erhaltene von  $\pm 0.4$  mm ergeben  $\pm 4$  m in der Natur und  $\pm 0.5$  mm Fehler  $\pm 5$  m. Wenn wir nun bei Meßtischaufnahmen für Karten kleineren Maßstabes den graphischen Fehler mit  $\pm 0.2$  mm ansetzen, was ja schon wegen des Überhaltens und des Generalisierens gerechtfertigt erscheint, so ergibt  $\pm 0.2$  mm im Maße 1 : 20.000  $\pm 4$  m, im Maße 1 : 25.000  $\pm 5$  m Fehler. Hiernach haben wir also eine für den Maßstab 1 : 20.000 beziehungsweise 1 : 25.000 in jeder Hinsicht entsprechende Photokarte erhalten.

### C. Frage der Wirtschaftlichkeit.

Wie ich bereits erwähnte, bildet die im Maße 1 : 10.000 erhaltene Photokarte die Grundlage der topographischen Aufnahme 1 : 25.000.

Es ist nun naheliegend, sich die Frage vorzulegen: in welchem Verhältnis die Kosten der terrestrischen Meßtischaufnahme 1 : 25.000 zu jenen der Aufnahme unter Zugrundelegung eines Photoplanes stehen?

Bei diesem Vergleiche wurde natürlich in Rücksicht gezogen, daß sich die Triangulierung bei uns mit geringen Ausnahmen über das ganze Land erstreckt, wir daher auf je 2—3 km<sup>2</sup> einen Punkt besitzen. Der Zweck der geodätischen Vorbereitung ist daher vornehmlich die Höhenmessung und stellenweise die Punktverdichtung oder eventuell das Ersetzen verlorengegangener Punkte. Sowohl die Kosten dieser Arbeiten wie auch diejenigen der Vervielfältigung nach Fertigstellen der Reinzeichnung sind in beiden Fällen die nämlichen.

Den Vergleich führte ich an einer Aufnahmesektion 1 : 25.000 — Fläche 260 km<sup>2</sup> — durch; die Ergebnisse sind in der 1. Beilage niedergelegt. Die Reihenfolge der Kosten wählte ich entsprechend der zeitlichen Folge der Arbeiten.

Wie aus dem Vergleich ersichtlich ist, erzielten wir beim phototopographischen Verfahren eine Kostenersparnis von 7—15 v. H. gegenüber der terrestrischen Meßtischaufnahme. Nachdem aber in der Aerophotogrammetrie noch weitere Fortschritte zu gewärtigen sind, so wird sich auch diese Kostenersparnis wohl noch vergrößern und dadurch den Schwerpunkt der Aufnahmemethoden noch mehr zugunsten der Photokarte verschieben.

Für die Zwecke der Entzerrung wurden bis heute 1800 km<sup>2</sup> photographiert.

Hievon sind:

zu Photokarten verarbeitet . . . . .	1160 km <sup>2</sup> ,
in photogrammetrischer Arbeit . . . . .	640 km <sup>2</sup> ,
zu topographischen Karten verarbeitet . . .	720 km <sup>2</sup> ,
gegenwärtig in topographischer Arbeit . . .	320 km <sup>2</sup> .

In der Ausstellung sind zwei nach dem geschilderten Verfahren bearbeitete Aufnahmesektionen 1 : 25.000, sowie die alten und neueren topographischen Karten desselben Gebietes zu sehen. Ferner haben wir die Photokarten von zwei Städten im Maße 1 : 10.000 ausgestellt, bei welchen wir auch die Lufttriangulierung verwandten und eine topographische Versuchsaufnahme 1 : 10.000 und deren Blaupause.

## II. Stereophotogrammetrie.

A. Die mit dem Stereoplanigraphen auszuführenden Arbeiten gliedern sich wie folgt:

- a) Geodätische Vorbereitung des Gebietes und Bezeichnen der Triangulierungspunkte.
- b) Luftaufnahmen.
- c) Graphische Ergänzung der Triangulierung auf Grund der Aufnahmen.
- d) Auswertung der Aufnahmen.
- e) Ergänzung der Karten bei Geländebegehungen.

Ein genaues Eingehen auf diese einzelnen Punkte erübrigt sich, da dies bei den Vorträgen geschah, die ich im Jahre 1928 anlässlich des Internationalen Photogrammetrischen Kongresses in Berlin, dann 1930 in Wien hielt. Ich will hier nur das erwähnen, was mir zum Verständnis des in Klärung begriffenen Vorganges wesentlich erscheint.

Ad a) und c). Die geodätische Vorbereitung geschieht derart, daß zur Einstellung eines konvergenten Plattenpaares wenigstens vier numerisch oder graphisch bestimmte Fundamentalpunkte vorhanden seien. Die bereits vorhandenen Punkte werden mit weißgetünchter Dachpappe ausgelegt; auf Grund der Luftaufnahmen wird die örtliche Lage der noch zu bestimmenden Punkte ausgewählt und diese oft numerisch, meistens aber graphisch bestimmt.

Ad b). Zur Auswertung benützen wir ausschließlich den Bauersfeld-Zeißschen Stereoplanigraphen. Mit diesem Geräte arbeiten wir jährlich 260—300 km<sup>2</sup> Fläche auf, 16stündige Arbeitszeit vorausgesetzt. Das Auswerten selber geschieht im Maße 1 : 10.000, dieser Plan bildet die Grundlage zur Ausgabe der topographischen Karte 1 : 25.000.

Der vertikale Abstand der Schichtenlinien beträgt 10 m, derjenige der Hilfsschichtenlinien 5 und 2.5 m. Das Auswerten geschieht aus konvergenten Aufnahmen mit einer Basis von 1 :  $\frac{2}{3}$  bis 1 : 2. Die Plattenpaare enthalten 95 v. H. gemeinsames Gebiet. Der Konvergenzwinkel beträgt 30—40°, die Flughöhe 2100 m über dem Gelände, die Brennweite der Kammer 210 mm.

Beim Beginne unserer stereophotogrammetrischen Tätigkeit, vor  $3\frac{1}{2}$  Jahren, vollzogen wir, mangels Erfahrung, die Aufnahmen aus 3200—3600 m Höhe, um aus einem Plattenpaare möglichst viel Fläche auswerten zu können. Diese Flughöhe erwies sich aus den sattsam bekannten Gründen als zu groß, so daß wir schon im ersten Arbeitsjahr auf 2100 m herabgingen.

Aus dieser Höhe ergibt die Kammer von 21 cm Brennweite Aufnahmen im Maßstabe von 1 : 10.000; diese werden im Stereoplanigraphen im selben Maßstabe ausgewertet, dadurch erhalten wir für unsere im Maße 1 : 25.000 auszugebenden topographischen Karten eine gute Grundlage. Die angegebene Flughöhe von 2100 m hat sich für uns als recht zweckmäßig erwiesen.

Das angegebene Verfahren entspricht bei den topographischen Karten 1 : 25.000 sowohl den Anforderungen, die bezüglich Genauigkeit und Rentabilität gestellt werden, vollauf.

Ad d). Die Einstell- sowie Auswertezeit, Genauigkeit und alle sonstigen Umstände für konvergente und für parallele Steilaufnahmen wurden von uns mehrfach und eingehend untersucht. Wir gelangten zur Überzeugung, daß den konvergenten Aufnahmen in jeder Hinsicht der Vorrang vor den parallelen Steilaufnahmen gebührt. Diese meine Meinung äußerte ich bereits in meinem Berliner Vortrag im Jahre 1928, sie hat sich auch seither nicht geändert.

Wir verwenden, wie geschildert, im allgemeinen konvergente Aufnahmen, parallele Steilaufnahmen nur aushilfsweise, wie z. B. zum Auszeichnen des Waldrandes aus Aufnahmen, die nach der Belaubung der Bäume bewerkstelligt wurde, oder bei der Auswertung von größeren Ebenen, die in Hügel- oder Gebirgsland eingeschlossen sind und die nicht durch Entzerrung ausgewertet werden.

Die Einstellung der Plattenpaare geschieht mittels der Gruberschen räumlichen Doppelpunkteinschaltung.

Die Einstellung besteht aus drei Teilen:

- a) der gegenseitigen Orientierung der Platten,
- b) der Bestimmung der Basis,
- c) der Parallelstellung der Bildfläche zur Zeichenfläche.

Ohne auf die Einzelheiten des Näheren eingehen zu wollen, erwähne ich hier nur, daß wir zu einer vollständigen Einstellung 3—4 Stunden brauchen.

### Der Arbeitsvorgang.

Bei der stereophotogrammetrischen Abteilung sind 5 Herren eingeteilt, die abwechselnd die numerische Vorbereitung, die graphische Ergänzung der Triangulierung, die Punktbezeichnung, die Auswertungsarbeiten am Planigraphen und endlich die Revision im Gelände besorgen. Diese Arbeitsteilung hat einen vorläufigen Charakter und bezweckt nur, daß möglichst viele Herren in alle Zweige der stereophotogrammetrischen Arbeit eingeführt werden, um bei der voraussichtlichen Erweiterung dieser Aufnahmemethode über gut geschulte Kräfte in der nötigen Zahl verfügen zu können. Eine spätere Spezialisierung in den einzelnen Tätigkeiten ist wohl möglich.

Am Stereoplanigraphen arbeiten mit Ablösung 3 Herren täglich während 16 Stunden. Die Durchschnittstagesleistung bei dieser Einteilung ist 1 km<sup>2</sup> einschließlich Einstellung, bei Einhaltung der noch zu erörternden Genauigkeitsgrenzen.

Die Auswertung des Gerippes geschieht auf Zeichenpapier, das vorerst auf eine Aluminiumplatte aufgespannt wurde, die des Terrains auf Pausleinwand guter Qualität. Das Zusammenfügen geschieht auf Grund des konstruierten Kilometernetzes.

Wenn sich das Pausleinwandblatt deformiert hat, so muß es nach den Kilometerlinien zerschnitten werden, diese einzelnen Stücke werden nun in ein auf Glas oder Aluminium konstruiertes Normalkilometernetz eingefügt und der Schichtenplan so photographiert. Schließlich wird vom Gerippe und vom verschiedenfarbigen Schichtenplan ein Zusammendruck gemacht.

Waldgebiete werden in den Monaten März-April vor der Belaubung aufgenommen. Aus diesen Plattenpaaren wird das ganze Terrain und vom Gerippe so viel als nur möglich ausgewertet. Da aber aus diesen Platten weder der Waldrand noch auch die einzelnen Bäume verlässlich zu entnehmen sind, so müssen bewaldete Teile nach der Belaubung nochmals abgeflogen werden. Da es sich hierbei aber nur mehr um eine Ergänzung des Gerippes handelt, so begnügen wir uns mit einer Flughöhe von 5000 m, wobei wir noch beträchtlich an Zeit und Plattenmaterial gespart haben. Diese aus großer Höhe bewerkstelligten Aufnahmen machen wir als parallele oder konvergente Steilaufnahmen.

Ad e). Die Revision im Gelände geschieht im Maße 1 : 10.000, das Zusammenziehen, dem Maßstabe 1 : 25.000 entsprechend, erfolgt dann in der Winterarbeit.

B. Unsere Genauigkeitsuntersuchungen, die wir bezüglich aller in den vorhergehenden Abschnitten berührten Angaben pflogen, wurden durch die Erfahrungen, die wir bei der Auswertung von mehr als 300 konvergenten Plattenpaaren gewonnen haben, wesentlich unterstützt. 30 Plattenpaare wurden einer genauen Untersuchung unterworfen.

Zum Zwecke der Genauigkeitsuntersuchung der Höhen wurden die Plattenpaare der Lage und Höhe nach in den Planigraphen so eingestellt, daß die Höhenablesungen der zur Paralleleinstellung gegebenen Triangulierungspunkte nach erfolgter Einstellung mit den gegebenen Höhen vollständig übereinstimmten; dieses präzise Einstellen erforderte naturgemäß viel Zeit und Geduld. Wenn dies geschehen war, wurde die Meßmarke auf den Punkt gestellt und bei jedem Triangulierungspunkt das Mittel von drei Ablesungen aufnotiert. Hier bemerke ich, daß jeder zur Untersuchung herangezogene Triangulierungspunkt gleichzeitig auch ein Nivellements-punkt IV. Ordnung war, dessen relative Höhenangabe auf wenigstens  $\frac{0.5 \text{ cm}}{\text{km}}$  genau war. Die Art und Weise der Fehlerberechnung ist aus der 2. Beilage zu entnehmen.

Zum Zwecke der Feststellung der lagemäßigen Genauigkeit nahmen wir teils Triangulierungspunkte, teils Wegkreuzungen und Parzellenecken. Die Meßmarke wurde auf dem räumlichen Modell dreimal auf den fraglichen Punkt eingestellt und jedesmal wurde die Lage des Punktes durch einen Stich der

genau und zentrisch statt des Bleistiftes eingesetzten feinen Nadel festgehalten. Die sich ergebenden Differenzen wurden gleichfalls in die Tabelle (Beilage Nr. 2) eingetragen, aus dieser Beilage sind auch die Ergebnisse der Untersuchungen zu entnehmen. Diese sind:

Mittlerer Lagefehler  $\pm 2.51$  m.

Mittlerer Höhenfehler:

a) beim Punkteinstellen  $\pm 0.30$  m

b) beim Führen der Schichtenlinie  $\pm 0.60$  m.

In diesem Betrage von  $\pm 0.60$  m sind nicht enthalten der Fehler, der durch den toten Gang und jener der durch die Verschiebung der Schichtenlinien infolge der Papierschumpfung entsteht; letzterer Fehler ist, wie unsere Erfahrung lehrt, ungefähr dem Lagefehler gleichzusetzen. Der oben erwähnte Fehler von  $\pm 0.60$  m im Führen der Schichtenlinien rührt daher ausschließlich von der Unsicherheit der Beobachtung her.

Die ausgestellte Aufnahmesektion 1 : 25.000 ist mit der oben geschilderten Genauigkeit bearbeitet worden.

Die zweite ausgestellte Karte ist jene des Doroger Kohlengebietes im Maße 1 : 10.000 mit Schichtenhöhen von 5 m. Diese stellt auch gleichzeitig das Resultat unserer ersten aerostereophotogrammetrischen Tätigkeit dar. Mangels praktischer Erfahrung nahmen wir, wie bereits erwähnt, die Flughöhe anfangs zu 3200 m an, mußten sie dann aber auf 2100 m ermäßigen. Es erforderte von uns auch bedeutende Anstrengungen, die damals bezüglich der Höhe geforderte Genauigkeit von  $\pm 1.00$  m zu gewährleisten. Wir können heute unumwunden zugeben, daß wir selber diesbezüglich einigen Zweifel hatten. Alle unsere Besorgnisse schwanden, als am 18. November 1929, also 6 Monate nach Ablieferung der bestellten Arbeit, von der Bergdirektion ein Schreiben mit den Resultaten ihrer Genauigkeitsuntersuchungen, somit eine objektive Kritik unseres Kartenwerkes, eintraf. Der bezügliche Passus lautet wörtlich wie folgt:

„Wir untersuchten die Genauigkeit der Schichtenlinien auf folgende Weise: Es wurden die Orte von 88 neuen und geodätisch genau bestimmten Tiefbohrungen mit ihren Koordinaten aufgetragen. Die aus der Karte durch Interpolation gewonnenen Höhen wurden nun mit den durch Nivellement gewonnenen genauen Höhen verglichen. Die mittlere Differenz beträgt 0.69 m, welcher Betrag aber noch um ungefähr 20 cm zu vermindern wäre, da bei den Tiefbohrungen meist der Horizontalbalken beim Bohrloch einnivelliert wird, dieser aber etwa 20 cm über der Erde ist. Somit sind die Schichtenlinien der Karte auf  $\pm 0.50$  m verlässlich.“

Dieses vorteilhafte Resultat können wir naturgemäß nicht allein der Erfahrung und Schulung unseres Personals zuschreiben, die Güte des Auswertegerätes des Stereoplanigraphen hat daran einen großen Anteil.

Wir hatten selber Gelegenheit diese Karte bezüglich ihrer Genauigkeit zu untersuchen. Zu diesem Zwecke erbaten wir uns von der Bergdirektion die terrestrischen Präzisionspläne 1 : 1000 mit 1 m Schichtenlinien, reduzierten die herausgezeichneten 5 m Schichten auf 1 : 10.000 und konnten feststellen, daß beide Pläne übereinandergelegt sich fast vollständig deckten. Als interessant

zu bemerken wäre hierbei, daß die Detailformen des Geländes, die beim Maße 1 : 1000 zum Ausdruck kamen, auch fast ausnahmslos beim Maße 1 : 10.000, wenn auch vielleicht nicht ganz identisch, vorhanden sind.

Die beigefügten Abbildungen zeigen das Nähere. Die schwarzen Linien sind dem Stereogramm entnommen, die braunen gehören der terrestrischen Aufnahme an.

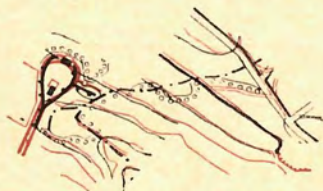


Fig. 2.

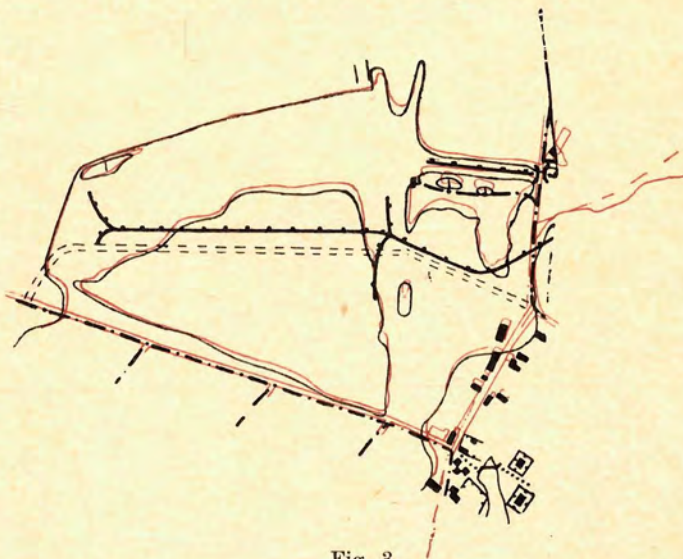


Fig. 3.

Im heurigen Jahre waren wir in der günstigen Lage, einen Vergleich zwischen dem Stereoplanigraphen und dem Wild-Autographen zu machen.

Einer unserer Beamten hielt sich im Mai 1929 durch 14 Tage bei der Firma Wild in Heerbrugg auf, um die Handhabung des Autographen zu erlernen. Hierzu machten wir mit der Wildschen Kammer Aufnahmen in Ungarn von solchen Gebieten, die auch mit dem Planigraphen ausgearbeitet wurden (das aufgenommene Gelände ist im ausgestellten Plan 1 : 25.000 enthalten).

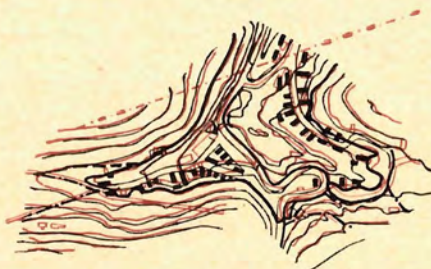


Fig. 4.

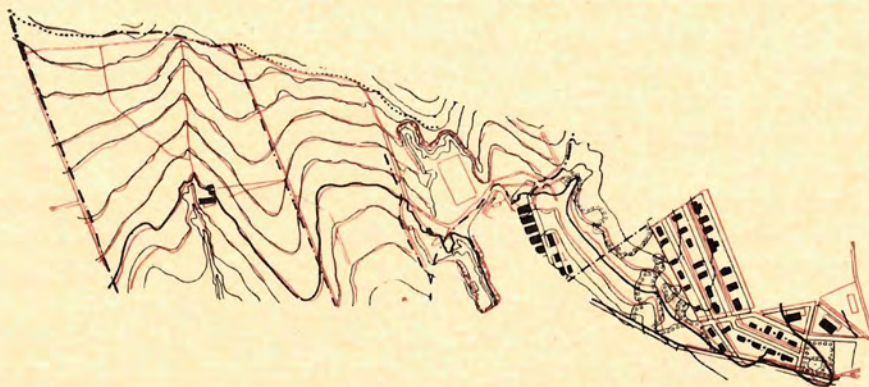


Fig. 5.

Ich möchte bemerken, daß die Aufnahmen mit der Wild-Kammer auch aus 2100 m Höhe über dem Gelände erfolgten, konvergent sind, Basis 1:3 haben und im Maße 1:10.000 ausgewertet wurden. Siehe nachstehende Figur.

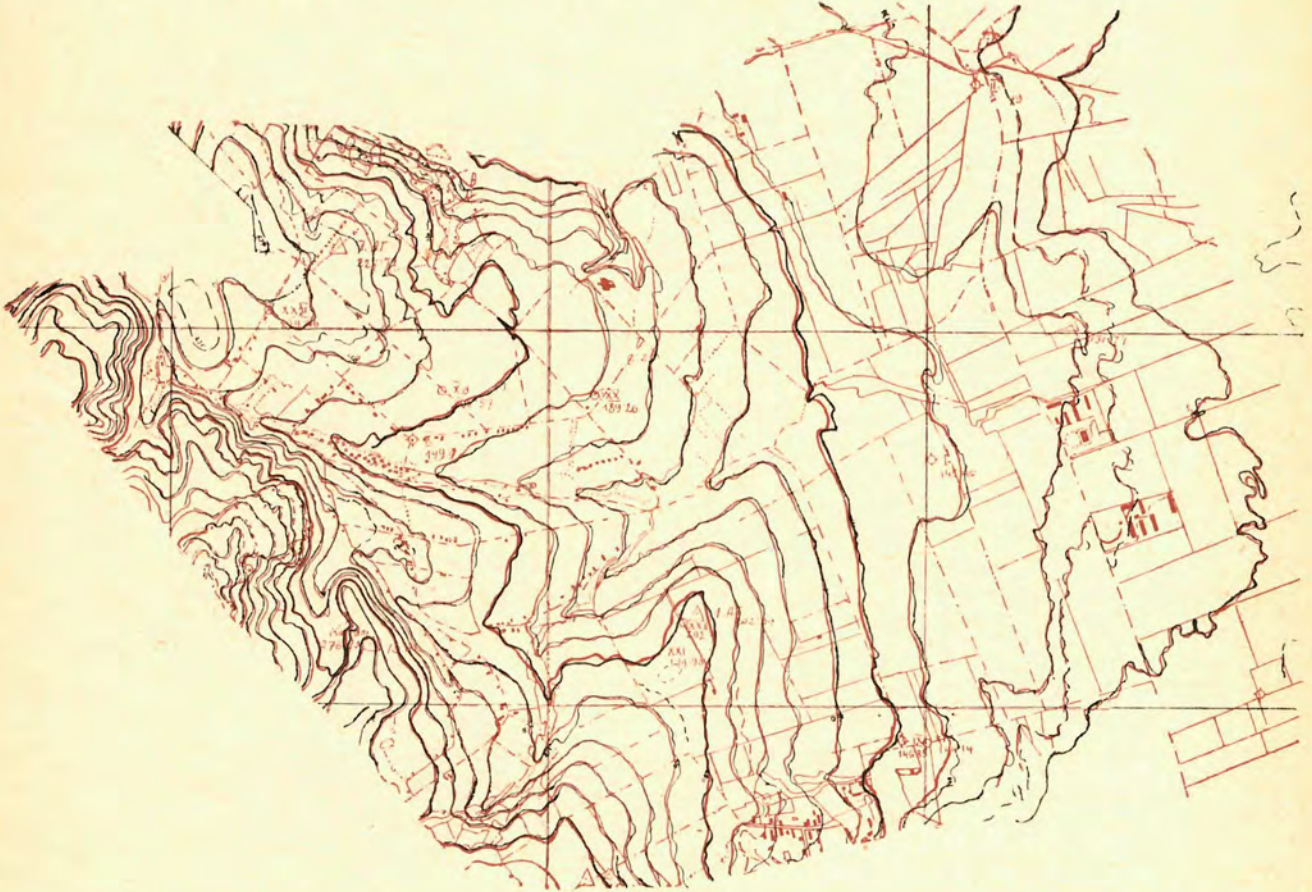


Fig. 6.

Die schwarzen Linien sind mit dem Stereoplanigraphen, die braunen mit dem Wildschen Autographen ausgewertet. Das Bild selbst zeigt deutlich die Verlässlichkeit der aerophotogrammetrischen Aufnahmемethode. Die Schichtenlinien decken sich, von Kleinigkeiten abgesehen, völlig. Wollten wir diese Genauigkeit der Schichtenführung auf einer terrestrischen Aufnahme erhalten, so müßten wir wohl ungemein viele Höhen messen. Die mit dem Stereoplanigraphen ausgewerteten Schichten scheinen mehr Detailformen zu enthalten, was ich dem Umstand zuschreibe, daß die Aufnahmebasis beim Planigraphen größer war und schließlich ist ja bei derselben Flughöhe infolge der verschiedenen Brennweiten der Bildmaßstab beim Stereoplanigraphen auch größer.

Bemerken möchte ich noch, daß beide Auswertungen durch gleichgeübte Kräfte geschahen, daß aber beim Wildschen Geräte nur wenige Tage zum Kennenlernen desselben zur Verfügung standen.



### C. Wirtschaftlichkeit.

Die aerostereophotogrammetrische Aufnahme 1:10.000 wurde vom Standpunkte der Wirtschaftlichkeit aus mit den terrestrischen Aufnahmen 1:10.000 und 1:25.000 verglichen. Als Vergleichseinheit wurde die Aufnahmesektion, d. i. 266 km<sup>2</sup> Fläche, angenommen. Bei den Kosten der geodätischen Vorarbeiten wurde in Rücksicht gezogen, daß Ungarn zum größten Teil bereits trianguliert ist, daß daher auf etwa 2—3 km<sup>2</sup> ein Punkt bereits vorhanden ist. Die diesfalls noch nötigen Arbeiten beziehen sich auf das eventuelle Verdichten des Netzes und das Messen der Höhen auf sämtlichen Punkten. Das Nähere zeigt die 3. Beilage.

Wenn wir die Ergebnisse betrachten, sehen wir, daß eine Aufnahme-sektion, falls sie geodätisch vorbereitet ist, im Maße 1:25.000 von vier, im Maße 1:10.000 aber von acht Topographen in einem Jahr terrestrisch aufgenommen wird. Dasselbe Resultat erreichen bei einem Maßstabe von 1:10.000 vier Aerophotogrammeter, und zwar arbeiten drei Mann abwechselnd zusammen täglich 16 Stunden am Planigraphen, ein Mann vollführt die graphische Ergänzung des Netzes und die Revision im Gelände. Die geodätischen Vorarbeiten sind bei beiden Verfahren dieselben.

Wenn wir nun alles in Rechnung ziehen, so sehen wir bereits jetzt, daß die aerostereophotographische Methode der terrestrischen an Wirtschaftlichkeit überlegen ist, nehmen wir noch die bei der terrestrischen Aufnahme erforderlichen Hilfskräfte hinzu, so wird das noch augenfälliger.

#### Ausgearbeitet wurden:

mit dem Stereoplanigraph bis 1. September 1930 . . . . . 500 km<sup>2</sup>  
Luftaufnahmen bis 1. September 1930 . . . . . 800 km<sup>2</sup>.

Für wichtig halte ich es, die Einstellzeit der Platten herabzumindern. Es ist ja richtig, daß das optisch-mechanische Verfahren die Einstellzeit gegenüber dem rechnermäßigen Vorgang bedeutend verkürzt hat, so daß diese Erfindung geradezu epochemachend wirkte; aber eine weitere Herabsetzung dieser Zeit wäre geeignet, das Vertrauen in die eigene Arbeit und die Schaffensfreudigkeit jedes Stereophotogrammeters noch zu erhöhen.

Die Luftaufnahmen verwenden wir auch mit viel Vorteil zur Kartenrevision. Auf diese Weise wurden die neuesten Karten von Budapest und Umgebung 1:25.000 und mehrere Pläne größerer Städte und Kurorte hergestellt.

Unsere photogrammetrische Tätigkeit wollen wir, so weit es unsere bescheidenen Mittel erlauben, auch weiterhin eifrig pflegen und zu den alten auch neue Erfahrungen sammeln. Immerhin sehen wir bereits, daß wir lagemäßig nur mit der Genauigkeit der graphischen Methode rechnen können; demgegenüber aber ist es die vorzügliche Höhengenaugigkeit, die Ersparnis in der Arbeitszeit, vor allem aber die hohe Wirtschaftlichkeit, die der Methode gegenüber der Meßtischaufnahme solche Vorteile verschafft, daß diese Arbeitsmethode nicht nur für topographische, sondern, wie ich rechne, auch für Karten größeren Maßstabes als vorteilhaft erscheint.

1. Beilage. Vergleich der Wirtschaftlichkeit einer phototopographisch und einer terrestrisch aufgenommenen Aufnahmesektion 1 : 25.000 umfassend 270 km<sup>2</sup> ebenes Gelände in Ungarn.

Phototopographisch	Terrestrisch	Arbeitsmethode	
		1	2
		Maßstab	
1/25.000	1/25.000	3	Schichtenhöhe
2.5 m	2.5 m	4	Gebühr
540.— P	—	4	1 Photo-
561.— P	—	5	gramm-
300.— P	—	6	meter
280.— P	—	7	Feldarbeit
469.— P	—	8	1 1/2 Monate
2.250.— P	—	9	Vorspanngebühr
240.— P	—	10	Hilfsarbeiter
277.— P	—	11	Material usw.
73.— P	—	12	Unkosten des Fluges
121.— P	—	13	Gebühr
679.— P	—	14	Zulage
2.160.— P	—	15	1 Photo-
1.820.— P	—	16	graph
800.— P	—	17	Dauer der Flüge
700.— P	—	18	1/2 Monat
245.— P	—	19	1 Hilfskraft
295.— P	—	20	Zulage
11.810.— P	—	21	Material usw.
2 × 2.5 = 5 Mnt.	3 × 5.33 = 16 Mnt.	22	Gebühr eines Photogrammeters
2 × 9.5 = 19 Mnt.	3 × 6.66 = 20 Mnt.	23	Gebühr der Hilfskräfte
15.860.— P	23.040.— P	24	Material usw.
2.580.— P	8.256.— P	25	Amortisation des Gerätes
—	300.— P	26	Vorbereitung zum Photographieren
500.— P	1.066.— P	27	Photographieren und Blaupause
1.082.— P	3.520.— P	28	(4—20) Zusammen
38.— P	118.— P	29	Dauer der Feldarbeit
19.560.— P	36.300.— P	30	Dauer der Hausarbeit
300.— P	300.— P	31	Gebühren
5.760.— P	5.760.— P	32	Zulagen
2.604.— P	2.604.— P	33	all-
1.720.— P	1.720.— P	34	er
1.200.— P	1.200.— P	35	Topographen
360.— P	360.— P	36	Vorbereitung
2.160.— P	2.160.— P	37	Vorspann
485.— P	485.— P	38	Hilfskräfte
12.000.— P	13.000.— P	39	Material usw.
26.589.— P	27.589.— P	40	(24—29) Zusammen
57.959.— P	63.889.— P	41	Vorbereitung
			Gebühr
			Zulage
			Hilfskräfte
			Vorspann
			Signalmaterial usw.
			Gebühr des Kartogr. 6 Monate
			Reproduktion in 4 Farben und 100 Exemplaren
			Betrieb, Administration usw. 25% des Ganzen
			(31—39) Zusammen
			(21, 30, 40) Zusammen

2. Beilage. **Genauigkeit der Auswertung konvergenter Aufnahmen bezüglich Höhe und Lage.**

Nr. der Plattenpaare	Nr. des Punktes	Tatsächliche Höhe	Ausgewertete Höhe	Höhenfehler		Nr. des Punktes	Lagefehler		Basis	Flughöhe	Brennweite	Konvergenz	Anmerkung
				$v$ Meter	$v^2$		m Meter	m <sup>2</sup>					
1	41K	236.3	236.4	+0.10	0.01	3001	4.0	16.00	2100 m über dem Gelände	210 mm	80°—40°	Die Auswertung geschah im Maße 1:10.000, die ausgewertete Höhe ist das Mittel aus drei Ablesungen. Die Nummern der Plattenpaare sind in der Reihenfolge ihrer Auswertung eingetragen.	
1	31	187.7	187.6	-0.10	0.01	3002	2.0	4.00					
1	34a	164.2	164.0	-0.20	0.04	3003	3.0	9.00					
1	2030	130.0	130.15	+0.30	0.09	3004	2.0	4.00					
1	43k	106.7	106.7	±0.00	0.00	3005	3.0	9.00					
3	6k	206.8	206.9	+0.10	0.01	3006	1.5	2.25					
3	24	130.8	130.1	-0.70	0.49	3007	3.0	9.00					
3	28	145.9	146.0	+0.1	0.01	3008	0.5	0.25					
3	29	126.2	126.7	+0.5	0.25	3009	2.0	4.00					
3	39k	125.1	124.8	-0.3	0.09	3010	0.5	0.25					
5	22	135.4	135.1	-0.3	0.09	3011	5.0	25.00					
5	23	137.7	137.2	-0.5	0.25	3012	0.0	0.00					
5	25	146.2	146.5	+0.3	0.09	3013	1.5	2.25					
5	33k	136.2	135.7	-0.5	0.25	3014	1.5	2.25					
5	34k	136.3	136.7	+0.4	0.16	3015	2.0	4.00					
8	18	161.2	161.5	+0.3	0.09	3016	3.0	9.00					
8	19a	170.8	171.2	+0.4	0.16	3017	1.5	2.25					
8	25	146.2	146.1	-0.1	0.01	3018	3.0	9.00					
8	27	195.6	195.3	-0.3	0.09	3019	2.0	4.00					
8	2184k	212.6	212.3	-0.3	0.09	3020	2.0	4.00					
13	30a	161.7	161.8	+0.1	0.01	3021	3.0	9.00					
13	30b	153.5	153.1	-0.4	0.16	3022	1.0	1.00					
13	39k	125.1	125.4	+0.3	0.09	3023	5.0	25.00					
13	48k	124.9	125.2	+0.3	0.09	3024	1.5	2.25					
13	49k	238.4	238.0	+0.4	0.16	3025	3.5	12.25					
16	2a	274.1	274.2	+0.1	0.01	3026	0.5	0.25					
16	6	169.0	168.7	-0.3	0.09	3027	2.0	4.00					
16	2177k	335.7	335.4	-0.3	0.09	3028	2.0	4.00					
16	2180k	269.0	268.6	-0.4	0.16	3029	2.0	4.00					
16	2040	197.0	196.9	-0.1	0.01	3030	1.5	2.25					
29	39	105.1	105.4	+0.3	0.09	3031	3.0	9.00					
29	60k	136.9	137.2	+0.3	0.09	3032	3.0	9.00					
29	74k	106.7	107.1	+0.4	0.16	3033	2.0	4.00					
29	37	229.5	229.2	-0.3	0.09	3034	2.0	4.00					
29	1021	134.0	133.6	-0.4	0.16	3035	2.0	4.00					
31	35	109.4	109.7	+0.3	0.09	3036	2.0	4.00					
31	43k	106.7	106.2	-0.4	0.16	3037	3.0	9.00					
31	44k	189.9	189.6	-0.3	0.09	3038	1.5	2.25					
31	57k	136.9	136.6	-0.3	0.09	3039	1.5	2.25					
32	3	146.8	146.9	+0.1	0.01	3040	2.0	4.00					
32	20	147.4	147.5	+0.1	0.01	3041	3.0	9.00					
32	21	136.4	135.9	-0.5	0.25	3042	1.0	1.00					
32	2183k	172.0	171.6	-0.4	0.16	3043	1.0	1.00					
				4.60		246.00							

Nr. der Plattenpaare	Nr. des Punktes	Tatsächliche Höhe	Ausgewertete Höhe	Höhenfehler		Nr. des Punktes	Lagefehler		Basis	Flughöhe	Brennweite	Konvergenz	Anmerkung
				$v$ Meter	$v^2$		m Meter	m <sup>2</sup>					
						4.60		246.00					
42	Csobanc	375.8	375.9	+0.1	0.01	3044	2.0	4.00					
42	2176	373.4	373.5	+0.1	0.01	3045	1.5	2.25					
42	2177k	335.7	335.4	-0.3	0.09	3046	1.5	2.25					
42	43a					3047	3.5	12.25					
42	44a	126.8	126.4	-0.4	0.16	3048	2.0	4.00					
74	31	187.7	188.0	+0.3	0.09	3049	2.0	4.00					
74	32	141.9	141.5	-0.4	0.16	3050	2.5	6.25					
74	40k	144.2	143.9	-0.3	0.06	3051	2.0	4.00					
74	44k	189.9	190.2	+0.3	0.09	3052	1.5	2.25					
74	48k	124.9	125.2	+0.3	0.09	3053	2.5	6.25					
75	21	136.4	136.3	-0.1	0.01	3054	3.0	9.00					
75	22	135.4	135.1	-0.3	0.09	3055	2.0	4.00					
75	33k	136.2	135.9	-0.3	0.09	3056	1.5	2.25					
75	2183k	172.0	171.7	-0.3	0.09	3057	5.0	25.00					
724	8ÄT	131.8	131.9	+0.1	0.01	3058	1.0	1.00					
724	23k	114.20	113.8	-0.4	0.16	3059	2.0	4.00					
724	I	145.4	145.7	+0.3	0.09	3060	3.0	9.00					
724	III	117.0	116.9	-0.1	0.01	3061	1.5	2.25					
724	150	120.5	120.6	+0.1	0.01	3062	1.0	1.00					
43	2173k	145.90	146.4	+0.5	0.25	1023	2.0	4.00					
43	82a	116.71	116.6	-0.1	0.01	1024	4.0	16.00					
43	82b	116.3	116.6	-0.3	0.09	1052	3.0	9.00					
44	2174	166.50	166.8	+0.3	0.09	3063	2.0	4.00					
44	82a	116.71	117.0	+0.3	0.09	3064	1.5	2.25					
44	82b	116.71	117.1	+0.4	0.16	3065	0.5	0.25					
44	43a	142.70	142.4	-0.3	0.09	3066	2.0	4.00					
44	44a	144.64	145.0	+0.4	0.16	3067	3.5	12.25					
44	45a	116.70	117.0	+0.3	0.09	3068	3.0	9.00					
45	138k	111.90	111.6	-0.3	0.09	3069	5.0	25.00					
45	84a	113.10	112.8	-0.3	0.09	3070	5.0	25.00					
45	84b	113.35	112.9	-0.4	0.16	3071	1.5	2.25					
45	45b	113.55	113.6	+0.1	0.01	3072	3.5	12.25					
45	45c	112.90	113.3	+0.4	0.16	3073	1.5	2.25					
46	145k	120.40	120.7	+0.3	0.09	3074	3.0	9.00					
46	148k	155.40	155.7	+0.3	0.09	3075	0.0	0.00					
46	65a	128.42	128.3	-0.1	0.01	3076	3.5	12.25					
46	65b	130.62	131.0	+0.4	0.16	3077	2.0	4.00					
46	65c	129.90	129.5	-0.4	0.16	3078	3.5	12.25					
46						3079	2.0	4.00					
46						3080	2.0	4.00					
83	337k	116.10	116.0	-0.1	0.01	3081	1.5	2.25					
83	105a	139.5	139.8	+0.3	0.09	3082	3.5	12.25					
								538.50					

1:2  
210 m über dem Gelände  
210 mm  
30°—40°

Die Auswertung geschah im Maße 1:10.000, die ausgewertete Höhe ist das Mittel aus drei Ablesungen.  
Die Nummern der Plattenpaare sind in der Reihenfolge ihrer Auswertung eingetragen.

Nr. der Plattenpaare	Nr. des Punktes	Tatsächliche Höhe	Ausgewertete Höhe	Höhenfehler		Nr. des Punktes	Lagefehler		Basis	Flughöhe	Brennweite	Konvergenz	Anmerkung
				$v$ Meter	$v^2$		m Meter	m <sup>2</sup>					
								538·50					
88	105b	139·8	140·1	+0·3	0·09	3083	4·0	16·00					
88	82b	116·7	117·1	+0·4	0·16	3084	2·0	4·00					
87	19k	120·80	120·9	+0·1	0·01	3085	2·0	4·00					
87	22k	137·80	137·4	-0·4	0·16	3086	3·0	9·00					
87	155k	110·00	109·7	-0·3	0·09	3087	1·5	2·25					
87	87a	106·2	105·8	-0·4	0·16	3088	3·5	12·25					
92	30k	230·40	230·7	+0·3	0·09	3089	2·0	4·00					
92	125k	107·00	107·4	+0·4	0·16	3090	2·0	4·00					
92	79a	106·2	105·9	-0·3	0·09	3091	3·0	9·00					
92	92a	105·3	105·7	+0·4	0·16	3092	1·5	2·25					
98	116k	130·70	131·0	+0·3	0·09	3093	0·5	0·25					
98	122k	132·60	132·6	±0·0	0·00	3094	3·0	9·00					
98	81a	138·9	139·2	+0·3	0·09	3095	3·0	9·00					
98	97b	131·6	131·3	-0·3	0·09	3096	2·0	4·00					
98	97c	109·6	109·5	-0·1	0·01	3097	3·0	9·00					
98	116b	140·2	140·8	+0·6	0·36	3098	3·5	12·25					
99	18k	106·10	106·5	+0·4	0·16	3099	0·5	0·25					
99	31k	168·10	168·0	-0·1	0·01	3100	0·5	0·25					
99	89k	243·30	243·2	-0·1	0·01	3101	3·0	9·00					
99	99a	105·1	105·4	+0·3	0·09	3102	3·0	9·00					
111	112k	132·60	132·9	+0·3	0·09	3103	2·0	4·00					
111	119k	138·10	137·8	-0·3	0·09	3104	2·0	4·00					
111	110a	120·1	120·5	+0·4	0·16	3105	2·5	6·25					
111	111a	128·3	128·6	+0·3	0·09	3106	2·0	4·00					
111	111b	123·6	123·3	-0·3	0·09	3107	3·5	12·25					
111	124a	135·6	135·2	-0·4	0·16								
111	121f	134·5	134·9	+0·4	0·16								
119	138k	111·90	112·2	+0·3	0·09	3108	5·0	25·0					
119	141k	118·00	118·3	+0·3	0·09	3109	2·0	4·0					
119	85a	122·1	122·2	+0·1	0·01	3110	2·0	4·0					
119	119a	110·9	110·8	-0·1	0·01	3111	1·5	2·25					
265	7ÁT	227·72	228·1	+0·4	0·16	3112	2·0	4·00					
265	12ÁT	363·90	363·8	-0·1	0·01	3113	2·0	4·00					
265	18ÁT	358·22	357·9	-0·3	0·09	3118	1·0	1·00					
265	XI	270·00	270·4	+0·4	0·16	3070	3·5	12·25					
265	XIII	196·50	196·4	-0·1	0·01	3114	3·5	12·25					
265	XXIII	229·50	229·8	+0·3	0·09	3115	2·5	6·25					
265	XXIV	186·10	186·4	+0·3	0·09	3116	2·0	4·00					
265	XXV	201·8	202·2	+0·4	0·16	3117	1·5	2·25					
285	33	148·10	148·4	+0·3	0·09	3119	2·0	4·00					
285	33a	149·60	149·3	-0·3	0·09	3120	2·0	4·00					
285	1013	113·60	113·3	-0·3	0·09	3121	0·5	0·25					
					12·23			787·25					

1:2  
210 m über dem Gelände  
210 mm  
30°—40°

Die Auswertung geschah im Maße 1:10.000, die ausgewertete Höhe ist das Mittel aus drei Ablesungen.  
Die Nummern der Plattenpaare sind in der Reihenfolge ihrer Auswertung eingetragen.

Nr. der Plattenpaare	Nr. des Punktes	Tatsächliche Höhe	Ausgewertete Höhe	Höhenfehler		Nr. des Punktes	Lagefehler		Basis	Flughöhe	Brennweite	Konvergenz	Anmerkung
				v Meter	v <sup>2</sup>		m Meter	m <sup>2</sup>					
								787.25					
285	1014	114.50	114.3	-0.2	0.04	3122	1.0	1.0					
285	1015	195.00	195.1	+0.1	0.01	3123	3.5	12.25					
285	1016	152.60	153.1	+0.5	0.25	3124	1.5	2.25					
285	1017	113.10	113.4	+0.3	0.09	3071	2.5	6.25					
257	16	255.90	256.2	+0.3	0.09	3125	2.0	4.00					
257	67k	346.7	346.6	-0.1	0.01	3126	2.0	4.00					
257	13b	161.9	162.3	+0.4	0.16	3127	4.0	16.00					
257	1020	181.50	181.2	-0.3	0.09	3128	1.5	2.25					
257	1021	228.00	227.6	-0.4	0.16	3129	0.5	0.25					
257	1022	331.70	332.00	+0.3	0.09	3130	2.0	4.00					
257	1023	240.00	239.9	-0.5	0.25	3131	2.0	4.00					
261	41	179.30	179.5	+0.2	0.04	3132	2.5	6.25					
261	53k	216.50	216.8	+0.3	0.09	3133	3.0	9.00					
261	1024	144.60	145.00	+0.4	0.16	3134	3.5	12.25					
261	1025	144.50	144.6	+0.1	0.01	3135	1.5	2.25					
261	1026	146.80	146.4	-0.4	0.16	3136	3.0	9.00					
261	1027	181.50	181.2	-0.3	0.09	3137	0.5	0.25					
286	32	141.90	141.5	-0.4	0.16	3138	2.0	4.00	1:2				
286	1004	146.90	147.3	+0.4	0.16	3139	0.5	0.25					
286	1005	145.60	146.0	+0.4	0.16	3140	6.0	36.00					
286	1008	141.60	141.3	-0.3	0.09	3141	1.0	1.00					
286	1024	144.6	145.0	+0.4	0.16	3142	3.0	9.00					
286	1025	144.50	144.8	+0.3	0.09	3143	3.5	12.25					
286	1026	146.80	146.9	-0.4	0.16	3144	2.0	4.00					
286	1028	143.2	143.3	+0.1	0.01	3145	3.5	12.25					
715	1ÄT	202.24	202.1	-0.1	0.01	3146	0.0	0.00					
715	15ÄT	276.73	277.1	+0.4	0.16	3147	3.5	12.25					
715	16ÄT	402.94	403.3	+0.4	0.16	3148	3.0	9.00					
715	135	209.9	209.7	-0.2	0.04	3149	1.5	2.25					
715	X	199.9	199.8	-0.1	0.01	3150	2.0	4.00					
715	XX	189.3	189.6	+0.3	0.09	3151	2.0	4.00					
715	XXI	199.9	200.3	+0.4	0.16	3152	2.0	4.00					
			Summe . . .		15.64			996.75					

Die Auswertung geschah im Maße 1:10.000, die ausgewertete Höhe ist das Mittel aus drei Ablesungen. Die Nummern der drei Plattenpaare sind in der Reihenfolge ihrer Auswertung eingetragen.

Mittlerer Fehler:

$$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n}} = \sqrt{\frac{15.64}{156}} = \pm 0.31 \text{ m} \qquad h = \sqrt{\frac{[m^2]}{n}} = \sqrt{\frac{996.75}{157}} = \pm 2.51 \text{ m.}$$

Anmerkung: Bei der Höhenuntersuchung wurden die Triangulierungspunkte in der Nähe der Plattenecken gewählt, so daß beim Auswerten kaum ein Extrapolieren stattfand. Die Führung der Schichtenlinien kann naturgemäß nicht mit der Genauigkeit des Punkteinstellens geschehen, vielmehr beträgt sie nach unserer Erfahrung etwa das Doppelte des Fehlers bei der Punkteinstellung bezüglich der Höhe.

Aerostereo- photogrammetr. Vermessung	Terrestrische topo- graphische Verwendung		1	Arbeitsmethode	
	1 : 10.000	1 : 25.000		2	Maßstab
5 m	5 m	10 m	3	Schichtenhöhe	
10	48	24	4	Dauer der Feldarbeit in Monaten	
4	8	4	5	Anzahl der Arbeiter, um abgesehen von der geodätischen Vorarbeit das Gebiet in einem Jahr fertigzustellen	
750	3600	1800	6	Anzahl der Hilfskräfte zur Feldarbeit	
5.760.—	5.760.—	5.760.—	7	Jahresbezüge eines Topographen bzw. Photogrammeters	
23.040.—	46.080.—	23.040.—	8	Summe der Jahresbezüge aller Topographen bzw. Photogrammeter	
4.200.—	20.160.—	10.080.—	9	Summe der Arbeitszulage im Gelände (täglich 14 Pengö gerechnet)	
3.000.—	14.400.—	7.200.—	10	Summe der Bezüge der Hilfsarbeiter im Gelände (täglich 4 Pengö)	
600.—	800.—	600.—	11	Kosten der Vorbereitungsarbeiten der Konstruktionsabteilung	
5.760.—	5.760.—	5.760.—	12	Jahresbezug des Geodäten	
2.520.—	2.520.—	2.520.—	13	6 monatliche Feldarbeitszulage des Geodäten	
1.800.—	1.800.—	1.800.—	14	Bezüge aller Hilfskräfte des Geodäten	
156.—	936.—	468.—	15	Gesamtes Wohnungsgeld	
1.785.—	2.885.—	2.185.—	16	Vorspanngebühren einschließlich des Wagens des Geodäten	
2.100.—	—	—	17	Flugkosten	
660·48	—	—	18	Kosten der Platten, Kopien und Chemikalien	
455.—	435.—	485.—	19	Technische Unkosten (Reproduktion in 4 Farben, 100 Exemplaren 1 : 25.000)	
6.500.—	—	—	20	Amortisation des Gerätes	
1.110.—	—	—	21	Gebühren	des Photographen und Piloten, zusammen für 3 Monate
480.—	—	—	22	Zulage	
3.840.—	7.680.—	3.840.—	23	Gebühren	Abteilungsleiter der Topographie
765.—	3.060.—	1.530.—	24	Zulage	
360.—	720.—	360.—	25	Gebühren der Hilfskräfte des Abteilungsleiters	
2.880.—	5.760.—	2.880.—	26	Gebühren	des Kartographen für 6 Monate
560.—	1.120.—	560.—	27	Zulage	
250.—	—	—	28	Dachpappe und Kalkanstrich (pro Jahr)	
15.000.—	15.000.—	15.000.—	29	Nicht vorhergesehene Auslagen	
77.821·48	129.166.—	78.308.—	30	Summe aus den Rubriken 8—29	
			31	Anmerkung	

3. Beilage. Vergleich einer Aufnahmesektion 1 : 25.000 von 270 km<sup>2</sup> Fläche in bezug auf Wirtschaftlichkeit der terrestrischen gegenüber der aerostereophotogrammetrischen Aufnahme in Ungarn.

## Rapport sur les travaux photogrammétriques en Italie.

De G. Cassinis.

Le dernier Rapport sur les travaux photogrammétriques exécutés en Italie publié dans les „Archives internationales de Photogrammetrie“, est celui qui a été rédigé par M. le prof. **Doležal** en 1923\*). Un autre rapport sur la Photogrammétrie aérienne en Italie a été lu en 1928 par moi au Congrès de Berlin de la Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie, et après publié en allemand dans „Bildmessung und Luftbildwesen“ et en italien dans „L'Aerotecnica“\*\*). Comme je dois ici exposer le développement de la Photogrammétrie en Italie à partir de l'année 1923 et jusqu'aujourd'hui, je prie le lecteur, qui a déjà écouté ou lu mon rapport du 1928, de bien vouloir pardonner les quelques inévitables répétitions.

### Photogrammétrie terrestre.

1 — L'Italie possède deux Stéréo-autographes v. **Orel-Zeiß** dont l'un, employé jusqu'à l'an 1929 par l'„Istituto Stereografico Italiano“ de MM. **Sanjust** à Rome, est actuellement inactif parce que la Société a récemment passé en d'autres mains\*\*\*); tandis que le second continue à être employé par l'„Istituto Geografico Militare“ de Florence.

L'„Istituto Stereografico Italiano“ a exécuté un certain nombre de relèvements à grande échelle ayant un but technique, principalement pour les projets de lacs artificiaux et des barrages correspondants; il a aussi collaboré avec le „Touring Club Italiano“ à dresser ce magnifique plan du massif des Grigne à l'échelle du 20.000<sup>ème</sup>, qui est une des plus belles et bien réussies représentations topographiques de montagnes qui aient été faites jusqu'ici.

L'„Istituto Geografico Militare“ a exécuté lui aussi un certain nombre de travaux, surtout dans les Alpes, en employant pour les levées un photo-théodolite construit par son atelier, qui a donné des résultats très satisfaisants.

La même Institut a construit tout récemment un photo-théodolite léger, très utile en haute montagne, qui va être employé par l'expédition **Dainelli** dans l'Himalaya.

\*) „Internationales Archiv für Photogrammetrie“, VI. Band, Wien 1923, p. 326. — Voir aussi p. 307.

\*\*) „Bildmessung und Luftbildwesen“, 4. Jahrg., Liebenwerda 1929. „L'Aerotecnica“, Vol. IX, Roma 1929.

\*\*\*) Qu'il me soit permis de modifier ici un point du rapport **Doležal**. À la page 327, il nomme l'„Associazione Italiana di Aerotecnica“ comme si elle était un groupement industriel constitué avec le but d'exécuter des relèvements topographiques en Italie et surtout à l'étranger. Au lieu de ça, cette Association, qui s'occupe de toute la technique aéronautique, poursuit seulement des buts scientifiques et d'étude. Elle comprend le „Gruppo Fotogrammetrico Italiano“, qui a pour objet l'étude et le développement des procédés photogrammétriques terrestres et aériens, mais qui n'exécute pas des levées sur commission.



2 — La Maison „La Filotecnica“ de M. le sénateur **Salmoiraghi** a construit en 1926, sur le dessin de M. **Baroni**, un photo-goniomètre binoculaire qui descend de l'appareil présenté par **I. Porro** à l'exposition de Milan en 1872, et peut servir pour mesurer les parallaxes stéréoscopiques et pour obtenir les éléments nécessaires au dessin d'un plan topographique point par point. Cet instrument a été étudié par M. **Baroni** comme sursidaire du tachéomètre dans le cas où l'usage de la mire serait interdit par la configuration du terrain, ou bien ne serait pas jugé convenable par l'opérateur. Une petite chambre photographique, qu'on peut appliquer rapidement sur la lunette du cleps, sert pour la prise des clichés. Le format des plaques est  $6 \times 6$  cm. Le photogoniomètre binoculaire permet l'utilisation de clichés pris avec une inclinaison de  $\pm 30^\circ$  sexagésimaux par rapport à l'horizon.

## Photogrammetrie aérienne.

### I. Procédé Nistri.

1. Cette méthode est exposée dans ses lignes fondamentales dans l'article de M. **Doležal** sur le progrès des appareils, publié dans le VI<sup>ème</sup> Vol. des Archives\*).

Elle utilise le procédé de la double projection de **Scheimpflug** au moyen de clichés pris avec des axes à peu près verticaux. La chambre photographique, à plaques  $13 \times 18$  cm, a un seul objectif et est automatique. L'appareil restituteur, ou „Photocartographe“, est d'une construction extrêmement simple et d'un maniement très facile. La résolution du problème de la double pyramide est obtenue sans calculs, directement dans le Photocartographe, en un temps qui ne surpasse pas  $\frac{3}{4}$  d'heure dans les cas les plus défavorables. La restitution d'une couple de plaques se fait bien rapidement et dans une échelle quelconque: les courbes de niveau sont tracées automatiquement en utilisant le procédé du brilllement que l'expérience a démontré être, dans ce cas, préférable aux moyens stéréoscopiques et aux anaglyphes. Ce procédé ne fatigue pas les yeux plus que les autres méthodes et permet aux personnes qui ne sont pas familiarisées avec la photogrammétrie ou qui n'ont pas la possibilité de se servir de la vision binoculaire, de voir la courbe de niveau sans effort ou difficulté.

La précision de la restitution au moyen du Photocartographe n'est certainement pas moindre de celle qui est propre aux autres procédés de restitution automatique: en dehors de nombreuses comparaisons effectuées pendant l'exécution des travaux ou à l'occasion des visites de quelques missions étrangères, ça résulte des études faites par moi même dans ces derniers mois\*\*).

\*) p. 307. Voir aussi: **Hugershoff**: „Photogrammetrie und Luftbildwesen“, Springer, Wien 1930, p. 81. — Pour plus de détails, voir les publications italiennes.

\*\*\*) **G. Cassinis**: „Ricerche sulla precisione conseguibile con il metodo aerofotogrammetrico Nistri.“ L'Aerotecnica, 1930. Une traduction de cet article va être aussi publiée dans les Archives.

La méthode **Nistri** est exploitée par la „Società anonima rilevamenti aerofotogrammetrici“ (Sara) qui réside à Rome; et encore par la „British Topographical and Cadastral Air Survey Co. Ltd.“ de Londres, et par la „Sara Brasil“ (S. A. Instituto Brasileiro de Levantamento Aerofotogrametrico Methodo **Nistri**) de S. Paulo. Les Photocartographes actuellement en usage sont construits par la Société „Ottico Meccanica Italiana“ (O. M. I.) qui fabrique aussi les appareils photographiques. Cette Société, qui, comme la Sara, est présidée par M. **Umberto Nistri**, s'occupe de mécanique de précision et fabrique entre autres, les instruments pour la topographie ordinaire et les appareils photographiques et de navigation nécessaires à l'aéronautique civile et militaire.

Le développement industriel du procédé **Nistri** de photogrammétrie aérienne est bien remarquable: à ces propos il suffit de mentionner qu' à Rome sont actuellement installés 8 photocartographes qui travaillent douze heures par jour. Des levées ont été faites soit en Italie, en Angleterre, en France, en Albanie, en Grèce, etc., soit au Brésil, à échelles diverses, de 1 : 500 à 1 : 10.000, toujours avec des résultats satisfaisants. Parmi ces travaux, je rapelle seulement le relèvement de l'île de Lundy en Angleterre, particulièrement difficile à cause de la conformation des côtes, et celui pour la ville de S. Paul du Brésil étendu de plusieurs dizaines de milliers d'hectares, dont le plan est actuellement en cours de restitution.

Les prix de revient des relèvements exécutés en Italie varient selon la nature du terrain et l'échelle de la restitution (de 1:5000 à 1:1000) entre 20 et 100 Lire par hectare.

2. M. **Nistri** ont à l'étude et même en cours d'exécution des modifications de leur procédé avec le but de résoudre deux problèmes qui aujourd'hui préoccupent tous ceux qui s'intéressent de Photogrammétrie: c'est-à-dire, la triangulation aérienne et le relèvement à petite échelle. Les appareils annoncés dans mon rapport de Berlin vont être presque achevés et bientôt pourra-t-on les expérimenter. Mais comme ce serait hors de propos de parler de ce qu'on a l'intention de faire dans un Rapport qui doit resumer ce qui a été fait, je glisse sur cet argument.

## II. Procédé Santoni\*).

1. Cette méthode a trois caractéristiques qui la différencient de toutes les autres jusqu'ici en usage:

a) Utilisation de la direction au soleil, vu du point de prise, comme un des éléments qui déterminent l'orientation externe. Dans ce but, l'appareil photographique (automatique), qui est double pour augmenter le champ dans la direction transversale à la route de l'avion, porte encore un troisième objectif avec périscope, qui sert à photographier sur l'une des plaques photogrammétriques le soleil, le cadran d'une montre et l'indication de la position du périscope lui même.

\*) En dehors des publications italiennes, voir **Hugershoff**: „Photogrammetrie und Luftbildwesen“, Springer, Wien 1930, p. 85.

b) Division de l'appareil restituteur en deux parties indépendentes\*) dont la première, le photogoniomètre-triangulateur, sert à la détermination (sans calculs) de l'orientation externe et à l'exécution des opérations de triangulation aérienne à chaîne ayant le but d'obtenir les coordonnées d'un certain nombre de points du terrain à insérer entre les points trigonométriques proprement dits lorsque ceux-ci sont placés à grande distance l'un de l'autre.

c) La seconde partie est le restituteur proprement dit. Il a la caractéristique de ne pas renfermer de parties optiques, à l'exception d'un stéréoscope qui sert à l'observation directe des clichés qu'on place aisément aux positions correspondantes à leurs orientations externes déterminés au moyen du photogoniomètre-triangulateur.

Dans le dernier modèle de cet appareil, dont la construction est presque achevée, on a atteint divers perfectionnements: entre autres, le restituteur est universel, c'est-à-dire il peut utiliser des photographies dont les axes ont des directions quelconques; et le passage de la photogrammétrie aérienne à la terrestre se réalise sans aucune inversion dans les organes de commande.

Le premier exemplaire des instruments de M. **Santoni** a été construit en 1920 par la Société „Ansaldo“. A partir de l'année 1924, M. le général **Vacchelli**, Directeur de l'Istituto Geografico Militare appela M. Santoni à Florence. Avec les appareils construits en 1927 dans les usines de l'Institut, on a dressé le plan au 5000<sup>ème</sup> d'une portion de terrain étendue d'à peu près 5000 hectares en Sicilie; et on va achever le plan au 25.000<sup>ème</sup> de 60.000 hectares levés dans la Venétie. Les résultats sont tout à fait satisfaisants.

### Principales publications parues après 1923.

- A. Baroni:** La Stereofotogrammetria e il Fotogoniometro binoculare, Milano 1929.
- M. Bossolasco:** L'aerofotogrammetria nell'indagine limnologica. Atti del XI Congresso Geografico Italiano. Vol. II, Napoli 1930.
- G. Cassinis:** Il rilevamento topografico dagli aerei. Atti della Associazione Italiana di Aerotecnica, Vol. III, Roma 1923.  
Lo stato attuale dei metodi di rilevamento topografico dagli aerei. Ingegneria, Vol. III, Milano 1924.  
L'errore di situazione dei punti determinati con procedimenti aerofotogrammetrici e i metodi di triangolazione aerea. Atti dell'Associazione Italiana di Aerotecnica, Vol. IV, Pisa 1924.  
Presente e avvenire della Fotogrammetria. Atti della I. Settimana Aerotecnica (Roma 1925), Pisa 1926.  
Fotogrammetria e Aeronautica. Annali della R. Scuola di Ingegneria di Padova, 1927.  
L'aerofotogrammetria in Italia. L'Aerotecnica, Vol. IX, Roma 1929.

\*) Une séparation analogue se vérifie dans les appareils de restitution de **M. Boykow**.

- Ricerche sulla precisione conseguibile con il metodo aerofotogrammetrico **Nistri**. L'Aerotecnica, Vol. X, Roma 1930.
- P. Dore:** Su di un problema di Aerofotogrammetria. L'Aerotecnica, Vol. V, Pisa 1925.
- A. Nistri:** Note di Aerofotogrammetria. L'Aerotecnica, Vol. V, Pisa 1925.  
La teoria della restituzione ed il Fotocartografo **Nistri**. Atti della I. Settimana Aerotecnica (Roma 1925), Pisa 1926.  
Nuovi risultati ottenuti nel rilevamento aerofotogrammetrico a mezzo del Fotocartografo **Nistri**. Ibid.  
Come ed in quali limiti nel Fotocartografo **Nistri** viene utilizzata la profondità di campo degli obiettivi. L'Aerotecnica, Vol. VII, Pisa 1927.
- U. Nistri:** L'Aerofotogrammetria nelle sue pratiche applicazioni, con particolare riferimento al metodo di restituzione **Nistri**. L'Aerotecnica, Vol. X, Roma 1930.
- E. Santoni:** Fotogrammetria aerea col metodo **Santoni**. Atti della I. Settimana Aerotecnica (Roma 1925), Pisa 1926.  
Dalla Fotogrammetria terrestre alla Fotogrammetria aerea. L'Universo, Vol. XI, Firenze 1930.

### Photogrammetrie in Lettland.

Prof. A. Buchholtz, Riga.

Schon vor der im Jahr 1918 erfolgten Staatswerdung Lettlands sind in Riga einige Versuche mit der Anwendung photogrammetrischer Methoden ausgeführt worden.

Von solchen Versuchen wären zu erwähnen: die photogrammetrische Vermessung der St. Alberti-Kirche im Jahre 1908 und die Anwendung eines besonderen stereophotogrammetrischen Verfahrens bei der Prüfung der neuerbauten eisernen Dünabrücke im Jahre 1914. Benutzt wurde im ersten Fall ein Pollak-scher Phototheodolit, im zweiten eine Pulfrich-Zeißsche Ausrüstung für Stereophotogrammetrie, bestehend aus einem Feldphototheodolit und einem Stereokomparator für das Plattenformat  $9 \times 12$  cm. Diese Geräte, die der Instrumentensammlung des Geodätischen Kabinetts des Rigaschen Polytechnischen Instituts angehörten, mußten in der Folge während des Weltkrieges nach dem Inneren Rußlands fortgeschafft werden, von wo sie später nicht mehr nach Lettland zurückgelangt sind.

Der nach dem Weltkriege entstandene lettländische Staat sah sich u. a. vor die Aufgabe gestellt, sehr umfangreiche Vermessungsarbeiten auszuführen.

Die Durchführung der Agrarreform machte eine großmaßstäbliche Neuvermessung des größten Teils des lettländischen Territoriums notwendig, die vorhandenen topographischen Karten waren zum großen Teil veraltet und bedurften daher einer weitgehenden Berichtigung und Ergänzung usw. Im Hinblick auf die verhältnismäßig geringe Anzahl der zur Verfügung stehenden Landmesser und Topographen mußte es daher fraglich erscheinen, ob es möglich sein würde, diese Arbeiten so schnell zu erledigen, wie es das Interesse des Staates und seiner Bevölkerung erheischt, falls ausschließlich die sogenannten klassischen Vermessungsmethoden zur Anwendung gelangen sollten.

Es lag daher nahe anzunehmen, daß die zuständigen Stellen sich über kurz oder lang veranlaßt sehen würden, die Erledigung der auszuführenden Vermessungsarbeiten durch sinngemäße Anwendung photogrammetrischer Methoden zu beschleunigen.

Im Hinblick auf eine solche Möglichkeit mußte zunächst für die Ausbildung entsprechender Arbeitskräfte gesorgt werden.

Demgemäß findet im Lehrprogramm der Ingenieur fakultät der Lettländischen Universität, deren Kulturtechnische Abteilung eine Unterabteilung für Vermessungswesen hat, die Photogrammetrie gebührende Berücksichtigung, indem die betreffenden Methoden und Geräte in einem besonderen Abschnitt des Vortrags über Niedere Geodäsie recht eingehend behandelt werden und für die Studierenden der Unterabteilung für Vermessungswesen auch praktische Übungen in der Photogrammetrie stattfinden. Auch an der Militärfliegerschule, den Akademischen Offizierskursen und den Topographischen Kursen der Geodätisch-topographischen Abteilung des Generalstabs ist die Photogrammetrie als obligatorisches Lehrfach eingeführt. Hierbei wird das Hauptgewicht auf die Luftphotogrammetrie gelegt, da für Lettland mit seinem vorwiegend flachen und mit viel Wald bestandenen Gelände die terrestrische Photogrammetrie für Vermessungszwecke kaum in Betracht kommt.

Zu einer systematischen Anwendung photogrammetrischer Methoden in der Vermessungspraxis Lettlands ist es bisher nicht gekommen. Wohl aber finden auf Veranlassung der Geodätisch-topographischen Abteilung des Generalstabs und des Vermessungsamtes der Stadt Riga praktische Versuche in dieser Richtung statt. Es wurden einige Luftbildpläne im Maßstab 1:10.000 angefertigt, wobei die Aufnahme der Luftbilder vom Fliegerregiment besorgt wurde, während die Entzerrung der Bilder und die Zusammenstellung der Luftbildpläne im Geodätischen Institut der Universität erfolgte, das über ein ATG-Entzerrungsgerät verfügt.

Außer der Beteiligung an diesen Versuchen hat das Geodätische Institut der Universität auch noch zu wissenschaftlichen Zwecken eine Reihe photogrammetrischer Arbeiten ausgeführt, die sich auf die praktische Erprobung gewisser bei der Herstellung von Luftbildplänen in Betracht kommender Verfahren beziehen.

U. a. wurden einige Bildtriangulationen ausgeführt, bei denen graphische Ausgleichungsverfahren zur Anwendung gelangten. Auch wurden Fälle bearbeitet, in denen wegen unzureichender Überdeckung der Aufnahmen einige Richtungen des Dreiecksnetzes nach dem Absteckverfahren ermittelt werden mußten.

Andere Versuche bezogen sich auf die Bestimmung von Paßpunkten nach einem Transformationsverfahren. In einer Reihe von reichlich überdeckten Steilaufnahmen nahezu ebenen Geländes wurde eine größere Anzahl gut identifizierbarer Punkte so ausgewählt, daß jedes Paar aufeinanderfolgender Bilder mindestens 4 solche Punkte gemeinsam hatte. Diese Punkte und einige wenige ebenfalls auf den Bildern markierte terrestrisch eingemessene Festpunkte wurden dann mit Hilfe des Entzerrungsgeräts in einheitlicher Perspektive auf ein Zeichenpapier aufgetragen. Durch graphische Entzerrung dieser perspektivischen Darstellung wurde dann schließlich die planmäßige Lage der Paßpunkte bestimmt.

Beim Zusammensetzen der Luftbildpläne wurden die Einzelbilder nach einem Quadratnetz orientiert. Dieses Quadratnetz wurde zusammen mit den Paßpunkten auf die Unterlage aufgetragen und dann vermittels eines Pauspapiers auf die entzerrten Einzelbilder übertragen.

Beim Aufkleben der entzerrten Einzelbilder auf die gemeinsame Unterlage wurde versuchsweise sowohl das nasse als auch das trockene Verfahren angewandt. Die befriedigendsten Resultate wurden schließlich mit einem dritten Verfahren erzielt, nach welchem die trockenen Einzelbilder auf die mit dem Klebstoff bestrichenen betreffenden Stellen der Unterlage aufgepreßt wurden.

Im Mai 1927 hielt in Riga die Sektion Norden der Int. Ges. f. Photogrammetrie ihre erste (konstituierende) Hauptversammlung ab, an der sich, außer Vertretern der Landesgruppen Dänemark, Estland, Finnland, Lettland, Litauen, Norwegen, Schweden, auch Gäste aus Deutschland und Polen beteiligten. Die Hauptversammlung war mit einer photogrammetrischen Ausstellung verbunden, die in den Räumen des Geodätischen Instituts der Lettländischen Universität untergebracht war.

Seit 1928 besteht eine Lettländische Gesellschaft für Photogrammetrie, die als Landesgruppe Lettland der Sektion Norden der Int. Ges. f. Photogrammetrie angehört. Zum 1. Mai 1930 zählte diese Gesellschaft 2 korporative Mitglieder — das Geodätische Institut der Lettländischen Universität und die Vermessungsabteilung des Landwirtschaftsministeriums — und 23 Einzelmitglieder, darunter Lehrkräfte der Universität, Offiziere der Geodätisch-topographischen Abteilung des Generalstabs und des Fliegerregiments, Vermessungsingenieure und Landmesser der Vermessungsabteilung des Landwirtschaftsministeriums und des Vermessungsamtes der Stadt Riga, Studierende usw.

Durch Veranstaltung von Vorträgen hat die Gesellschaft nicht unwesentlich dazu beigetragen, in Lettland das Interesse für die Photogrammetrie zu wecken und zu vertiefen. Von nicht geringerer Bedeutung dürfte der Umstand sein, daß die Sitzungen und Versammlungen der Gesellschaft deren Mitgliedern, von denen viele im Vermessungswesen Lettlands an leitender Stelle stehen, Gelegenheit und Veranlassung geben, über die in Lettland vorhandenen Möglichkeiten für die Anwendung photogrammetrischer Methoden und über die zweckmäßigste Organisation solcher Arbeiten in unmittelbarem Meinungsaustausch zu treten.

## Die Photogrammetrie in Mexiko.

Bericht erstattet von Dipl.-Ing. Otto Lemberger,  
Exchef des phototopographischen Departements der nationalen mexikanischen  
Bewässerungskommission.

Die Anfänge der Photogrammetrie in Mexiko gehen, soweit ich in Erfahrung bringen konnte, bis auf das Jahr 1901 zurück. Es waren besonders drei Ingenieure des mexikanischen Katasters, die anfangen, sich mit der terrestrischen Photogrammetrie zu beschäftigen und zwar Ing. Pedro Sanchez, heute Direktor der Direktion für geographische und klimatologische Studien, Ing. Bustamante, heute sein Stellvertreter und der Ing. Ortega Espinosa, der auch jetzt unter dem Direktor Don Pedro Sanchez arbeitet. Ortega Espinosa erdachte damals sogar ein Gerät zur automatischen Auswertung von Stereoaufnahmen, das auf einem ähnlichen Prinzip, wie das Gerät von Deville beruhte. Meine Bemühungen, etwas Näheres über das Gerät zu erfahren, waren erfolglos. Ortega Espinosa äußerte sich dahin, daß er jetzt jahrzehntelang sich nicht mit dem Gerät beschäftigt hätte und mittlerweile Teile desselben verlorengegangen wären. Ing. Pedro Sanchez beschreibt in einem Artikel, den er 1926 veröffentlichte, wie genau die Schichtenlinien, die mit dem Gerät Ortega Espinosas gezogen wurden, mit den tachymetrisch interpolierten übereinstimmten und er meinte am Schlusse seiner Ausführungen, daß es für die mexikanische Regierung besser wäre, an Stelle der ausländischen Apparate den Ortega-Apparat in Mexiko bauen zu lassen; jedoch zeigte Ortega Espinosa, bei den Unterredungen, die ich mit ihm hatte, kein Interesse mehr für seinen alten Apparat. Meiner Ansicht nach konnten diese Versuche keinen vollen Erfolg zeitigen, weil sich die terrestrische Photogrammetrie für Katasteraufnahmen nicht nur in Mexiko, sondern auch in Europa nicht bewährt haben. Die Frage, ob die Photogrammetrie bei der Herstellung der Karte des Landes heranzuziehen wäre, wurde gar nicht erörtert. Mit den luftphotogrammetrischen Methoden befaßte sich rein theoretisch nur ein Ingenieur, der Mathematiker, Astronom und Geodät Ing. Valentin Gama, Professor für Photogrammetrie an der nationalen Ingenieurschule. Er legte seine Studien und Beobachtungen in einem Vortrage nieder, den er anlässlich des nationalen Geographenkongresses im Jahre 1921 in der Stadt Puebla hielt. Ich werde auf diesen Vortrag noch später eingehender zurückkommen.

Im Jahre 1925 wurde neuerlich ein Versuch unternommen, angeregt durch einen deutschen Astronomen, ein Gebiet für Katasterzwecke mittels terrestrischer Photogrammetrie aufzunehmen. Dieser Versuch scheiterte neuerlich, da es den Ingenieuren an jeglicher Erfahrung fehlte, wie solche Aufnahmen anzulegen sind und welches Gelände dafür geeignet ist. Auch standen ihnen außer einem uralten Phototheodolit, der außerdem augenscheinlich auch dejustiert war, sonst keine weiteren Geräte zur Verfügung. Ing. Don Pedro Sanchez bemühte sich als Direktor der Direktion für geographische und klimatologische Studien durch Jahre, von seiner vorgesetzten Behörde, dem Ministerium für Ackerbau und Kolonisation, die nötigen Mittel bewilligt zu bekommen, um die Photogrammetrie bei der

Herstellung der neuen Karte Mexikos im Maßstabe 1 : 100.000 verwerten zu können. Er unternahm verschiedene Studienreisen nach Europa und besuchte einige Institute, die sich mit terrestrischer und Luftphotogrammetrie befaßten.

Im Jahre 1923 hielt sich der mexikanische Professor Ing. José A. Cuevas in Europa auf und studierte die photogrammetrischen Verfahren und Instrumente. Er wollte vor allem die terrestrische Photogrammetrie einführen und außerdem eine Flugverkehrsgesellschaft gründen, um dann auch die Flugzeuge zu den Luftaufnahmen heranzuziehen.

Alle diese Projekte zerschlugen sich jedoch und als ich im Dezember 1925 nach Mexiko kam, fand ich heraus, daß nichts auf dem Gebiete der Stereophotogrammetrie geschehen war. Eine amerikanische Luftverkehrsgesellschaft, die Co. Mexicana de Aviación mit dem Sitze in Tampico, führte bereits damals als Vertreterin der Fairchild Aerial Surveys, New York, Luftaufnahmen von Ölfeldern durch. Die Aufnahmen wurden in New York zu Mosaiks und Schichtenkarten verarbeitet. Manche der großen Ölgesellschaften hatten sogar eine eigene Auswertungsabteilung, um die für sie gemachten Luftaufnahmen selbst mit Hilfe ganz primitiver Methoden zu Mosaiks und Karten zu verarbeiten.

Einige Wochen nach meinem Eintreffen in der Stadt Mexiko trat ich neuerlich mit dem Ing. José A. Cuevas in Verbindung, der jetzt Direktor der nationalen Ingenieurschule war, die eine Fakultät der nationalen Universität bildet. Er hatte jetzt die Absicht, auf der Hochschule selbst ein photogrammetrisches Institut einzurichten, doch standen ihm leider keine Geldmittel zur Verfügung, um seine großzügigen Pläne durchführen zu können. Auch mit Prof. Valentin Gama wurde ich bekannt, der an der Ingenieurschule Vorlesungen über Photogrammetrie hielt und mir erzählte, er hätte auch bereits mit seinen Schülern eine stereophotogrammetrische Aufnahme durchgeführt, die er am Stereokomparator der Sternwarte in Tacubaya ausgewertet hätte. Dieser Stereokomparator war nur mit einem Blinkmikroskop ausgerüstet. Ich sah dann später die Platten dieser Aufnahme. Es handelte sich um einen Steinbruch, aber den Plan bekam ich nie zu sehen. Die Lehrkanzel für Photogrammetrie verfügt über gar keine Instrumente und Geräte, so daß Prof. Gama sich in seinen Vorlesungen ausschließlich mit der Theorie befaßt, und zwar hauptsächlich mit der alten Meßtischphotogrammetrie. Von seinem Vortrag, den er im Jahre 1921 in Puebla gehalten hatte, war mir damals noch nichts bekannt.

Prof. Gama interessierte sich lebhaft für die Instrumente, Apparate, Photographien und Pläne, die ich in einem Zimmer der mexikanischen Siemens-Gesellschaft ausgestellt hatte, und besuchte mich häufig, wo ich ihm wiederholt die terrestrische Felddausrüstung von Carl Zeiß, bekannt unter dem Namen C/3b, vorführte und ihm an der Hand des Schulstereoautographen der Firma Photogrammetrie, München, die Theorie und das automatische Schichtenziehen erklärte. Ich hatte Gelegenheit, vielen Ingenieuren die Apparate vorzuführen und die terrestrische Stereomethode zu erklären. Der glückliche Umstand, daß ich die Ehre hatte, dem damaligen Präsidenten von Mexiko, Don Plutarco Elias Calles, einen Vortrag über Stereophotogrammetrie zu halten und ihm das automatische Ziehen von Schichten mit Hilfe des kleinen Schulautographen der Photogrammetrie



praktisch zu demonstrieren, brachte die Sache in Mexiko endlich ins Rollen. Über seinen ausdrücklichen Wunsch begannen sich weite Regierungskreise für die Verfahren zu interessieren. Das Kriegsministerium, der Generalstab, das Unterrichtsministerium, das Ackerbauministerium, wie auch das Verkehrsministerium entsandten ihre Vertreter.

Im Januar 1926 hatte Präsident Calles die nationale Bewässerungskommission geschaffen, deren Hauptaufgabe darin bestand, die verschiedenen Bewässerungsprojekte einem genauen Studium zu unterziehen und einige dieser so rasch als möglich in ein baureifes Stadium zu überführen. Diese Kommission wurde mit sehr reichen Geldmitteln und Machtbefugnissen ausgestattet. An der Spitze stand ein Direktor, dem ein Dreiererrat zur Seite stand, die sogenannten Comisionados. Als dringendes Projekt wurde der Bau einer Talsperre im Flusse Lerma, und zwar bei Tepuxtepec im Staate Michoacan, angesehen. Dieses Projekt verfolgte die Kommission gemeinsam mit der Co. Mexicana de Luz y Fuerza, S. A., ursprünglich ein englisch-kanadisches Unternehmen, das nach dem Kriege von dem bekannten belgischen Geldmann Löwenstein aufgekauft worden war. Letzterer verunglückte bei einem Fluge von England nach Belgien durch Absturz ins Meer. An diese Gesellschaft sollte eine gewisse Wassermenge für Kraftzwecke zur Verfügung gestellt werden, während die Hauptmasse des Wassers Bewässerungszwecken dienen sollte. Es war zwar ein Plan 1:10.000 vorhanden, doch zum Studium der Stelle, wo der Damm zu bauen wäre, benötigte man einen Plan in großem Maßstabe. Mit den Vorstudien wurde die Siemens-Bauunion betraut, die die nationale Bewässerungskommission dazu bestimmte, die Aufnahmen stereophotogrammetrisch durchführen zu lassen. Auf diese Weise erhielt ich den Auftrag, einen gewissen Flußstreifen im Maßstabe 1:500 aufzunehmen. Ende Februar 1926 begann ich mit den Aufnahmen. Es ist somit diese Arbeit die erste terrestrische, stereophotogrammetrische Aufnahme, die in Mexiko für praktische Zwecke durchgeführt wurde, und auf Grund des Planes, der bei der Photogrammetrie in München ausgearbeitet wurde, fand die Ausarbeitung der verschiedenen Dammprojekte statt. Gleichzeitig ließ aber die Licht- und Kraftgesellschaft von Mexiko auch eine Aufnahme mit Hilfe der tachymetrischen Methoden durchführen. Wie sich dann später zeigte, waren die Pläne, die auf Grund der stereophotogrammetrischen Aufnahmen hergestellt wurden, den andern weit überlegen.

Meine Bemühungen, die Gründung einer Gesellschaft zur Auswertung der terrestrischen und luftphotogrammetrischen Methoden mit Unterstützung der Regierung durchzuführen, blieben erfolglos, dagegen erklärte sich die Regierung bereit, der Frage näherzutreten, ein eigenes phototopographisches Departement zu schaffen, und beauftragte mich im Mai 1926, der nationalen Bewässerungskommission ein Exposé über die photographischen Methoden und die dazu notwendigen Apparate und Instrumente auszuarbeiten. Eine Kommission, die sich aus den verschiedenen technischen Ämtern aller Ministerien zusammensetzte, entschied sich für die Gründung dieses Departements, das der nationalen Bewässerungskommission unterstellt wurde. Somit trat ich am 1. Juni 1926 in die Dienste der mexikanischen Regierung als Leiter des phototopographischen Departements der nationalen Bewässerungskommission, die als einzige Regierungs-

stelle über genügende Geldmittel verfügte, um das notwendige Instrumentarium anschaffen zu können. Dabei sollten vor allem die Aufnahmen für alle schwebenden Projekte der Bewässerungskommission durchgeführt werden und erst später sollten dann auch Aufnahmen für andere Regierungsstellen gemacht werden.

Mit dem 1. Juni 1926 beginnt somit die Ära der Photogrammetrie in Mexiko. Die Strömungen gegen die Einführung der stereophotogrammetrischen Methoden mit ihren Apparaten und Instrumenten waren sehr stark und es war besonders der früher erwähnte Prof. Valentin Gama, der insbesondere was die Luftphotogrammetrie anbelangt, seine zum Teil stark übertriebenen Ansichten unter den mexikanischen Ingenieuren verbreitete. Besonderen Schaden hat er der Sache durch seinen Vortrag zugefügt, den er im Jahre 1921 in Puebla anlässlich eines nationalen geographischen Kongresses hielt. Das Thema lautete: „Methoden, die bei der Fortsetzung der geographischen Arbeiten in Mexiko anzuwenden wären“. In diesem Vortrag erkannte er ganz richtig die Bedeutung der terrestrischen Stereophotogrammetrie für die Herstellung genauer Schichtenpläne in großen Maßstäben an (bis 1:25.000). Dagegen äußerte er über die Luftstereophotogrammetrie Ansichten, die keineswegs geeignet waren, diesem Verfahren ein Feld bei den Arbeiten der Regierung zu eröffnen. Im Juli des Jahres 1926 behandelte er das gleiche Thema in einem Vortrage, den er im mexikanischen Ingenieur- und Architektenverein hielt, und erweiterte bei dieser Gelegenheit seine Ansichten besonders über die Anwendung der terrestrischen und der Luftphotogrammetrie bei den verschiedenen Ingenieur- und geographischen Arbeiten. Durch diesen Vortrag trug er wesentlich dazu bei, die Einführung der stereophotogrammetrischen Methoden in Mexiko zu erschweren. Der Fall Prof. Gamas steht nicht vereinzelt da. In der Geschichte vieler Erfindungen waren es besonders die Professorenkreise, die sich gegen ihre Einführung in die Praxis widersetzten. Ich erwähne nur den Fall des Ing. und Arch. Meydenbauer, der gleichen Schwierigkeiten begegnete, als er die Photogrammetrie in der Architektur einführen wollte. Im September 1926 erschien dieser Vortrag in der Zeitung des mexikanischen Ingenieur- und Architektenvereines. Bezüglich der bestehenden Karte von Mexiko äußerte er sich dahin, daß mit Ausnahme von 20 % des Landes, die von der Comisión Geográfica Exploradora im Maßstabe 1:100.000 aufgenommen wurden, von dem übrigen Teile nur ganz rohe Aufnahmen vorhanden sind. Man kann daher die bestehenden Karten von Mexiko nur als Schulkarten bezeichnen, die kaum den allernotwendigsten administrativen Bedürfnissen genügen. Hierzu bemerke ich, daß der Flächeninhalt der Vereinigten Staaten von Mexiko rund 1,964.000 km<sup>2</sup> beträgt, was dem Flächeninhalt von Deutschland, Frankreich, Spanien, Italien und der Tschechoslovakei zusammengenommen entspricht.

Die Kommission übergab mir den Vortrag Gamas zur Stellungnahme. Über die Ansicht Gamas, daß die luftphotogrammetrischen Methoden sich ausschließlich nur für ebenes Gelände eignen, und insbesondere, wo es auf eine genaue Wiedergabe der Höhenunterschiede nicht ankomme und sich mit der terrestrischen Stereophotogrammetrie nicht in einen Wettstreit einlassen kann, wollte die Kommission meine Meinung hören, denu ihr schwebte vor, sich gerade der Luftphotogrammetrie zu bedienen. Ich kämpfte vorerst für die Einführung der

terrestrischen Methode, deren Durchführung keine so komplizierte Organisation benötigte, wie es bei der Luftphotogrammetrie der Fall ist. Letztere wollte ich erst dann einführen, bis die Flugzeugfrage und andere damit im Zusammenhang stehende Fragen einer günstigen Lösung entgegengeführt sind. Insofern kam mir da Prof. Gama entgegen, als er den oben erwähnten Satz in seinen Betrachtungen aufstellte, und sich ferner äußerte, daß infolgedessen die Luftaufnahmen sich nicht mit den terrestrischen, stereophotogrammetrischen Aufnahmen messen können, wenn es sich um die genaue Wiedergabe eines gebirgigen Geländes mit Hilfe von Schichtenlinien handelt. Es leuchtete ihm ganz und gar nicht ein, daß man die Höhe eines Objektes auch von oben gesehen, wie es bei einer Senkrechtaufnahme der Fall ist, ohne weiters stereoskopisch bestimmen kann. Er war der Meinung, daß man, um das tun zu können, dem Gegenstande gegenüberstehen müsse und kommt auf diese Weise zu der falschen Schlußfolgerung, daß je höher sich die Luftkammer über das Gelände erhebt, desto geringer die Genauigkeit sei, mit welcher die Höhenunterschiede und somit die Schichtenlinien gegeben werden können. Schließlich behauptete er, daß für Mexiko noch nicht die Zeit gekommen sei, sich der Stereophotogrammetrie mit ihren automatischen Auswertegeräten zu bedienen. Ich gebe hier die Stelle seines Berichtes in Spanisch wieder: „De la misma manera que en otros trabajos nos conviene más servirnos de hombres que de máquinas. Necesitamos topógrafos expertos que suplan con su habilidad y su pericia a la máquina que hagan aquí sin esta lo que en países más industrializados resulta más económico y más cómodo con aquella.“ — In freier Übersetzung heißt das kurz: „Mexiko ist noch nicht so weit, daß es sich lohnen würde, die Menschen durch Maschinen zu ersetzen. Wir benötigen hier ausgezeichnete Topographen, die durch ihre Umsicht und Geschicklichkeit die Maschinen ersetzen müssen, die in Ländern mit stark entwickelter Industrie billiger und bequemer sind.“ — Zum Glück ließ sich die Kommission durch mein Exposé davon überzeugen, daß der Herr Professor zu weit geht. Es war insbesondere dem Einfluß des Ing. Javier Sanchez Mejorada zuzuschreiben, daß mein Programm keine Änderungen erfuhr. Ich führe das hier an, um zu zeigen, mit welchen Schwierigkeiten ich bei der Einführung der photogrammetrischen Methoden und Apparate in Mexiko zu kämpfen hatte.

Die Entwicklung des photographischen Departements war eine langsame. Mit den Feldarbeiten wurde im Frühjahr 1927 begonnen. Im Spätherbst wurde dann der Zeißsche Stereo-Autograph aufgestellt, der sich bereits seit Dezember 1926 in Mexiko befand, jedoch nicht früher aufgestellt werden konnte, da es an einem passenden Lokal mangelte. Als Phototheodolit wurde eine Zeißsche C/3b-Ausrüstung verwendet. Es wurden große Aufnahmen von Geländeteilen durchgeführt, die zur Projektierung von Bewässerungskanälen dienten, wie auch eine Reihe von Talsperrestellen mit den dazu gehörigen Sammelbecken aufgenommen. Das geschah gleichzeitig mit der Ausbildung des mexikanischen Personals. Vom Dezember 1927 an begann dann die Ausbildung am Zeißschen Stereo-Autographen. Im Jahre 1928 wurden die Aufnahme- und Auswertearbeiten fortgesetzt unter stetiger Erhöhung des Personals. Bereits im Jahre 1926 hatte ich der Kommission meine Vorschläge bezüglich Einrichtung der luftphoto-

grammetrischen Abteilung unterbreitet. Es wurde ein Entzerrungsgerät der Photogrammetrie in München, zwei Zeißsche Luftkammern, Modell H. M. K.,  $f = 21$  cm, Plattengröße  $13 \times 18$  cm, ferner eine Reproduktionskammer der Firma Hoh & Hahne, Leipzig, bestellt. Es sollte zuerst mit der Aufnahme von flachem Gelände vom Flugzeuge begonnen werden, um mit Hilfe des Entzerrungsgerätes und der Reproduktionskammer genaue maßstabhältige Photokarten herzustellen. Erst später, wenn sich die terrestrischen stereophotogrammetrischen Methoden gut eingeführt hatten, beabsichtigte ich, an den Kauf eines Raumautographen zu schreiten. Auch hoffte ich, daß bis dahin sich vielleicht noch verschiedene Vereinfachungen in dem Bau der Raumautographen ergeben würden. Die Flugzeugfrage sollte in dem Sinne gelöst werden, daß der Militärflugdienst ein oder das andere seiner Flugzeuge zu diesem Zwecke umbauen sollte. Doch meine Hoffnungen wurden bald zerstört, da das einzige, für unsere Zwecke geeignete Flugzeug durch einen Unfall unbrauchbar wurde. Auch mit dem später ins Leben gerufenen Zivillflugdienst kam es zu keiner Regelung. Ich wurde immer auf später vertröstet. Da entschloß sich die Kommission, zwei eigene Flugzeuge anzuschaffen, die sie gleichzeitig auch für ihre eigenen Inspektionsreisen benützen wollte. Ich setzte mich mit den bedeutendsten Flugzeugfirmen der ganzen Welt in Verbindung und es liefen eine ganze Reihe von Offerten ein. Die Aircraft Corporation of America, die Fokker-Flugzeuge baute, sandte sogar einen Fokker-Universal, einen Hochdecker, nach Mexiko. Das Flugzeug zeigte eine große Stabilität und hielt seinen Kurs auch ohne Benützung der Kontrollen gut ein. Es war mit einem Pratt Whitney Wasp-Motor von 375 HP ausgestattet. Doch hatte sich mittlerweile die finanzielle Lage Mexikos wieder verschlechtert und so erklärte im Herbst 1928 die Kommission, daß kein Flugzeug gekauft würde. Ich sollte versuchen, mit einer der bestehenden Flugzeug-Gesellschaften wegen Mietung eines Flugzeuges zu unterhandeln. Die einzige Gesellschaft, die damals in der Lage war, Flugzeuge zu verleihen, war die Co. Mexicana de Aviación. Sie verlangte 200 Goldpesos für die Stunde. Dabei hätte auch die verstrichene Flugzeit bezahlt werden müssen, falls infolge eines Maschinendefektes der Vermessungsflug vorzeitig abgebrochen wäre. Der hohe Preis und diese Bedingung brachten die ganze Angelegenheit wieder zum Stocken. Ich muß noch erwähnen, daß im Juli 1928 der zum zweiten Male gewählte Präsident Alvaro Obregon von einem religiösen Fanatiker namens Torral ermordet wurde. Dies war von unheilvoller Bedeutung für die nationale Bewässerungskommission, da dadurch die Stellung der ganzen Kommission und insbesondere des Direktors, der ein naher Verwandter Obregons war, erschüttert wurde. Kaum hatte der provisorische Präsident Emilio Portes Gil am 1. Dezember 1928 sein Amt angetreten, so setzte der von ihm ernannte Ackerbauminister Ing. Marte R. Gómez über Rat seines Unterstaatssekretärs, Ing. Arturo Romo, des früheren Direktors der Kommission, die gesamte Kommission ab. Auch den Chef des technischen Departements, wie auch die meisten Chefs der verschiedenen Vermessungskommissionen erteilte ihr Schicksal. Mit einem Schlage wurden an die zweihundert Beamte entlassen. Nur das Kommissionsmitglied Javier Sanchez Mejorada entging diesem Schicksal durch den

Umstand, daß ihn Portes Gil über Vorschlag des abtretenden Präsidenten Calles zum Minister für öffentliche Bauten und Verkehr ernannte. Der Kommission wurden ihre Rechte als autonome Behörde genommen und sie dem Ministerium direkt unterstellt. An Stelle des ständigen Dreierates trat ein ehrenamtlicher Dreierat, der nur periodisch tagte, und wie es sich bald zeigte, gar nichts zu sagen hatte. Die ganze Gewalt wurde in den Händen des Unterstaatssekretärs vereinigt, der als Diktator schaltete und waltete. An die Spitze der Kommission trat pro forma ein Generaldirektor mit einem technischen Direktor als Stellvertreter. Alle meine Bemühungen, neue Vermessungsaufträge von der Kommission zu erhalten, waren vergeblich, denn es wurden weder die alten Projekte weiter verfolgt, noch neue in Angriff genommen. Nur die im Bau befindlichen Projekte wurden weiter gebaut. Auch vom Personal des phototopographischen Departements wurden einige entlassen. Da ließ mich der neuernannte Minister für Verkehr und öffentliche Bauten, der früher erwähnte Ing. Sanchez Mejorada, dem auch das Zivillflugwesen unterstand, kommen und teilte mir mit, er hätte eine Arbeit für mich, und zwar benötige er die Aufnahme von Tampico und Umgebung, jedoch in einem großen Maßstabe (1:2500). Auch die Flugzeugfrage wäre gelöst. Er könne mir ein Flugzeug samt Piloten und Mechaniker für diese Zwecke zur Verfügung stellen. Das Angebot war für mich sehr verlockend, da es mir Arbeit brachte. Ich nahm es an, trotzdem Flugzeug und Pilot zur Durchführung von Vermessungsaufträgen nicht sehr geeignet waren, wie es sich bei einer Reihe von Probeflügen im Dezember 1928 herausstellte. Doch hieß es entweder den Flugauftrag auszuführen, oder weiter zuzuwarten. Es handelte sich um einen Stinson-Hochdecker, der mit einem Wright Whirlwind-Motor von 200 arbeitenden HP ausgestattet war. Doch war der Motor bereits abgenützt und hätte durch einen neuen ersetzt werden müssen, um mit dem Flugzeuge bessere Leistungen erzielen zu können. Dagegen bewährte sich das Flugzeug als gute Photomaschine, denn die Probeaufnahmen fielen tadellos aus. Die beiden Minister Sanchez Mejorada und Marte R. Gómez einigten sich, in welcher Weise die Verrechnung für diesen Flug stattfinden sollte, und es wurden alle Vorbereitungen getroffen, um bei Eintreten günstiger Witterung mit den Aufnahmen zu beginnen. Im Februar 1929 wurde mit diesem Flugzeug die Aufnahme von Tampico und Umgebung durchgeführt, ungefähr 210 km<sup>2</sup>. Es war nicht möglich, eine Übersichtsaufnahme in dem Maßstabe 1:20.000 für die Nadirpunkts Triangulation durchzuführen, wie es beabsichtigt war. Ja selbst die Aufnahmen im Maßstabe 1:7500 verursachten Schwierigkeiten. Der Motor arbeitete infolge der großen Hitze, die bereits in Tampico herrschte, sehr schlecht. Im ersten Falle handelte es sich darum, eine Flughöhe von 4200 m über dem Gelände und im zweiten Falle eine solche von nur 1575 m über dem Boden zu erreichen, also gar keine außergewöhnlichen Leistungen. Die Witterungsverhältnisse waren in Tampico nicht sehr günstige, da zu dieser Jahreszeit häufig Stürme einsetzten und außerdem infolge starker Wolkenbildung nur wenige Stunden während des Tages für Flüge zur Verfügung standen. Dazu kamen noch vermessungstechnische Schwierigkeiten. Vor Beginn der Arbeit war dem Verkehrsminister eine genaue

Liste der zu markierenden Triangulationspunkte gegeben worden, die sich auf beiden Seiten des Flusses Pánuco befanden. Es war vorgesehen worden, diese Punkte mit weißen Kreuzen von 15 m Seitenlänge und  $2\frac{1}{2}$  m Breite mit Kalk zu bezeichnen. Nach Ankunft des Beobachters, dem ein Ingenieur als Assistent beigegeben war, stellte es sich heraus, daß diese Markierungsart nicht möglich war, da die Triangulationspunkte sich unter einer mehrere Meter starken Erdschichte befanden, die abzutragen zu große Kosten verursacht hätte. Es wurden aus diesem Grunde an Stelle dieser eine Reihe von sichtbaren Punkten dem Hafenspektor bezeichnet, wie Hausecken, Straßenkreuzungen, Brückenseiler, Bahnkreuzungen, Türme usw. — Zur weiteren Verdichtung der Kontrollpunkte wurden einige stereophotogrammetrische Stationen gemacht. Die Bestimmung der Koordinaten der linken Station wurde auch dem Hafenspektor überlassen. Es dauerte viele Monate, bevor der Hafenspektor einen Teil der angeforderten Daten sendete. Bei der Verdichtung des Punktnetzes mit Hilfe der Nadirpunkts-Triangulation stellte es sich heraus, daß eine Reihe der vom Hafenspektor gegebenen Punkte falsche Koordinaten aufwies. Als weitere Schwierigkeit brach im April des Jahres 1929 eine Militärrevolution aus, die die Finanzen der Regierung so beanspruchte, daß sie die laufenden Zahlungen einstellte. Die Firmen verweigerten infolgedessen weitere Lieferungen und es konnten nicht einmal die aufgenommenen Filme kopiert werden. Erst im Juni erhielt das Departement einen Teil der notwendigen Chemikalien und Kopierpapiere, aber die richtigen Koordinaten, wie auch die noch angeforderten Koordinaten von neuen Punkten sandte das Hafenspektorat von Tampico noch immer nicht. Um endlich mit der Nadirpunkts-Triangulation vorwärts zu kommen, stellte ich den Antrag, die Einmessung der Punkte durch eigenes Personal des Departements durchzuführen, was mit verhältnismäßig geringen Kosten verbunden gewesen wäre, und diese Kosten dann dem Verkehrsministerium zu verrechnen. Auch dieser Vorschlag scheiterte aus mir bis heute nicht bekannten Gründen, doch scheinen dabei politische Gegensätze der beiden Minister eine gewisse Rolle gespielt zu haben. Dazu kamen die Schwierigkeiten der Durchführung der Nadirpunkts-Triangulation ohne eigene Radial-Triangulatoren, die es ermöglicht hätten, die Nadirpunkts-Triangulation nicht mit den Kopien, sondern mit den Originalnegativen halbautomatisch durchzuführen. Auf diese Weise wären eine ganze Reihe von Fehlerquellen ausgeschaltet worden als da sind: Ungenaue Bestimmung des Hauptpunktes auf einer Papierkopie, die bereits eine Verzerrung gegenüber dem Original aufweist. Dies hat wieder eine fehlerhafte Auslegung des Hauptnetzes zur Folge, das als weitere Basis zur Festlegung neuer Kontrollpunkte dienen sollte. Die gegenseitige Orientierung der beiden Kopien erfolgte zuerst durch Betrachtung in einem Spiegelstereoskop. Da dieses Spiegelstereoskop nicht für diese Zwecke, sondern nur zur Betrachtung von Stereoaufnahmen gebaut war, so wies es nicht die notwendige Genauigkeit auf und verursachte Fehler und mußte deshalb ausgeschaltet werden. Die Orientierung erfolgte dann in der Weise, daß man den entsprechenden Geländepunkt, der sich unter dem Hauptpunkt der einen Kopie befand, mit dem identischen Punkte auf der andern Kopie suchte, die zusammen mit der

ersteren ein Stereopaar bildete; eine Methode, die bei einförmigem Geländecharakter und wenn der Hauptpunkt ins Wasser fiel versagte. Die nicht stereoskopische Festlegung, sondern durch Einschneidung der durch ihre Koordinaten gegebenen Kontrollpunkte als auch der Neupunkte bildete eine neue Fehlerquelle. Zu all dem kamen dann noch die falschen Punkte, die bei der Verwendung der Nadirpunkts-Triangulation eine unbeschreibliche Verwirrung verursachten, da das Personal in diesen Arbeiten vollständig ungeschult war. Dazu kam noch der Umstand, daß diese graphischen Methoden nicht so leicht zur Entdeckung jener Aufnahmen führten, die infolge größerer Neigung als  $\pm 3^\circ$  auszuschalten gewesen wären, da dies als Grenzwert angenommen wurde, wo Hauptpunkt und Nadirpunkt noch als zusammenfallend angenommen werden konnte. Das Gelände wies nur geringe Höhenunterschiede auf, so daß es für die Entzerrungsarbeiten als geeignet bezeichnet werden konnte. Ferner ließen sich auch die Herren durch die falschen Punkte zu Verschiebungen verleiten, die zu zwangsweisen Einpassungen führten, ein Umstand, der bei Verwendung eines Radialtriangulators vollständig ausgeschlossen ist. Die Entzerrungsarbeiten gestalteten sich dadurch auch langwierig, da oft Fehler, die bei der Nadirpunkts-Triangulation begangen worden waren, erst im Entzerrungsgerät aufgedeckt wurden und dadurch zu häufigen Unterbrechungen der Entzerrungsarbeiten führten. Das Endergebnis aller dieser Schwierigkeiten war, daß mit Ende des Jahres 1929 die Photokarte im Maßstab 1:2500 nicht fertiggestellt war.

Der Frage des Baues eines Radialtriangulators war ich bereits im August des Jahres 1928 nähergetreten, bevor noch die Firma Carl Zeiß mit ihrem ersten Radialtriangulator in die Öffentlichkeit trat. Die Kommission war an mich herangetreten, Luftaufnahmen von Flüssen durchzuführen und auf Grund dieser Aufnahmen Schichtenkarten im Maßstabe 1:20.000 bis 1:50.000 anzufertigen mit 10—20 m Schichtenabständen, um so sich über die Anlage von Talsperren und Staubecken ein Bild machen zu können. Die vorhandenen Karten, die in den Maßstäben 1:500.000 bis 1:2.000.000 vorhanden waren, zeigten an vielen Stellen weiße Flecke und wo immer ich Gelegenheit hatte, Vergleiche mit in der Nähe durchgeführten Aufnahmen zu ziehen, zeigte sich die vollständige Unzuverlässigkeit dieser Karten. An eine Aufnahme mit Hilfe der terrestrischen Methode war nicht zu denken, da diese zu kostspielig und langwierig gewesen wäre. Die terrestrische Methode sollte nur zur Bestimmung von Kontrollpunkten verwendet werden. Die Aufnahmemethode, die ich mir da zurechtgelegt hatte, war folgende: Mit Hilfe eines Sekundentheodolits Zeißscher oder Wildscher Konstruktion werden alle 20 km dem Flußlaufe entlang Punkte astronomisch mit Zuhilfenahme einer drahtlosen Ausrüstung festgelegt. Im Falle genügender, im Gelände sichtbarer Punkte würde eine Markierung entfallen und das Einmessen der Kontrollpunkte würde in diesem Falle erst nach dem durchgeführten Fluge erfolgen. An jeden dieser Kontrollpunkte wird dann immer eine terrestrische Stereostation angebunden, wobei die Aufnahmen mit der beim Departement vorhandenen leichten Zeiß-Finsterwalder Ausrüstung erfolgen würden. Auf diese Weise kann man sich von jeder Stereostation eine ganze Reihe von Paßpunkten geben bzw. Teile des Flußlaufes terrestrisch vollständig auswerten. Die Höhen

werden mit Hilfe von Siedethermometern und Präzisionsmetallbarometern festgelegt, wobei zur Kontrolle 1—2 Beobachtungsstationen eingerichtet werden, wo Barometerbeobachtungen mit Hilfe eines Quecksilberbarometers durchgeführt werden. — Ich hatte mir ein Gerät zurechtgelegt, das zweierlei Zwecke zu erfüllen hatte. Einmal sollte es als Radialtriangulator verwendet werden und seine zweite Verwendung war als Stereokomparator zur Auswertung von Senkrechtaufnahmen gedacht. Ich untersuchte auch den Zeißschen Stereokomparator, der bei der Sternwarte in Tacubaja in Verwendung steht, auf seine Eignung für meine Zwecke und machte dann der Firma Zeiß entsprechende Vorschläge zum Bau einer neuen Type eines Stereokomparators, der gleichzeitig auch als Radialtriangulator verwendet werden könnte. Gleichzeitig studierte ich eine ganz einfache Form eines Radialtriangulators, der ebenfalls auch als Stereokomparator mit halbautomatischer Ziehung perspektivischer Schichtenlinien Verwendung finden sollte. Die Umprojizierung dieser Schichten in die orthogonale Projektion erfolgt mit Hilfe eines Rechenschiebers in Verbindung mit einer graphischen Methode. Dieses Gerät weist in seiner Verwertung eine gewisse Ähnlichkeit mit dem sogenannten Brockverfahren auf. Während jedoch dort mit Hilfe von gemessener und gerechneter Parallaxe die Neigung einer jeden Platte in der Richtung des Fluges berechnet und dann in einem Umformer eingestellt wird, um die geneigte Aufnahme in eine genaue Senkrechtaufnahme zu transformieren, werden bei meinem Verfahren eine entsprechende Zahl von Kontrollpunkten stereoskopisch festgelegt und hierauf werden die Aufnahmen mit ihrer Hilfe auf einen bestimmten Horizont entzerrt, der der Einfachheit halber mit einer Schichtenlinie zusammenfällt. Die entzerrte Photographie weist dann nur in der Schichtenlinie einen gewissen Maßstab auf, während die Teile oberhalb dieser einen größeren und die Teile unterhalb dieser Schichte einen kleineren Maßstab aufweisen. Das Ziehen der perspektivischen Schichten erfolgt beim Brockverfahren direkt auf das linke Diapositiv, und zwar punktweise und nicht kontinuierlich, während bei meinem Verfahren die perspektivischen Schichten kontinuierlich auf einem Zeichenbrett gezogen werden, wobei eine optische Marke das Stereobild abfährt. Die Ablesung der Lage der Hauptvertikalen der beiden Bilder, die zusammen ein Stereopaar bilden, erfolgt auf einen Vollkreistransporteur mit Hilfe eines Nonius auf 1 Minute. Außerdem werden die beiden Lagen der Hauptvertikalen auch graphisch festgehalten, wodurch man eine Kontrolle der abgelesenen Daten hat. Man kann auch auf dem rechten Zeichenbrett die perspektivischen Schichten der rechten Bilder einzeichnen. Die zwei Schichtenbilder geben dann für sich allein in einem Stereoskop betrachtet ein plastisches Schichtenbild, das dem Beobachter wie ein Drahtmodell erscheint. Dieser Apparat verfolgt ausschließlich nur den Zweck, Vorstudien zu erleichtern und ihre Kosten bedeutend zu verringern, wenn sie in Ländern erfolgen, wo keine oder sehr schlechte Karten vorhanden sind, so daß man diese Studien sonst nur mit sehr großen Kosten machen könnte.

Auf dem Gebiete der terrestrischen Stereophotogrammetrie wurde auch eine Teilaufnahme der Kathedrale von Mexiko durchgeführt und die Hauptfassade der Kathedrale stereophotogrammetrisch ausgewertet. Die Arbeit sollte nur zeigen, was man auch auf diesem Gebiete leisten kann. In Mexiko gibt



es hunderte von Baudenkmalern aus vorkortezianischer Zeit und aus den Zeiten der spanischen Herrschaft. Erstere sind Tempelruinen und letztere Kirchenbauten. Diese Denkmäler gehen einem stetigen Verfall entgegen, so daß, wenn nicht bald etwas unternommen wird, sie als verloren betrachtet werden müssen. Zu diesen Aufnahmen wurde die Feldausrüstung C/3b verwendet. Als Hauptmangel erwies sich das Format  $13 \times 18$  cm. Auch da würde sich das quadratische Format  $18 \times 18$  cm, wie es jetzt bei den neuesten Zeißschen Luftkammern verwendet wird, viel besser bewähren, weil es so möglich wäre, ziemlich nahe an das Objekt heranzugehen und es doch in seiner ganzen Höhe zu erfassen. Die Auswertung würde am besten mit Hilfe eines Stereokomparators erfolgen, der ähnlich eingerichtet sein müßte, wie das große Zeißsche Modell. Als optische Marke ist für Architekturauswertungen eine Hohlkegelmarke vorzuziehen, ähnlich wie sie Zeiß bei seinen Planigraphen verwendet.

Sonst werden von keiner anderen Regierungsstelle, noch von einer Privatgesellschaft terrestrische oder luftstereophotogrammetrische Aufnahmen durchgeführt. Die luftphotogrammetrische Arbeit verlangt eine ausgezeichnete Organisation, die bei den herrschenden politischen Verhältnissen in Mexiko schwerlich zu schaffen sein wird. Ich muß auch bemerken, daß bei der Regierung die 6stündige Arbeitszeit eingeführt ist und da ist es wohl sehr schwer, ähnliche Leistungen mit Apparaten zu erzielen wie Privatgesellschaften, die 8 Stunden, und wenn es notwendig ist, auch mehr Stunden arbeiten.

Auf Grund meiner Erfahrungen, die ich in Mexiko gesammelt habe, komme ich zu folgenden Schlüssen: In Mexiko bietet sich ein selten großes Feld nicht nur für die terrestrischen und luftstereophotogrammetrischen Aufnahmen, sondern es können auch weite Gebiete mit Hilfe von Photokarten erfaßt werden. Es ist ferner aus diesem Berichte zu ersehen, daß die terrestrische Stereophotogrammetrie in Mexiko bereits gut eingeführt ist. Die Feldausrüstung C/3 b, die leichte Zeiß-Finsterwalder Ausrüstung, als auch der Zeißsche Stereoautograph haben sich gut bewährt und das mexikanische Personal hat sich mit diesen Instrumenten und diesem Apparat vollständig vertraut gemacht. Die Geräte haben sich auch dem Klima als gewachsen gezeigt und es waren bis jetzt nur geringfügige Reparaturen notwendig. Anders verhält es sich dagegen bei den Apparaten, Instrumenten, Aufnahme- und Auswertemethoden, die bei den luftstereophotogrammetrischen Arbeiten Verwendung finden. Luftkammern, Auswertegeräte und Methoden müssen sich den mexikanischen Verhältnissen noch besser anpassen bzw. die Verhältnisse in Mexiko noch Umwälzungen erfahren, bevor man mit diesen Geräten dort anstandslos arbeiten kann. Besonders die Luftkammern müssen einfacher und solider gebaut werden. Die Platte muß vollständig verschwinden und durch Film ersetzt werden. Bezüglich der Raumautographen pflichte ich Herrn Prof. Gama bei, daß für die mexikanische Regierung noch nicht der Zeitpunkt reif ist, ein solches Gerät anzuschaffen, da es jetzt in Mexiko noch keine Möglichkeit gibt, diese Apparate richten zu lassen, falls etwas an ihnen reparaturbedürftig sein sollte. Es würde eine Unterbrechung der Auswertearbeiten bis zu einem halben Jahr bedeuten, wenn man einen Teil eines Raumautographen nach Europa senden müßte. Dazu kommt

noch folgendes: Es hat sich außerdem gezeigt, daß ohne eine gute Organisation noch nicht daran zu denken ist, daß die Regierungsstellen die Luftaufnahmen selbst durchführen. Es dürfte sich vorläufig als wirtschaftlicher erweisen, Luftaufnahmen durch eine der amerikanischen Flugverkehrsgesellschaften durchführen zu lassen, die in Mexiko den Flugverkehr mit großen dreimotorigen Hochdeckern unterhalten und auch über ein geschultes Personal zur Durchführung solcher Aufnahmen verfügen. Die Auswertung, solange es sich nur um Photokarten handelt, könnte dann mit Hilfe von Radialtriangulatoren, Entzerrungsgeräten und Reproduktionskammern im phototopographischen Departement durchgeführt werden. Die Auswertung von Luftaufnahmen zu Schichtenkarten werden besser einer der bestehenden amerikanischen Gesellschaften übertragen werden. Eine dieser Gesellschaften arbeitet bereits mit solchen Raumautographen. Im Laufe der Jahre dürfte die Zahl der Luftbildgesellschaften in den Vereinigten Staaten von Amerika bedeutend zunehmen und wenn es die Verhältnisse in Mexiko erfordern sollten, wird eine oder die andere dieser Gesellschaften dort eine Niederlassung gründen. Reparaturen der Raumautographen, wie auch der Luftkammern werden dann keine Schwierigkeiten bilden, da die Geräte ohneweiters in den Werkstätten dieser Gesellschaften rasch in Ordnung gebracht werden können.

Zu all den Schwierigkeiten, die ich hier geschildert habe, kommt noch ein anderer Umstand, der aber auch sehr schwer in die Wagschale fällt und der folgender ist: Falls die Regierung mit Erfolg Spezialdepartements einrichten und betreiben will, müßte die Politik aus den Regierungsämtern vollständig ausgeschaltet werden, was heute noch nicht der Fall ist. Die Minister besitzen diktatorische Gewalt. Sie können jederzeit ein Departement auflösen und den ganzen Beamtenkörper entlassen. Auf diese Weise werden nicht nur die Ministerposten, sondern auch ein Teil der höheren Beamtenstellen mit Parteigängern besetzt, die wieder die unteren Stellen mit ihren Leuten besetzen. Damit bedeutet der Regierungsantritt eines neuen Präsidenten, selbst wenn er derselben Partei wie der Vorgänger angehört, einen teilweisen Personalwechsel. Der jetzige Präsident, Ing. Pascual Ortiz Rubio, hatte auf seinem Präsidentschaftsprogramm die Einführung des Zivildienstgesetzes vorgesehen. Wenn dieses durchgehen sollte, so würde dann den Regierungsbeamten ihre Stelle garantiert werden, wie es ja in Europa in allen Kulturstaaten und auch in Kanada und den Vereinigten Staaten von Amerika der Fall ist. Es müßte ihnen dann auch möglich sein, auf Grund ihrer Fähigkeiten in die höchsten Stellen vorzurücken. Nach den Stellen, die manche der höheren Regierungsbeamten bereits innegehabt haben, müßten sie Universalgenies sein, um ihren Posten voll und ganz ausfüllen zu können.

Die Zukunft wird lehren, ob die mexikanischen Ingenieure imstande sein werden, das von mir ins Leben gerufene Departement nicht nur auf seiner Höhe zu erhalten, sondern auch weiter auszubauen. Um dies letztere tun zu können, müssen noch ganz bedeutende Geldmittel seitens der Regierung zur Verfügung gestellt werden. Es würde mich freuen, beim nächsten internationalen Kongreß für Photogrammetrie von einem mexikanischen Ingenieur zu hören,

wie sich meine Schöpfung weiter entwickelt hat bzw. was aus ihr geworden ist. Vielleicht daß bis dahin das Beamtengesetz durchgebracht ist, das das photopographische Departement von der Politik unabhängig macht und daß ferner seine Angliederung an die Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos durchgeführt wurde, wohin es naturgemäß immer gehört hat, um seiner Hauptaufgabe gerecht zu werden, nämlich an der Herstellung der neuen Karte Mexikos mitzuwirken.

## **Bericht über die photogrammetrischen Arbeiten der Norges geografiske Opmåling. (Die Landesaufnahme Norwegens.)**

Von K. S. Klingenberg, Direktor der Geografiske Opmåling.

Norges geografiske Opmåling besteht aus 4 Abteilungen. Eine derselben heißt Landkartverket oder topographisch-kartographische Abteilung. Vorsteher ist Herr Oberstleutnant K. Gleditsch, dazu gehört das photogrammetrische Büro, dessen Leiter seit der Gründung im Jahre 1920 Herr Kaptein Th. Ween ist.

Gewöhnlich sind 3 Topographen-Offiziere und 1—2 Topographen-Assistenten bei diesem Büro das ganze Jahr hindurch beschäftigt, wobei sie 3—4 Monate (von Mai—September) im Felde arbeiten. Die tägliche Arbeitszeit im Büro ist gewöhnlich 6, gelegentlich 8 Stunden.

Die Abteilung ist im Besitze folgender photogrammetrischer Apparate:

2 Feldphototheodoliten (vollst. Feldausrüstung der Firma Carl Zeiß, Jena);

1 Stereoautograph (Zeiß M. 1920);

1 Stereokomparator;

1 Spiegelstereoskop;

außerdem die notwendigen Kippregeln u. ä. für die Feldarbeit.

Bei der norwegischen Landesaufnahme hat man mit der terrestrischen Stereophotogrammetrie folgende Erfahrungen gemacht:

Rein kartentechnisch weist die photogrammetrische Methode große Vorteile auf und gibt — jedenfalls was die Geländedarstellung betrifft — eine sicherere Wiedergabe als jede andere Methode.

Photogrammetrisch aufgenommene Karten können deshalb in höherem Grade als Meßtischkarten den ziviltechnischen Arbeiten Dienste leisten, und dies um so mehr, als die Karten — innerhalb gewisser Grenzen — auf Grundlage derselben Photogramme in verschiedenen Maßstäben ausgearbeitet werden können.

Auf der andern Seite müssen einzelne topographische Einzelheiten, die man auf den Platten nicht erkennen kann, bei der späteren Begehung im Felde eingezeichnet oder eingemessen werden. Von solchen Einzelheiten mögen erwähnt werden: Namen, Grenzen, Sümpfe, Pfade, Bächlein u. ä., wo diese sich nicht mit bestimmten Konturen von ihrer Umgebung unterscheiden lassen. Qualitätsmäßig dürften deshalb diese Karten weniger homogen als Meßtischkarten werden. Möglich ist es auch, daß ein Meßtischgeometer durch seinen längeren kontinuier-

lichen Aufenthalt im Gelände eine bessere und sicherere Kenntnis des Gebietes und aller Namen erhält, die auf der Karte angegeben werden sollen.

Diese Dinge oder Umstände können jedoch nur das Faktum modifizieren — nicht ändern — nämlich:

Daß die photogrammetrische Meßmethode eine Genauigkeit in der Bestimmung des Grundrisses von Punkten und Linien und eine Sicherheit und Gleichheit in der Geländedarstellung ermöglicht, die bei andern Methoden unerreichbar sind.

Will man die relative Wirtschaftlichkeit und Ökonomie betrachten, z. B. die Kosten pro 100 km<sup>2</sup>, bei der photogrammetrischen Methode und beim Meßtischverfahren, so muß man — um möglichst sichere Resultate zu erhalten — auf eine jahrelang geführte Statistik bauen. Außerdem wirken Übung und Tüchtigkeit des Personals, Gelände, Wetter und alle anderen Umstände so stark und so verschieden auf die Resultate ein, wie dies nicht ohne weiteres aus zahlenmäßigen Angaben ersehen werden kann.

Für die Jahre 1920—1927 ist bei der topographisch-kartographischen Abteilung eine solche Statistik über die Wirtschaftlichkeit aufgestellt worden. Man muß aber darauf aufmerksam machen, daß diese Jahre die ersten sind, in denen die photogrammetrische Methode angewendet worden ist und daß die Methode gleichzeitig eine große Entwicklung durchgemacht hat, so daß die Kosten immer geringer geworden sind.

Arbeitsfeld (Kfr. Seite 6)	Maßstab	Pro 100 km <sup>2</sup> Kosten in Kronen		Pro 100 km <sup>2</sup> Arbeitsstunden im Felde	
		Meßtisch	Photogr.	Meßtisch	Photogr.
Feld III-IV	1/50.000	2450.—	3400.—	285	108
„ III	„	2970.—	2900.—	309	107
„ IV	„	3340.—	2300.—	400	112
„ II	„	3336.—	4830.—	420	280
„ V	„	2603.—	3067.—	205	153
„ I	1/25.000	14325.—	12422.—	1680	1050

Man hat bei der Norges geografiske Opmåling bisher nur die terrestrische Photogrammetrie verwendet. Die zwei Phototheodoliten stehen gewöhnlich jedes Jahr 2—3 Monate im Gebrauch; in dieser Zeit wird jetzt ein Areal von 1000—2000 km<sup>2</sup> photogrammetrisch aufgenommen — je nach dem Maßstab und den mehr oder weniger günstigen Witterungs- und Geländeverhältnissen. Während der photogrammetrischen Aufnahmearbeit sind dem Topographen-Offizier 4 Gehilfen zugeteilt, welche die Instrumente vom Lager (Zelte oder Quartier) auf die Stationen tragen. Jeder Gehilfe wird mit etwa 20—22 kg belastet. Wo das Gelände es gestattet verwendet man Tragtiere, und hat dann gewöhnlich 1 Führer, 3 Pferde und 1 Gehilfen. Die Arbeit auf der Station wird in dieser Weise — mit nur einem Gehilfen — ein wenig mühsam, aber mit einiger Übung geht es sehr gut.

Zur Ausfüllung der weißen Flecke, die nach der Konstruktion im Büro verbleiben, braucht man nur einen Gehilfen, indem man eine ganz leichte Kippregel (schweizerisches Fabrikat) und sonst auch eine sehr leichte Ausrüstung anwendet — der Gehilfe trägt etwa 25 kg.

In Norwegen (Svalbard nicht mitgerechnet) hat man, seitdem der Stereoautograph 1920 angeschafft worden ist, etwa 8000 km<sup>2</sup> nach der photogrammetrischen Methode kartiert, nämlich:

Nord-Norwegen	1/50.000 . . . . .	1750 km <sup>2</sup>
Süd-	1/50.000 . . . . .	5820 "
"	1/25.000 . . . . .	240 "
"	1/100.000 . . . . .	310 "

Man hat im ganzen 2441 Stereogramme von 845 Standlinien aus aufgenommen und 1966 Stationen und Paßpunkte trianguliert und berechnet.

Man hat einen großen Teil des Geländes mit Rücksicht auf die Konstruktion des Stereoautographen im Maßstab 1/25.000 zeichnen müssen, wodurch die Arbeit bedeutend verteuert worden ist. Diesem Mangel versucht man jetzt dadurch abzuwehren, daß man einen Pantographen mit dem Stereoautographen fest verbindet, so daß man die Karte immer im endgültigen Maßstab bekommen kann.

Bei der Rechenarbeit werden immer Rechenmaschinen verwendet. Die Koordinaten der Stationen und der Hilfspunkte werden nur so genau berechnet, als man bei der Kartierung ausnützen kann.

Wenn möglich werden alle Arbeiten, die zu einer zu bearbeitenden Karte gehören, von ein- und demselben Topographen-Offizier ausgeführt, d. i. die Aufnahme der Photographie, die Triangulation, das Berechnen der Koordinaten, die Auswertung und das Ergänzen mit dem Meßtisch. Bei topographischen Karten geht die Arbeit in dieser Weise schneller und sicherer vonstatten und wird also ökonomischer.

Hier wie überall zeigt es sich, daß die Wirtschaftlichkeit wesentlich von der praktischen Durchführung der verschiedenen Arbeiten abhängt. Das Konstruktionsmaterial muß zur richtigen Zeit fertig vorliegen, damit der Stereoautograph immer betätigt werden kann.

Die photogrammetrische Methode ist bis jetzt für die verschiedensten Arten von Gelände und überall mit gutem Erfolg angewendet worden. Am besten scheint sich die Methode zu eignen in den großen, dicht bebauten Tälern in Südost- und Nord-Norwegen. Auch im Hochgebirge ist die Wirtschaftlichkeit der Methode sehr zufriedenstellend und sonst überall da, wo das Wetter häufig ungünstig ist.

Im ganzen kann man sagen, daß die terrestrische Photogrammetrie, wie sie bei den topographischen Arbeiten in Norwegen jetzt in Verwendung steht — mit geübten Topographen-Offizieren und -Assistenten —, sozusagen überall billiger wird als die Meßtischmethode.

Norges geografiske Opmåling hat im Jahre 1930 eine Übersicht über die in verschiedenen Teilen Norwegens durchgeführten photogrammetrischen Arbeiten ausarbeiten lassen. Diese Übersicht zeigt die Arbeitszeit und die Kosten für

die verschiedenen Zweige jeder Meßarbeit, außerdem viele andere Daten, die für Fachleute von Interesse sind.

Arbeitsfeld	1. Jahr Photogr. u. Triang.		2. Jahr Er- gänzung		Büroarbeit Kr.	Summe Kr.	Areal km <sup>2</sup>	Kosten pro 100 km <sup>2</sup>	Arbeitsstunden im Felde pro 100 km <sup>2</sup>	Triang. Punkte pro 100 km <sup>2</sup>	Anzahl Stereogramme pro 100 km <sup>2</sup>
	Arbeits- stunden	Norw. Kronen	Arbeits- stunden	Norw. Kronen							
I	44	974.—	465	5680.—	1745.—	8399.—	52	16151.—	267	34·6	48
II	226	2535.—	509	4086.—	2091.—	8712.—	406	2146.—	181	18·7	25·4
III	1347	23200.—	1906	19801.—	20989.—	63990.—	2366	2705.—	137	26	30·3
IV	318	5322.—	852	7225.—	7001.—	19548.—	951	2056.—	123	12·2	19
V	308	4917.—	660	9269.—	5413.—	19599.—	610	3213.—	159	17·2	21·3

Eine Arbeit — Felt I — ist im Maßstab 1/25.000 von 1921 bis 1927 mit Äquidistanzen von 10 m bearbeitet worden. Sie umfaßt die Stadt Bergen und deren Umgebung. Es handelt sich um ein Tal zwischen ziemlich hohen Bergen (etwa 700 m), in dem ein zusammenhängendes Villenquartier liegt. Das Gelände ist hügelig und teilweise bewaldet.

Die zweite Arbeit — Felt II — 1/50.000, 1928—29, Äquidistanz 30 m, umfaßt den inneren Teil des schönen, den Touristen gut bekannten Hardangerfjords. Die Abhänge sind meistens sehr steil, bis 700—800 m bewaldet. An den Ufern finden wir eine zerstreute Behauung und einige kleine Dörfer. Die Berge — über 1000 m hoch — und Abhänge sind auch hier ziemlich stark gegliedert mit vielen topographischen Einzelheiten; es handelt sich also trotz der Höhe um ein durchschnittenes Gelände. Die Küstenlinie ist photogrammetrisch eingezeichnet worden.

Felt III — 1/50.000, 1921—29, Äquidistanz 30 m, umfaßt ein ganzes Kartenblatt im zentralen Teile des Hochgebirges von Süd-Norwegen. (Die Bergbahn auf der Strecke Geilo—Finse—Hallingskeid.) Die Karte enthält teils großgeformtes Berg- und Talgelände, teils Hochebenen mit Schneebergen, Gletschern, vielen Seen, kleinen Bergen, Stümpfen usw. Nur ein kleiner Teil des Geländes ist bewaldet.

Felt IV — 1/50.000, 1924—28, Äquidistanz 30 m, enthält 2 dicht bebaute Täler — Valdres — in Süd-Norwegen mit großen Wäldern (Nadelwald und Laubwald). Die Höhen gehen von 350—1900 m über Meer. Wir finden große Flüsse und Seen, viele Wege. Das Gelände ist fast überall groß geformt. Diese beiden Täler gehören zu den schönsten und fruchtbarsten in Süd-Norwegen.

Felt V — 1/50.000, 1923—26, Äquidistanz 30 m. Die Karte umfaßt Bardu, eines der größten Täler in Nord-Norwegen. Das Gelände ist dem vorigen sehr ähnlich — nur sind sowohl das Haupttal als die Nebentäler viel schmaler, der Wald ist fast ausschließlich Laubwald. Die Höhen gehen von 50—1500 m.

## Bericht über die von den Svalbard- und Eismeerforschungen Norwegens ausgeführten photogrammetrischen Arbeiten.

Von Adolf Hoel.

### Svalbard.

Svalbard ist der gemeinsame Name der Inseln zwischen  $74^{\circ}$  und  $81^{\circ}$  n. B. und zwischen  $10^{\circ}$  und  $35^{\circ}$  ö. L. Es umfaßt u. a. Spitzbergen und Björnøya (Bäreninsel). Svalbard wurde am 14. August 1925 Norwegen einverleibt, nachdem die Souveränität über dieses Gebiet am 9. Februar 1920 Norwegen übertragen worden war.

Die norwegische systematische Kartenaufnahme von Svalbard wurde 1906 begonnen und ist später jedes Jahr fortgesetzt worden. Die letzten Jahre ist sowohl die Landkarten- als die Seekartenaufnahme der Staatsinstitution: „Norges Svalbard- og Ishavsundersökelse“ (Svalbard- und Eismeerforschungen Norwegens), deren Leiter Adolf Hoel ist, unterstellt.

Das Wetter ist im Sommer sehr veränderlich und wechselt oft zwischen klarem Wetter und Nebel.

Die Anzahl der Tage mit Arbeitswetter war während der Expeditionen durchschnittlich etwas weniger als  $40\%$ .

Auf Svalbard sind verschiedene photogrammetrische Aufnahmemethoden angewendet worden. Zuerst 1906/07 Kamera in Verbindung mit Meßtisch, dann wurde der Meßtisch ganz verlassen. 1907 wurden zum ersten Male photogrammetrische Seestationen aufgenommen. Auf den beiden Expeditionen von 1909 und 1910 fing man an Phototheodoliten zu verwenden; seit diesem Zeitpunkte wurden fast alle photogrammetrischen Stationen trigonometrisch bestimmt. Größere Teile der Küstenkonturen wurden mit Hilfe des Theodoliten durch sogenannte direkte Depressionen bestimmt und dienten in vielen Fällen als Paßpunkte für photogrammetrische Aufnahmen (von terrestrischen wie auch von Seestationen). Von 1920 ab wurde auch die Stereophotogrammetrie verwendet, und jetzt ist eine Kombination der einfachen Photogrammetrie, der Stereophotogrammetrie, der Photogrammetrie vom Meere aus und der Depressionsmessung im Gebrauch. In besonderen Fällen wurde auch Tachymetrie benützt.

Von 1906 bis 1928 sind durch Photogrammetrie ungefähr  $17.700 \text{ km}^2$  aufgenommen und Karten im Maßstab 1:50.000 hergestellt worden. Über Grubengebiete sind Sonderkarten in größerem Maßstab, darunter Björnøya in 1:10.000 und Kings Bay 1:1000 überwiegend durch Stereophotogrammetrie, ausgearbeitet worden.

Nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht über unsere Kartenarbeiten auf Svalbard bis zum Jahre 1928 einschließlich:

Trigonometrische Stationen			Tachymeter- stationen	Photogrammetr. Stationen graphisch bestimmt	
mit Photogrammen		Ohne Photogramme		Anzahl Stationen	Anzahl Photogramme
Anzahl Stationen	Anzahl Photogramme				
1594	8937	480	754	64	483

Meßtischstationen graphisch bestimmt	Photogrammetrische Stationen vom Meere aus		Fläche km <sup>2</sup>
	Anzahl Stationen	Anzahl Photogramme	
141	169	537	18.223

Betreffs der Arbeiten auf Svalbard werden vielleicht die folgenden Einzelheiten von Interesse sein:

In durchschnittlichem Gelände mit engen Tälern werden die Kosten der Flächeneinheit sowohl im Felde als im Bureau zu groß, wenn das ganze Gelände stereophotogrammetrisch vermessen würde. In dem Fall wäre man gezwungen, eine Menge von kurzen Basislinien zu nehmen. Dagegen ist es verhältnismäßig leicht, Photographien von gewöhnlichen Stationen, auch mit großem Konvergenzwinkel, zu kombinieren und wie bei der einfachen Photogrammetrie die nötigen Detailpunkte einzuschneiden. Ein Autograph, welcher große Konvergenzwinkel zuläßt, hätte gewiß mit Vorteil zu dieser Arbeit benutzt werden können.

Auf Svalbard mit seinem schwierigen Gelände ist es von größter Bedeutung, daß die Felddausrüstung leicht ist. Hoffentlich gelingt es bald, eine feinkörnige Emulsion herzustellen, die kleinere Brennweite und kleineres Plattenformat und entsprechend stärkere Vergrößerung beim Auswerten erlaubt.

Auf Svalbard ist es aus verschiedenen Gründen notwendig gewesen, die Triangulierung und die Detailmessung gleichzeitig auszuführen und deshalb sind die meisten Photostationen von hohen Berggipfeln mit gutem Überblick in allen Richtungen genommen, was an und für sich sehr vorteilhaft ist. Es werden nie 3 Stative mitgenommen. Kürzere Basislinien werden mit 50 m Stahlmeßband bestimmt. Für größere Basislinien werden die Stationen einzeln durch Vor- oder Rückwärtsschnitte bestimmt. Die gewöhnlichen drei Bilder: normal, rechts und links verschwenkt, sind nicht ausreichend. Deshalb wird gewöhnlich das ganze Panorama genommen. Die Bilder bilden einen Winkel von 40° neue Teilung, mit anderen Worten 10 Bilder in einem Panorama. Wenn es nicht möglich ist, durch Richtungswinkel die Bilder von A- und B-Stationen parallel zu orientieren, so wird die Bussole oder eine Sicht gegen die Sonne gebraucht. Auf diese Weise können nahezu parallel gerichtete Bilder von irgend welchen Stationen kombiniert werden. Es muß nur aufgepaßt werden, daß der Unterschied in der Orientierung der Panoramen den in dem Autographen einstellbaren



Divergenzwinkel nicht überschreitet. Der Phototheodolit darf nicht auf bestimmte Winkel beschränkt sein. Bei photogrammetrischen Aufnahmen vom Meere aus wird ein Sektor von durchschnittlich drei Bildern pro Station genommen. Wegen Strömungen gelingt es sehr selten, mehrere Bilder von genau demselben Platze aus aufzunehmen. Deshalb wird jedes Bild für sich nach der Rückkehr graphisch bestimmt. Bei einer Küstenvermessung würde eine dreifach gekuppelte Filmkamera mit aufmontierter Dosenlibelle und Bussole für die Orientierung am vorteilhaftesten sein. Man könnte sich dann mit einer geringeren Anzahl von Paßpunkten begnügen und die Aufnahme könnte ebenso leicht von einem in Fahrt befindlichen Schiffe aus stattfinden.

Näheres über die Kartenaufnahme von Svalbard findet man in Adolf Hoel: *The Norwegian Svalbard Expeditions 1906—1926. — Result. av de norske stat-sunderstøtt. Spitsbergeneksp., B. I, Nr. 1, Oslo 1929.*

### Grönland.

1929 wurde, um u. a. eine Karte aufzunehmen, eine norwegische Expedition nach Ost-Grönland, das Terra nullius ist, ausgesandt. Das Gelände der Küste entlang ist im Sommer nahezu eisfrei und ist dem von Svalbard ähnlich.

Es war geplant, eine Karte der Küstenlandschaft im Maßstabe 1:100.000 ungefähr zwischen 73° und 75° n. B. herzustellen. In der Mackenzie Bay wurde eine Grundlinie gemessen und ein trigonometrisches Netz entwickelt. Die Detailvermessung wurde durch einfache Photogrammetrie, Stereophotogrammetrie vom Lande und vom Meere aus und Depressionsmessungen ausgeführt. Im ganzen wurden 37 trigonometrische Stationen mit zusammen 277 Photogrammen und 10 trigonometrische Stationen ohne Photos und vom Meere 24 photogrammetrische Stationen mit zusammen 63 Photogrammen aufgenommen. Die Karte ist z. Z. in Arbeit.

### Gletscheraufnahmen.

Besonderes Interesse bietet die Messung der Gletscher auf Svalbard und Grönland. Die Karten über die Gletscher bilden die Grundlage für das Studium der Gletschervariationen. In Verbindung mit der allgemeinen Vermessung des Landes wurde besonders darauf Rücksicht genommen, die Gletscher und speziell ihre Fronten zu vermessen. Der untere Teil jedes einzelnen Gletschers wird wiederholt vermessen, sobald sich dazu Gelegenheit bietet.

Um eine Vergleichung der Gletscherveränderungen Svalbards und Grönlands mit den Änderungen der norwegischen Gletscher zu erzielen, wurden 1926 durch Photogrammetrie Karten über *Tveråbreen* und *Svellnosbreen* in Jotunheimen aufgenommen. Es wurden eine Übersichtskarte im Maßstab 1:10.000 und eine Karte der Gletscherfronten in 1:2000 konstruiert. Die Karte der Gletscherfronten wurde ganz durch Stereophotogrammetrie, die sich hierzu besonders zweckmäßig erwies, aufgenommen. 1929 wurden dieselben Gletscherfronten aufs neue aufgenommen. Die Karten sind in Arbeit.

## Verwendung der Photogrammetrie in Schweden.

Von Fritz Danielsson.

Die photogrammetrischen Meßmethoden wurden schon im Jahre 1882 von zwei Schweden, Prof. de Geer und Prof. Hamberg, für Aufnahmen auf Spitzbergen verwendet. Bei diesen Aufnahmen hat man teils eine gewöhnliche Balgen-Kammer, teils eine von Prof. Hamberg konstruierte Kammer, welche auf einem Meßtisch angebracht war, benutzt.

Im Jahre 1898 arbeitete Hauptmann Ringertz mit photogrammetrischen Meßtischaufnahmen und hat einen Teil des Hochgebirges von Jämtland bearbeitet. Wegen sehr ungünstiger Witterung, zeitraubender Zimmerarbeit und anderen Schwierigkeiten wurden diese Methoden nicht weiter für die topographischen Vermessungen der Landesaufnahme verwendet.

Bei mehreren anderen Aufnahmen sind sie jedoch von Prof. de Geer, Prof. Hamberg, Hauptmann Ringertz und Högstadius, Dozent J. Westman, Dozent Enqvist u. a. verwendet worden.

Auch für Wolkenaufnahmen und für architektonische Rekonstruktionen fanden diese Methoden in Schweden Verwendung.

Erst 1921 wurde für Schweden eine Zeiß-Feldausrüstung und ein Stereokomparator angekauft. Mit diesen Geräten sind einige Gebiete am Kebnekajse, bei Kirunavaara und Luossavaara und bei Abisko im nördlichsten Schweden aufgenommen worden.

Die Fliegerphotogrammetrie außerhalb militärischer Kreise ist in Schweden sehr spät zur Verwendung gelangt. Die ersten entzerrten Bildkarten sind im Jahre 1927 von Aeromateriel A/B in Zusammenarbeit mit Junkers Luftbild über zwei Gebiete von etwa 30 und 31 km<sup>2</sup> in der Nähe von Stockholm hergestellt worden.

Im Reichsamt für Landesaufnahme sind mehrere Versuche gemacht worden, Fliegerbilder für die Karten zu verwenden.

Im Jahre 1926 wurden Versuche ausgeführt, eine Revision des Planbildes veralteter topographischer Karten nicht ausschließlich vom Boden aus, sondern auch mit Hilfe von Fliegerphotographien durchzuführen.

Durch ungünstige Umstände wurden die Versuche stark beschränkt, weshalb man daraus keine eindeutigen Resultate ziehen konnte, jedoch wurden wertvolle Anregungen für die Fortführung der Versuche erhalten.

Im selben Jahre wurden ca. 400 km der Grenze zwischen Schweden und Finnland, welche den großen Flüssen Torne und Muonio älv folgt, photogrammetrisch aufgenommen, um die richtige Lage zwischen beiden Ufern festzulegen.

Als nachher in dem Hegershoff'schen Aerokartographen ein Instrument geboten wurde, welches den schwedischen Wünschen einer Aufnahme mittlerer Genauigkeit in einen mittlern Maßstab (ca. 1 : 15.000) und ohne allzuviel Punktunterlagen entsprechen sollte, wurden Versuche damit angeregt. In gemeinsamer Arbeit der Landesaufnahme und der Flugwaffe wurden Aufnahmen hergestellt, die weiter durch die Firma Aerotopograph bearbeitet und ausgewertet werden.

Im Sommer 1929 hat Aeromateriel A/B für das Reichsamt für Landesaufnahme und das Königl. Seekartenwerk ein Gebiet von 100 km<sup>2</sup> in Bohuslän mit einer Wild-Kammer im Maßstab 1:15.000 aufgenommen. Diese Versuche fanden statt, um festzustellen, in welchem Maße man die graphische Bildtriangulation verwenden kann und ob sich eine so hergestellte Bildkarte mit Vorteil als Grundkarte für topographische, Wirtschafts- und Seekarten verwenden läßt. Als geodätische Unterlage dienten etwa 6 Dreieckspunkte auf die Quadratmeile. Von dem hier in Frage kommenden Gebiet wurde auch eine kleinere stereoskopische Auswertung von 6 Bildern von der Photogrammetrie G. m. b. H. in München ausgeführt. Als geodätische Unterlage hatte man nur zwei Dreieckspunkte, welche durch die X- und Y-Koordinaten gegeben waren. Die Auswertung, welche mit einem Wild-Autographen im Maßstab 1:5000 ausgeführt wurde, hat gute Resultate ergeben; Lücken kommen überhaupt nicht vor. Welche Genauigkeit die Karte hat, ist noch nicht geprüft.

Bei der Auswertung wurden die verschiedenen Raummodelle mit Hilfe der Wasserfläche zum Horizont orientiert. Den Maßstab der Karte hat man auf Grund der zwei Dreieckspunkte bekommen.

Neue Vermessungen sind für diesen Sommer projektiert. Es soll ein etwa 5mal größeres Gebiet als 1929 mit einem Zeißschen Reihenschildner in Zusammenarbeit mit der Flugwaffe aufgenommen werden, um nachher zu Versuchen über Bildtriangulation und Entzerrung zu dienen.

Es besteht jetzt ein sehr großes Interesse für die photogrammetrischen Vermessungsmethoden. Gegenwärtig baut man ein Entzerrungsgerät nach Angaben von Dozent Dr. Arvid v. Odenerants. Es sind auch noch weitere Versuche mit Bildtriangulation in Schweden ausgeführt worden.

Daß alle diese Methoden nicht früher in größerem Maß in Schweden Verwendung gefunden haben, rührt teilweise von den örtlichen Verhältnissen her. Im allgemeinen sind die geodätischen Unterlagen wenig dicht, die Reichskarten werden in kleinen Maßstäben und ohne Höhenkurven hergestellt. Weiter besitzt man in den Landmesser- und Waldkarten ein großes Material, welches für die Reichskarten verwendet wird. Auch ist der größte Teil von Schweden mit Wald bedeckt.

Bei dem gegenwärtigen Stand der Photogrammetrie könnte man ohne Zweifel mit diesen Methoden technisch und wirtschaftlich gute Resultate bekommen; man muß aber verschiedene Methoden verwenden. Im südlichen Schweden, wo man ebenes Gelände hat, und in den Waldgebieten eignet sich die Entzerrung im Zusammenhang mit Bildtriangulation. In den unebenen Gebieten und besonders in Küstengebieten mit kahlen Felsen sind die stereoskopischen Methoden vorzuziehen, wenn größere Genauigkeit gefordert wird. Es sind aber viele Versuche notwendig, um diese Methoden mit den älteren zu einem unser Land befriedigenden Ganzen zusammenzuarbeiten.

## Die Photogrammetrie in der Schweiz.

Landesbericht für den 3. Internat. Kongreß für Photogrammetrie, 6.—10. Sept. 1930 in Zürich, verfaßt von Dipl. Ing. K. Schneider, Direktor der Eidg. Landestopographie, Bern.

In der Schweiz sind Entstehung und Entwicklung der Photogrammetrie im allgemeinen, insbesondere aber in ihren Anwendungsmöglichkeiten für Geländevermessungen, mit wachsamem Interesse von amtlichen und privaten Fachkreisen jederzeit verfolgt worden.

Bei verschiedenen Gelegenheiten, insbesondere auf dem Gebiete des Vermessungswesens und bei technischen Vorarbeiten für Ingenieurbauten, ist von der Photogrammetrie schon frühzeitig versuchsweise Gebrauch gemacht worden, während auf ihren mannigfachen übrigen Anwendungsgebieten entweder keine oder nicht nennenswerte Arbeiten ausgeführt oder bekannt wurden.

Mit diesen ursprünglichen Anwendungsversuchen der Photogrammetrie läßt sich teilweise die Tatsache begründen, daß in der Schweiz, nachdem nach erstmaligen Versuchen die vorteilhaften technischen und wirtschaftlichen Eigenschaften der photogrammetrischen Geländevermessungsverfahren festgestellt und die Entwicklungsmöglichkeiten der Methoden und Instrumente erkannt waren, das Interesse hierfür wach blieb und Bestrebungen zur Einführung und praktischen Anwendung in erster Linie bei Arbeiten der Landesvermessung einsetzten. Planmäßig angelegte und durchgeführte Versuche und amtlicherseits angeordnete Probevermessungen führten zu befriedigenden technischen Ergebnissen und wiesen die Wege zu wünschbaren instrumentellen Verbesserungen und vermehrten wirtschaftlichen Erfolgen. Die photogrammetrische Geländevermessung wird nach heutigem Stand in der Schweiz als unentbehrliches Verfahren für die topographische Geländevermessung angewendet und für Grundbuchvermessungen in weniger wertvollem Gelände (Alpen und Weiden) als zulässiges und ökonomisches Meßverfahren staatlich anerkannt und praktisch verwertet.

Im Rahmen der für die Berichterstattung auferlegten Beschränkung soll im folgenden versucht werden, einen Überblick zu geben über den derzeitigen Stand der Photogrammetrie in der Schweiz.

Das Verständnis für den heutigen Stand der Photogrammetrie in der Schweiz und dessen richtige Beurteilung setzen einige Kenntnisse hinsichtlich der vorhandenen Aufgaben, Grundlagen und Organisation der Schweiz. Landesvermessung voraus; deshalb soll vorausschickend in Kürze hierauf eingetreten werden.

Die Aufgaben der Schweiz. Landesvermessung lassen sich in zwei Hauptgruppen zusammenfassen: die eine Hauptgruppe vereinigt in sich die Arbeiten der allgemeinen Landesvermessung, während die andere Hauptgruppe die vermessungstechnischen Aufgaben der Schweiz. Grundbuchvermessung in sich schließt.

Die allgemeine Landesvermessung befaßt sich mit der Durchführung und Erhaltung der Landestriangulation I.—III. Ordnung und dem Präzisions-Landes-

nivellement. Diese beiden geodätischen Hauptarbeiten sind ausschließlich auf Kosten des Bundes in jüngster Zeit ausgeführt worden, beruhen auf einheitlicher Grundlage und liegen vollständig abgeschlossen vor. Das über eine Gesamtstrecke von ca. 2000 km sich erstreckende Präzisionsnivellement wird ergänzt durch sekundäre und technische Nivellemente, die zur Bestimmung von Höhenanschlüssen der trigonometrisch ermittelten Höhenlagen der Triangulationspunkte und für technische Höhenmessungen erstellt werden. Insgesamt sind ca. 4000 km solcher Nivellemente durchgeführt. Zu den Arbeiten der allgemeinen Landesvermessung gehören ferner die topographischen Vermessungen, sowohl die Erstellung der Originalaufnahmen als auch die topographische Ergänzung und Nachführung der bestehenden Kartenwerke.

Die vorerwähnten Arbeiten der allgemeinen Landesvermessung fallen in den Tätigkeitsbereich der Abteilung für Landestopographie des Eidg. Militärdepartementes und werden ausschließlich auf Kosten der Eidgenossenschaft ausgeführt.

Die Schweiz. Grundbuchvermessung befaßt sich mit den vermessungstechnischen Arbeiten zur Erstellung der nach schweiz. Zivilgesetz vorgeschriebenen Grundbuchpläne. In deren Aufgabenkreis fällt die Grundbuchtriangulation oder Triangulation IV. Ordnung. Diese geht als Kleintriangulation aus derjenigen höherer Ordnung hervor und wird in der Regel durch die Kantone als integrierender Bestandteil der Grundbuchvermessung und dieser zeitlich voraus nach Maßgabe des Vermessungsbedürfnisses erstellt, wobei die Eidgenossenschaft namhafte Staatsbeiträge an die Erstellungs- und Nachführungskosten leistet. Für ca.  $\frac{4}{5}$  der Schweiz ist heute diese Triangulation IV. Ordnung erstellt, womit in durchtriangulierten Gebieten ein Fixpunktnetz mit einer Dichtigkeit von durchschnittlich 2 Punkten pro km<sup>2</sup> festgelegt ist; im Gebirge beträgt die Dichtigkeit nur 1—2 Punkte pro km<sup>2</sup>.

Die Vermarkung und Vermessung der Eigentums Grenzen und die Planaufnahme sind weitere vermessungstechnische Arbeiten der Schweiz. Grundbuchvermessung.

Bestandteil jeder Grundbuchvermessung bildet ferner ein Übersichtsplan, der dem Wesen nach als topographischer Plan im Maßstabe 1:5000 bzw. 1:10.000, mit gleichabständigen Kurven von 10 m und Zwischenkurven von 5 m erstellt wird. Der planimetrische Inhalt des Übersichtsplanes entsteht in der Regel durch maßstäbliche Verjüngung der in den Planmaßstäben 1:250 bis 1:5000 erstellten Grundbuchpläne, während die hypsometrischen Verhältnisse des Bodens, d. h. die Geländeformen, entweder nach dem Meßtischverfahren, erd- oder luftphotogrammetrisch oder in Kombination dieser Aufnahmeverfahren aufgenommen werden. Im Gebirge, d. h. im großparzellierten Grundeigentum, werden in der Regel Grundbuchplan und Übersichtsplan gleichzeitig und gemeinsam erstellt.

Die Landestopographie verwaltet die Originalaufnahmen des Übersichtsplanes der Grundbuchvermessung und besorgt die Nachführung derselben auf Grund der von den Kantonen periodisch einzuliefernden Nachführungspausen. Diese nachgeführten Original-Übersichtspläne sind ein hochwertiges Planmaterial

sowohl für Erneuerung und Nachführung veralteter Kartenblätter als auch insbesondere für die geplante Erstellung neuer Kartenwerke.

Die Aufsicht und Leitung der von Bundes wegen verordneten Vermessungsarbeiten fällt in die Kompetenzen der Eidg. Vermessungsdirektion, welche Amtsstelle dem Eidg. Justiz- und Polizeidepartement angehört. Die Vermessungsarbeiten als solche werden unter Leitung und Verantwortung kantonaler Vermessungsaufsichtsbeamten (Kantonsgeometer) durch patentierte Privat-Grundbuchgeometer ausgeführt. An die Kosten der Vermessung und Nachführung der Grundbuchpläne leistet der Bund beträchtliche Subventionen; die übrigbleibenden Vermessungskosten werden von den Kantonen, Gemeinden und Grundeigentümern übernommen.

Die allgemeine Landesvermessung und die Grundbuchvermessung haben Berührungspunkte und Beziehungen folgender Art.

Die Eidg. Landestopographie beaufsichtigt und prüft die Durchführung und Erhaltung der Grundbuchtriangulation oder Triangulation IV. Ordnung, für welche die Genehmigung von Bundes wegen erst ausgesprochen wird, sofern der Antrag der Verifikationsorgane auf Anerkennung als Grundbuchtriangulation vorliegt.

Ebenso fällt der Eidg. Landestopographie die Aufgabe zu, die Aufsicht und Prüfung der Erstellung und Nachführung des Original-Übersichtsplanes der Grundbuchvermessung durchzuführen.

Die Organe der Eidg. Vermessungsdirektion und der Eidg. Landestopographie haben ständig Fühlung und arbeiten zusammen bei den Preistaxationen zu vergebender Triangulationsarbeiten IV. Ordnung und von Übersichtsplänen sowie bei Beurteilung und Erledigung vermessungstechnischer Fragen von allgemeiner Bedeutung. Periodisch werden gemeinsam Arbeitspläne beraten und festgelegt, mit gegenseitiger Berücksichtigung der Bedürfnisse der Grundbuchvermessung und Anforderungen der topographischen Landesaufnahme.

Wir stellen fest, daß somit für die Schweiz Ergebnisse einer einheitlich durchgeführten Landesvermessung neuesten Ursprunges vorliegen, welche vorzügliche vermessungstechnische Grundlagen bieten für erd- und luftphotogrammetrische Vermessungen jeder Art. Der hohe Grad der erreichten Lage- und Höhegenauigkeit der trigonometrischen Punkte einerseits und die gesetzlich geregelte und durchgeführte dauernde Erhaltung der Vermessungsfixpunkte ermöglichen eine weitgehende Ausnützung der hohen Präzision moderner Aufnahme- und Auswertungsverfahren und Instrumente und der wirtschaftlichen Vorteile einfachster, auf die Bedürfnisse der Vermessungspraxis zugeschnittener Arbeitsmaßnahmen und Operationen. Die Anwendung der Aerophotogrammetrie insbesondere zieht von dieser weitgehenden geod. Erschließung eines Landes größtmöglichen Nutzen, was ihr zum technischen und wirtschaftlichen Vorteil gereicht; denn das Vorhandensein einheitlicher und präziser geod. Grundlagen begünstigt und vereinfacht in hohem Maße die Anlage und Durchführung aerophotogrammetrischer Arbeiten.

Bei der allgemeinen Landesvermessung findet die terrestrische Photogrammetrie vorzugsweise Anwendung im gebirgigen Teil der Schweiz,

den Voralpen und Alpen, während die Aerophotogrammetrie sich in größerem Umfange vorteilhafterweise in der wellig-hügeligen Landschaft des schweiz. Mittellandes und im Jura anwenden läßt.

Bei der Schweiz. Grundbuchvermessung wird erd- und luft-photogrammetrisch insbesondere in den Gebirgsgegenden vermessen, je nach Eignung der Aufnahmegebiete für die eine oder andere Aufnahmemethode oder für beide Verfahren kombiniert.

In allen Fällen, in welchen das stereophotogrammetrische Verfahren der Geländevermessung bei amtlichen Vermessungen in der Schweiz angewendet wird, wird zur restlosen Ergänzung der Aufnahmeergebnisse zum lückenlosen Plan oder Karte das Meßtischverfahren angewendet.

Es soll in den folgenden Abschnitten über die wichtigsten gegenwärtigen Anwendungen der Photogrammetrie in der Schweiz Bericht erstattet werden.

### **Die Photogrammetrie im Dienste der Schweiz. Landestopographie.**

Die topographischen Arbeiten der Schweiz. Landesvermessung werden besorgt von der Abteilung für Landestopographie des Eidg. Militärdepartements. Diese Arbeiten bezwecken die Erhaltung der bestehenden amtlichen Kartenwerke, was erreicht wird durch periodische Nachführung der Originalaufnahmen und im Bedarfsfalle durch Erneuerung veralteter Kartenteile an Hand von Revisionen und Neuaufnahmen. Die in der Schweiz bestehenden Kartenausführungen vermögen neuzeitlichen Anforderungen an amtliche Kartenwerke in mancherlei Hinsicht nicht mehr zu entsprechen; sie sind für verschiedene Zwecke für umfangreiche Gebietsteile veraltet und weisen innere Widersprüche bezüglich geodätischer Grundlagen und ungleichartige Qualitäten in der topographischen Darstellung auf. Die unlängst fertiggestellte durchgreifende Neutriangulierung der Schweiz mit geschlossenem Nivellementsnetz sowie die in Entstehung begriffenen Grundbuchvermessungen mit den zugehörigen Bestandteilen (Triangulation IV. Ordnung und Übersichtsplan), auf deren Grundlagen die bestehenden Kartenwerke nachgeführt werden müssen, geben die Mittel und Möglichkeiten an die Hand, sukzessive die innere Verfassung der schweiz. Kartenwerke zu prüfen und festzustellen. Die hierbei gewonnenen Erfahrungen haben folgende Tatsachen zutage gefördert. Die im Alpengebiet unsern Kartenwerken zugrunde liegenden, im Maßstab 1:50.000 vorhandenen topographischen Kartenaufnahmen müssen aus technischen und wirtschaftlichen Gründen ersetzt werden durch Neuaufnahmen, wenn sie den heute geltend gemachten Anforderungen nachkommen sollen. Dieses Erkenntnis ist von weittragender Bedeutung, da das Alpengebiet zirka die Hälfte des Landes ausmacht und große Gebietsteile im Hochgebirge liegen, deren topographische Aufnahme besonders mühsame, langwierige und kostspielige Arbeiten verursachen. Es liegt auf der Hand, daß die verantwortlichen Kartenbehörden und Fachleute angesichts dieser Aufgabe sich sofort der beiden wesentlichen Vorzüge photogrammetrischer Geländevermessung bewußt waren und bedienten: Die Abkürzung der Feldarbeiten bei Anwendung stereophotogrammetrischer Aufnahmemethoden einerseits und die erhöhte Zuverlässigkeit und größere Einheitlichkeit

der Aufnahmeergebnisse bei autogrammetrischer Auswertung der Stereogramme andererseits.

Es liegt im Landschaftscharakter des schweiz. Alpenlandes begründet, daß in diesen Gebietsteilen der Schweiz die terrestrische Stereophotogrammetrie als besonders geeignetes Geländevermessungsverfahren weitgehend und vornehmlich Anwendung findet. Zwei günstige Voraussetzungen sind hierfür vorhanden; nämlich häufige und günstige Gelegenheiten zur Anlage ökonomisch ausnützbarer Standlinien sowie ausreichende und zuverlässige Vermessungsgrundlagen für geodätische Bestimmung und Orientierung der stereophotogrammetrischen Standlinien und der bei der Auswertung erforderlichen Kontroll- bzw. Einpaßpunkte.

Die terrestrische, stereophotogrammetrische Geländevermessungsmethode mit autogrammetrischer Auswertung wird seit 10 Jahren gestützt auf die einheitlich über das ganze Land erstellte Landestriangulation mit großem technischem Erfolg und ökonomischen Vorteilen angewendet zur planmäßigen topographischen Neuvermessung des schweiz. Alpenlandes. Diese Arbeiten werden ausgeführt durch die Eidg. Landestopographie, deren technische Sektionen Geodäsie und Topographie mit durchschnittlich 5—7 Feldgruppen und 4 Stereoaufnahmen arbeiten. Hierbei kommen an Instrumenten zur Verwendung: 5 Wildsche Phototheodolitausrüstungen und 2 solche von Zeiß, sowie 3 Wild-Autographen und 1 Stereoautograph v. Orel-Zeiß.

Der normale Arbeitsvorgang bei stereophotogrammetrischen Aufnahmen im Gebirge ist folgender. Im Aufnahmejahr werden vorgängig der Aufnahmeperiode Revisionen der Triangulationspunkte durchgeführt und soweit erforderlich die Signalisierung der bestehenden Vermessungsfixpunkte vorgenommen, was durch ortskundige und arbeitsgewohnte, selbständige Meßhilfengruppen unter der Leitung und Aufsicht von Ingenieur-Photogrammetern erfolgt. In Gebieten, in welchen die Dichtigkeit der Fixpunkte der vorhandenen Triangulation höherer Ordnung für die Zwecke der stereophotogrammetrischen Aufnahme und Ergänzung der Auswertungsergebnisse nicht ausreicht, wird eine Verdichtung vorgenommen. Diese Verdichtung erfolgt nach Anlage und Ausführung als Triangulation IV. Ordnung, jedoch nur soweit, als für den vorliegenden Zweck erforderlich ist. Die stereophotogrammetrischen Geländeaufnahmen werden in die schneefreie Periode des Sommers verlegt und fallen im allgemeinen in die Zeit von Anfang Juli bis Anfang Oktober. Die Wildschen Feldausrüstungen werden vornehmlich im eigentlichen Gebirge verwendet, wegen ihres geringen Gewichtes und der ökonomischen Ausnützung des großen Aufnahmebereiches des Wildschen Phototheodolits entsprechend der Kippungsmöglichkeit der Kameraachsen sowie der Verwendung zweier Aufnahmebrennweiten durch Auswechslung der Aufnahmekammern ohne Veränderung der Theodolitaufstellung. Die Verwendung der Feldphototheodolitausrüstungen Zeiß beschränkt sich ausschließlich auf die wegsamen und geringere Höhenunterschiede aufweisenden Landschaftsteile der Voralpen. Als Plattenmaterial kommen ausschließlich Spiegelglasplatten, die mit Topoemulsion der Trockenplattenfabrik Otto Perutz in München begossen werden, zur Verwendung. Die Entwicklung der exponierten Platten erfolgt in



der Stand-Entwicklungsanlage der Eidg. Landestopographie in Bern, woselbst auch sofort eine provisorische Registrierung der Stereogramme durchgeführt wird. Von den entwickelten Platten werden in raschem Kopierverfahren Probeabzüge erstellt und dem Photogrammeter zur Feststellung des Aufnahmeergebnisses raschestens ins Feld zugestellt.

Die nach der Sommeraufnahme im darauffolgenden Herbst/Winter einsetzende Tätigkeit wird eingeleitet durch die Sichtung, Ordnung und endgültige Registrierung des aufgenommenen und zur Auswertung bestimmten Plattenmaterials. Hand in Hand werden die Feldmeßprotokolle bereinigt, die erforderlichen Auszüge auf die für die rechnerische Bestimmung und Orientierung der photogrammetrischen Standlinien und Kontrollpunkte besondern Berechnungsformulare erstellt und anschließend die geodätischen Rechnungen durchgeführt.

Der weitere Vorgang im allgemeinen Arbeitsgange besteht in der Auswertung der Stereogramme im Autographen. Die Arbeitsgruppe für die Bedienung, d. h. Auswertungstätigkeit, an einem Autographen besteht aus zwei Fachleuten, dem Photogrammeter, der den Autographen bedient, und dem Topographen, der die Arbeit am Zeichenstift übernimmt. Die Eidg. Landestopographie ist nach verschiedenen Versuchen zu der soeben erwähnten Arbeitsgruppierung gelangt, weil bei dieser Kombination die Gewähr für rascheste und restloseste Auswertung der Stereogramme und ökonomische Durchführung der nachfolgenden Ergänzungsarbeiten im Felde (Reambulierung) durch die Topographen vorhanden ist. Wesentliche und notwendige Voraussetzung ist hierbei, daß der Photogrammeter das Gebiet, das ihm zur autogrammetrischen Auswertung zugewiesen wird, selbst aufgenommen hat oder mindestens das bezügliche Plattenmaterial und die gegebenen Auswertungselemente gründlich kennt, sowie der am Zeichenstift arbeitende Topograph das auszuwertende Gebiet später, d. h. im folgenden Sommer, zur Feldergänzung zugeteilt erhält. Die Eidg. Landestopographie wertet alle stereophotogrammetrischen Aufnahmen direkt auf Spiegelglasplatten aus, die mit photographischer Trockenschicht versehen sind. Die damit verbundenen Vorzüge der Maßhaltigkeit, Unveränderlichkeit, Feinheit und Korrekturfähigkeit der vom Zeichenstift gravierten Auswertungszeichnung und die originalgetreue Kopierfähigkeit in unbeschränkter Zahl der Auswertungsergebnisse sichern in weitgehendstem Maße die Ausnützung und Erhaltung der hohen und einheitlichen Genauigkeit einwandfrei erstellter Aufnahmen und kontrollierter Auswertungen.

Die Eidg. Landestopographie erstellt normalerweise die stereophotogrammetrischen Aufnahmen im Alpengebiet nach Maßgabe der geltenden Genauigkeitsvorschriften für den Kartenmaßstab 1:25.000 und wertet die Stereogramme ebenfalls in diesem Maßstab autogrammetrisch auf die Glasplatten aus. Das Auswertungsergebnis wird nach speziellem, patentiertem Kontaktverfahren auf beidseitig mit Papier überzogene Aluminiumfolien photographisch übertragen und in dieser Form als Auswertungsoriginal im Maßstab 1:25.000 in den Archiven aufbewahrt. Die Feldergänzungen der stereophotogrammetrischen Aufnahmen durch den Topographen erfolgen im Kartenmaßstab 1:50.000 auf einer, auf photographischem Wege gewonnenen Reduktion des Glasplatteninhaltes, zeitlich

in dem der Aufnahme folgenden Sommer. Vorgängig dieser Arbeit bereitet der Topograph seine Ergänzungstätigkeit im Felde vor durch generelle Erkundung und Überarbeitung seiner Aufnahmesektion an Hand der im Spiegelstereoskop eingelegten und durchforschten wichtigsten Bildpaare.

Die Feldtätigkeit des Ergänzungstopographen setzt sich zusammen aus der gründlichen Durchsicht, Bereinigung und Ergänzung der ausgewerteten Geländeteile und aus der Neuaufnahme der entstandenen Auswertungslücken. Bei den topographischen Ergänzungsarbeiten kommt ausschließlich das Meßtischverfahren zur Anwendung. Die abschließenden Arbeiten des Topographen bestehen aus der Reinzeichnung der ergänzten Auswertungsergebnisse mittelst photochemisch aktiver Farben, die Erstellung der Ortsnamen- und Kotpause und des Ortsnamenverzeichnisses.

In der dargelegten Weise ist die Schweiz an der Arbeit, mit Ausnützung der Vorzüge der terrestrischen Stereophotogrammetrie nach und nach, voraussichtlich in spätestens 10 Jahren, eine hochwertige, modernen Anforderungen Genüge leistende Gebirgstopographie zu schaffen. In Verbindung mit der grundlegenden, dauernd zu erhaltenden Landesvermessung in Gestalt der Landestriangulation und des Präzisionsnivellements wird diese sukzessive entstehende photogrammetrische Gebirgstopographie eine wertvolle Grundlage bilden zur erstmaligen Erstellung und dauernden Erhaltung von Kartenausführungen mannigfacher Art sowie für verschiedene andere Verwendungszwecke.

Im schweiz. Mittelland und Jura sowie im Südtessin fußen die bestehenden amtlichen Kartenwerke auf topographischen Originalaufnahmen, die im Maßstab 1:25.000 ehemals erstellt und heute noch in diesem Maßstab nachgeführt werden. Auch hier macht sich die Tatsache geltend, daß große Teile dieser Kartenaufnahme neuzeitlichen Ansprüchen und Bedürfnissen nicht mehr zu genügen vermögen, immerhin ist die durchschnittliche Qualität der Karten 1:25.000 im schweiz. Hügelland und Jura gegenüber denjenigen im Alpengebiet im Maßstab 1:50.000 eine erheblich bessere. Deshalb beschränkt sich die Eidg. Landestopographie in diesen Gebieten auf die periodische Nachführung des vorhandenen Karteninhalts, in Verbindung mit Behebung der größten, augenfälligsten Kartenfehler. Diese Nachführung in meistens siedelungs- und verkehrsreichen Landschaften erfordert nach bisherigem Nachführungsverfahren mit Anwendung des Meßtisches zahlreiches Topographenpersonal und zeitraubende Kontrollgänge im Gelände. Die Entwicklung der Aerophotogrammetrie in Verbindung mit den raschen Fortschritten der Aviatik hat auch in der Schweiz die Möglichkeiten eröffnet, das Flugzeug in den Dienst der Landesvermessung zu stellen. Die Eidg. Landestopographie ist nach grundlegenden Versuchen und Probeaufnahmen zur praktischen Anwendung der Aerophotogrammetrie für die Zwecke der Kartennachführung übergegangen. Eine zu diesem Zwecke geschaffene Flugzeugbesatzung überfliegt photographisch jedes Jahr während der Sommermonate nach einem zum voraus bestimmten Plan und Programm kartenblattweise ein umfangreiches Gebiet in durchschnittlich 2000 m über Grund. Diese Aufnahmen werden erstellt als lückenlos aneinandergereihte, in Streifen nebeneinander angeordneten Einzelaufnahmen mit der am Boden des Flugzeuges in besonderer Aufhängevorrichtung

montierten Flugzeugmeßkamera Wild (Brennweite  $f = 165$  mm). Die Fliegeraufnahmen werden im selbst fokussierenden Entzerrungsgerät von Zeiß, auf Grund nach erfolgter Aufnahme im Gelände eingemessener Einpaßpunkte entzerrt und zusammengestellt zu *Photokarten*, auf deren Grundlage die Kartenrevisionen und Nachträge bezüglich der Gegenstände der Situation vorgenommen werden oder die Topographie mit Anwendung des Meßtischverfahrens erstellt wird.

Die nach und nach zur Routine gesteigerte Erfahrung und Übung der Flugzeugbesatzung hat es mit sich gebracht, daß die möglichst lotrecht angestrebte Stellung der Aufnahmerichtung im Moment der Expositionen praktisch in einem Grade erreicht wird, daß die Aufnahmen als „Senkrecht“-Aufnahmen angesprochen und für den vorliegenden Zweck der Nachführung veralteter Kartenaufnahmen ohne Entzerrung ausgewertet werden können. In diesem Falle gelingt es dem Nachführungstopographen auch bei Aufnahmen von unebenem Gelände, mit Hilfe der von den Originalaufnahmen erstellten Kopien ohne Vornahme der Entzerrung, nach dem Nadirpunkt — bzw. Hauptpunktverfahren mit Hilfe der aus der Karte abgeleiteten Maßstabsbeziehungen und entnommenen Höhenunterschiede, die erforderlichen geometrischen Beziehungen zwischen Fliegerbild und Karte mit einem Reduktionszirkel zu bestimmen und auf die Karte zu übertragen. Auf diese Weise werden gegenwärtig bei der Eidg. Landestopographie mit wesentlichem Vorteil und Erfolg die veralteten Kartenblätter im Maßstab 1:25.000 innerhalb der ihnen innewohnenden Genauigkeit nachgeführt. Die Vorzüge der Kartennachführungen auf aerophotogrammetrischem Wege in der angegebenen Weise liegen darin, daß die Nachführung eine gründlichere und lückenlosere ist, einen geringern Arbeitsaufwand (Einsparung von Personal) erfordert und raschere Nachführung (größerer Kartenabsatz) ermöglicht.

Die *Aerostereophotogrammetrie* findet ferner Verwendung bei der topographischen Landesaufnahme in Verbindung mit der terrestrischen Stereophotogrammetrie in vereinzelt Spezialfällen topographischer Neuvermessungen. In denjenigen Landesteilen, wo die terrestrische, stereophotogrammetrische Gelände vermessung aus Mangel geeigneter, d. h. genügend überhörender Standorte oder infolge starker Bewaldung sich weniger eignet, wo ferner im schwer gangbaren oder unzugänglichen Hochgebirge die für eine möglichst lückenlose Aufnahme erforderliche Zahl von Stationen sich unwirtschaftlich steigert, werden ergänzend aerophotogrammetrische Aufnahmen vorgesehen und durchgeführt.

Es erscheint ferner naheliegend, die Aerophotogrammetrie im schweiz. Mittelland und Jura anzuwenden. Eine solche Maßnahme ist bei den besonders vorliegenden Verhältnissen technisch und wirtschaftlich unzweckmäßig aus folgenden Gründen. In diesen Landschaftsgebieten haben wir es vorwiegend mit ertragreichem Kulturboden oder mit Siedelungen zu tun; in beiden Fällen ist der Bodenwert ein hoher, dementsprechend eine eingehendere Grundstücksvermarkung und genauere Parzellarvermessung erforderlich, um die Eigentumsverhältnisse und die Rechtssicherheit im Grundstückverkehr dauernd sicherzustellen. Der hohe Parzellierungsgrad des Privateigentums tritt gegenüber dem öffentlichen arrondierten Besitz in den Vordergrund, was eine dichte Vermessungs-

grundlage (Triangulation, Polygonierung, Vermarkung) zur Folge hat. Die gesetzlich vorgesehene, nach und nach entstehende Grundbuchvermessung liefert infolgedessen der Eidg. Landestopographie in Form der Grundbuchpläne und der von denselben abgeleiteten Übersichtspläne als großmaßstablich topographische Planaufnahmen im Maßstab 1:5000 bzw. 1:10.000 ein Kartengrundmaterial, das weitere Kartenaufnahmen überflüssig macht. Auf Grund einer Vereinbarung zwischen der Eidg. Grundbuchvermessung und der Eidg. Landestopographie soll im Mittelland und Jura die Erstellung der aus der Grundbuchvermessung hervorgehenden Übersichtspläne (topographische Pläne 1:5000 bzw. 1:10.000 mit äquidistanten Kurven von 10 m) derart beschleunigt werden, daß die Eidg. Landestopographie innert nützlicher Frist gestützt hierauf die im bevorstehenden Programm für Erstellung neuer Kartenwerke vorgesehenen dringlichsten Karten im Mittelland und Jura, ohne eigene Aufnahmen ausführen zu müssen, erstellen kann. Die Eidg. Landestopographie muß sich lediglich für den Fall vorsehen, daß diese Grundbuchübersichtspläne nicht vollständig oder nicht rechtzeitig zur Verfügung stehen, um hieraus neue Karten erstellen zu können. Tritt dieser Fall ein, so sind die fehlenden Aufnahmen durch die Eidg. Landestopographie zu erstellen, wobei im Hinblick auf den erforderlichen, relativ kleinen Kartenmaßstab, aerophotogrammetrische Aufnahmen in Aussicht genommen sind.

#### **Die Photogrammetrie im Dienste der Schweiz. Grundbuchvermessung.**

Seit dem Inkrafttreten des schweiz. Zivilgesetzes im Jahre 1912 unterliegen die ausgedehnten Alpen, Weiden und Waldungen ebenfalls der Aufnahme in das Grundbuch, gestützt auf eine vorausgehende Vermessung, für welche das Gesetz entsprechend dem geringen Bodenwert derartiger Gebiete eine vereinfachte Planaufnahme vorschreibt. Die üblicherweise angewendeten Methoden zur Vermessung des Grund und Bodens in ertragreicheren Landschaften haben sich für die im allgemeinen großparzellierten, weniger kulturfähigen Gebiete und das stark bewegte Gelände des schweiz. Alpenlandes als unzweckmäßig und zu kostspielig erwiesen. Solange keine zweckentsprechenden und wirtschaftlichen Vermessungsmethoden zur Verfügung standen und die Gemeinden kein Bedürfnis nach Vermessung äußerten, stellte man begreiflicherweise die Inangriffnahme der Gebirgsvermessungen zurück. Die Absicht bestand, die vorzuzusehenden Verbesserungen der optischen Distanzmessung und technischen Erfolge der photogrammetrischen Geländevermessung in wirtschaftlicher Hinsicht bei Gebirgsvermessungen für Grundbuchzwecke zu erproben, sobald die Gebirgskantone die Vornahme der Grundbuchvermessung von Alp- und Weidegebieten nachsuchten, um ihren Verpflichtungen gegenüber dem aufgestellten, allgemeinen Programm zur zeitlichen Durchführung der Grundbuchvermessungen und Anlage des Grundbuches rechtzeitig nachzukommen. Verschiedene Gebirgskantone haben denn auch in den letzten Jahren die Absicht geäußert, die Grundbuchvermessungen im Gebirge in Angriff zu nehmen, was die Vermessungsbehörde des Bundes (Eidg. Vermessungsdirektion beim Eidg. Justiz- und Polizeidepartement) veranlaßt hat, in Verbindung mit privaten Vermessungsbureaus und

bei zeitweiser Mitwirkung der Eidg. Landestopographie, die technische und wirtschaftliche Verwendbarkeit und Leistungsfähigkeit der Photogrammetrie bei Grundbuchvermessungen im Gebirge auf Grund durchzuführender Probevermessungen festzustellen. Die günstigen Ergebnisse dieser amtlichen Probevermessungen führten zur heute feststehenden Tatsache, daß das stereophotogrammetrische Geländevermessungsverfahren, sowohl terrestrisch als aviatisch durchgeführt, bei der Schweiz. Grundbuchvermessung als behördlich zulässiges Planaufnahmeverfahren eingeführt und praktisch gehandhabt wird. Die bei den Probevermessungen gemachten Erfahrungen zeigen, daß die Vermessung des produktiven Bodens in Berggegenden nur dann eine technisch und ökonomisch befriedigende Lösung ermöglicht und ergibt, wenn bei Anwendung der erd- oder luftphotogrammetrischen Geländevermessungsverfahren die Vermessung der Grenzen gleichzeitig mit der Aufnahme des Grundbuchübersichtsplanes (d. h. der Topographie) erfolgt. Nach Mitteilungen des Eidg. Vermessungsdirektors soll, beurteilt nach Maßgabe eingegangener Offerten von Vermessungsunternehmern, für Gebirgsvermessungen das aerophotogrammetrische Aufnahme- und Auswertungsverfahren billigere Vermessungspreise ermöglichen als die terrestrische Stereophotogrammetrie.

Die heute praktisch angewendete Art der Durchführung stereogrammetrischer Grundbuchvermessungen in der Schweiz gestaltet sich nach Angaben des Eidg. Vermessungsdirektors allgemein folgendermaßen:

Der stereophotogrammetrischen Grundbuchvermessung sind folgende Aufgaben zugewiesen:

1. Aufnahme der Eigentums- und Kulturgrenzen für die Grundbuchpläne in den Maßstäben 1:5000 und 1:10.000.
2. Aufnahme und Auswertung der Kulturgrenzen für die Grundbuchpläne im Maßstab 1:2000.
3. Aufnahmen für den Übersichtsplan (Topographie) 1:5000 und 1:10.000 in allen hierfür geeigneten Gebieten (Vor- und Hochalpen).

Entsprechend dem grundlegenden Programm für die Vermessung der Gebirgsgegenden ist pro Jahr durchschnittlich eine Aufnahmeffläche von 50.000 ha vorgesehen.

Über die Art und die Durchführung der erforderlichen Arbeiten soll nur in aller Kürze berichtet werden; für ausführlichere Auskunft sei auf einen vom Eidg. Vermessungsdirektor verfaßten, bei Anlaß des im Herbst 1930 in Zürich stattfindenden Internat. Kongresses der Geometer erscheinenden Bericht über die Anwendung der Photogrammetrie bei der Schweiz. Grundbuchvermessung verwiesen.

#### **Art und Durchführung der Arbeiten.**

1. Vermarktungsarbeiten in Planmaßstabgebieten 1:5000 und 1:10.000. Die Vergebung und Durchführung dieser Arbeiten erfolgt im Akkord. Ausführende Unternehmer sind ortsansässige Grundbuchgeometer.
2. Vorbereitung der Grenzpunkte für die stereophotogrammetrische Aufnahme durch Errichtung von künstlichen Signalen oder Herrichtung natürlicher

Grenzzeichen, in den Maßstabsgebieten 1:5000 und 1:10.000 durch ortsansässige Grundbuchgeometer.

3. Aerophotogrammetrische Aufnahmen und damit zusammenhängende photographische Arbeiten, organisiert und ausgeführt durch den Flug- und Photographendienst der Eidg. Vermessungsdirektion mit Benützung eines für Aufnahmeffüge speziell geeigneten Vermessungsflugzeuges.
4. Erdphotogrammetrische Aufnahmen, durchgeführt auf Grund von Fall zu Fall abgeschlossener Vermessungsverträge durch private Vermessungsbüros; solche Unternehmen bestehen zur Zeit drei in der Schweiz, von von denen zwei die Wild'schen photogrammetrischen Instrumente benützen, während die dritte Zeißsche Ausrüstungen verwendet.
5. Auswertung der erd- und luftphotogrammetrischen Aufnahmen durch die gegenwärtig drei hierfür in der Schweiz eingerichteten Privatbüros:  
Zurbuchen & Helbling in Flums und Bern,  
Leupin & Schwank in Bern,  
R. Boßhardt in St. Gallen.
6. Die übrigen Arbeiten der Parzellarvermessung werden durch die privaten Photogrammeterbüros und durch übernehmende Grundbuchgeometer ausgeführt.

Die Vergabung und Leitung der photogrammetrischen Grundbuchvermessungsarbeiten ist Sache des Eidg. Justiz- und Polizeidepartements (Eidg. Vermessungsdirektion) in Verbindung mit den kantonalen Vermessungsbehörden.

Die Aufsicht und Verifikation der auszuführenden Arbeiten erfolgt durch folgende Amtsstellen:

- a) photogrammetrische Arbeiten der Parzellarvermessung: Eidg. Vermessungsdirektion,
- b) übrige Arbeiten der Parzellarvermessung: Kantonale Vermessungsaufsicht,
- c) photogrammetrische Arbeiten für Erstellung des Grundbuchübersichtsplanes: Eidg. Landestopographie.

### **Die photogrammetrische Tätigkeit des privaten Vermessungsgewerbes in der Schweiz.**

In der Schweiz bestehen gegenwärtig drei private Vermessungsunternehmungen, welche für die Durchführung stereophotogrammetrischer Vermessungen leistungsfähig eingerichtet sind und vom Zeitpunkte der Aufnahme ihrer Tätigkeit an mit Erfolg im In- und Ausland in verschiedener Richtung bemerkenswerte Arbeiten ausgeführt haben. Diese drei, schon an früherer Stelle erwähnten privaten Photogrammeterbüros stehen alle im Dienste der Schweiz. Grundbuchvermessung; durch sie werden die alljährlich entsprechend dem allgemeinen Vermessungsprogramm nach dem stereophotogrammetrischen Verfahren zu vergebenden und auszuführenden Gebirgsvermessungen auf Grund abgeschlossener Vermessungsverträge ausgeführt. Neben diesen amtlichen Vermessungen führen diese privaten Photogrammeterbüros photogrammetrische Aufnahmen und Auswertungen aus als vermessungstechnische Vorarbeiten mit den verschiedensten

technischen Verwendungszwecken sowohl im Auftrage öffentlicher als auch privater Auftraggeber.

Das Vermessungsbüro Dr. Helbling & Zurbuchen, mit Hauptsitz in Flums (St. Gallen) und einer Zweigniederlassung in Bern, ist eine Gründung des Dr. Helbling aus dem Jahre 1919. Anfänglich mit Zeißschen Feldphototheodoliten und v. Orel-Zeiß-Stereoautographen ausgerüstet, bedient sich diese Unternehmung seit dem Jahre 1922 der Wildschen Apparate. Die initiative Geschäftstätigkeit des Gründers dieses Büros, von jeher unterstützt durch einen Stab leistungsfähiger Fachleute, sowie die rasche und erfolgreiche Produktionsfähigkeit der 1920 durch Oberingenieur Wild in der Schweiz gegründeten Industrie zur Konstruktion geodätischer und photogrammetrischer Apparate, hat die von jeher in der Schweiz vorhandenen Bestrebungen zur Einführung und Anwendung der Photogrammetrie, bei Behörden und in Kreisen der Wissenschaft und Technik wirksam gefördert und zur praktischen Verwirklichung verholfen.

Dieses Vermessungsbüro beschäftigt sich mit technischen und kartographischen Vermessungen im In- und Auslande und nimmt teil an der photogrammetrischen Grundbuchvermessung der Schweiz.

Das Vermessungsbüro Leupin & Schwank in Bern ist eine Geschäftsgründung der beiden Inhaber, Grundbuchgeometer Leupin und Dipl. Ingenieur Schwank, ursprünglich Beamte der Eidg. Landestopographie, später Angestellte des Vermessungsbüros Dr. Helbling und seit 1926 Betriebsinhaber des nach ihrem Namen genannten Photogrammeterbüros. Die Geschäfts- und Arbeitsprinzipien auch dieser Privatunternehmung beruhen auf den Grundsätzen, daß der dem photogrammetrischen Verfahren innewohnende Vermessungswert nur dann ausreichend gesichert und erschöpfend ausgenützt werden kann, wenn die Aufnahmen abstellen auf zuverlässige, ausreichende, geodätische Grundlagen.

In den wenigen Jahren seines Bestehens hat das Vermessungsbüro Leupin & Schwank neben der Beteiligung an der Schweiz. Grundbuchvermessung, in den verschiedensten Planmaßstäben für verschiedene Zwecke des Eisenbahn-, Straßen- und Wasser- sowie Minenbaues etc. bemerkenswerte photogrammetrische Arbeiten in der Schweiz und in Europa ausgeführt. Das Büro verwendet bei seinen Arbeiten ausschließlich die photogrammetrischen Instrumente von Wild.

Der Inhaber des Vermessungsbüros Boßhardt, Grundbuchgeometer R. Boßhardt in St. Gallen, hat sich erstmals selbständig in Verbindung mit der Photogrammetrie-Gesellschaft in München mit photogrammetrischen Geländevermessungen beschäftigt bei Anlaß der ersten aerophotogrammetrischen schweiz. Probevermessung von Bilten-Niederurnen im Kanton Glarus. Die hierbei von Geometer Boßhardt gemachten Erfahrungen boten ihm Einblick in die technische und wirtschaftliche Leistungsfähigkeit der Aerophotogrammetrie in bezug auf ihre Anwendung bei der Schweiz. Grundbuchvermessung und veranlaßten ihn 1927 zur Installation eines Photogrammeterbüros und zur Anschaffung eines Stereoplanigraphen von Zeiß. Grundbuchgeometer Boßhardt ist ein überzeugter Verfechter der Auffassung, daß die Luftphotogrammetrie wirtschaftlich der Erdphotogrammetrie überlegen ist, sofern die Vergebung der Vermessungslose

in größeren Komplexen erfolgen kann und keine außergewöhnlichen flugtechnischen Schwierigkeiten bei den Aufnahmen zu erwarten sind. Auch Bøghardt erachtet für ernsthafte und zuverlässige Arbeiten mittelst Photogrammetrie zuverlässige geodätische Grundlagen als unerlässlich; er hält eine geringere Punktdichtigkeit, als wie sie heute normalerweise bei der Grundbuchtriangulation in der Schweiz mit durchschnittlich 2 Punkten pro km<sup>2</sup> besteht, in Gebieten, in welchen photogrammetrisch aufgenommen wird, für ausreichend.

Gegenwärtig ist Geometer Bøghardt vornehmlich mit einigen von der Schweiz. Grundbuchvermessung ihm übertragenen aerophotogrammetrischen Arbeiten in den Kantonen Graubünden, Tessin und Glarus beschäftigt. Neben diesen amtlichen Vermessungen fallen in die bis 1927 zurückliegende Tätigkeit des Photogrammeterbüros Bøghardt einige kleinere terrestrische, für technische Zwecke, als Privataufträge ausgeführte Arbeiten.

### **Die schweiz. Industrie für den Bau photogrammetrischer Instrumente.**

Bei der Einführung und praktischen Anwendung der stereophotogrammetrischen Geländevermessungsmethoden ist die Wahl und Anschaffung zweckdienlicher und leistungsfähiger Instrumente für die Aufnahme und Auswertung der Stereogramme von ausschlaggebender Bedeutung sowohl in technischer als auch in wirtschaftlicher Richtung. Die finanziellen Aufwendungen für die Anschaffung der erforderlichen mechanisch und optisch hochwertigen Präzisionsgeräte sind sehr beträchtlich, was zur gründlichen und vorsichtigen Prüfung und Erwägung aller maßgebenden Faktoren vor endgültiger Wahl und Ankauf der Apparaturen Veranlassung gibt. Im Zeitpunkte, in welchem die Bestrebungen und Anstrengungen der schweiz. Fachbehörden einsetzten, die Stereophotogrammetrie als neuzeitliche Vermessungsmethode einzuführen und anzuwenden, waren hierfür erforderliche Instrumente und Geräte in verschiedener Ausführung von bewährten ansländischen Konstruktionsfirmen erhältlich; dagegen lagen keine oder nach dem Dafürhalten der verantwortlichen Fachorgane unzureichende Erfahrungen der Praxis vor, welche sich solcher Instrumente bediente, um den zuverlässigen Schluß ziehen zu können, daß für die in unserem Land beabsichtigten Verwendungszwecke und bestehenden Geländebeziehungen die vorhandenen Konstruktionsausführungen zu entsprechen vermögen. Ausgeführte Probevermessungen zeitigten Ergebnisse in genauigkeitstechnischer Hinsicht, welche den gestellten Anforderungen genügten. Die hohen Anschaffungskosten und die fragwürdige Dauerhaftigkeit der sehr umfangreichen und komplizierten Geräte in Verbindung mit der allseitigen Abhängigkeit vom Ausland erweckten ernsthafte Bedenken. Die da und dort geäußerte Auffassung, die vorhandenen Konstruktionen seien keine endgültigen Ausführungsformen, sondern rufen notwendigerweise aus betriebswirtschaftlichen Gründen durchgreifenden Vereinfachungen und Verbesserungen in optischer und mechanischer Richtung, sowie kompenderen und billigeren Konstruktionstypen, veranlaßten die verantwortlichen Fachbehörden in der Schweiz und die interessierten Privatfachleute, die Beschaffung der Geräte hinauszuschieben und zuzuwarten, bis hierüber weitere Abklärung eingetreten war.



In dieser Zeitperiode hatte sich unser Landsmann, Ingenieur Heinrich Wild, ehemals Vorstand der Konstruktionsabteilung für geodätische Instrumente der Zeißwerke in Jena, in der Schweiz in Heerbrugg niedergelassen, um in eigener Fabrikation geodätische und photogrammetrische Instrumente herzustellen. Die von Oberingenieur Wild im St. Gallischen Rheintal begründete neue präzisionsmechanische und optische Industrie entwickelte sich nach kurzer Zeit zu der heute weit über unsere Landesgrenzen hinaus bekannten Konstruktionsfirma Verkaufs-Aktiengesellschaft Heinrich Wild's geodätische Instrumente. In rasch aufeinanderfolgenden Entwicklungsstadien entstanden nach eigenen Konstruktionsideen unseres Landsmannes Ing. Wild konstruktive Neuschöpfungen an Aufnahmegeräten für Erd- und Luftphotogrammetrie mit leistungsfähiger Wildoptik (Phototheodolit und Fliegerkamera) sowie der Wild-Autograph. Nach knapp 10jähriger Tätigkeit ist es Oberingenieur Wild und seinem Unternehmen gelungen, durch seine genialen und gediegenen Konstruktionen, das Interesse und Vertrauen der Fachleute im In- und Auslande zu gewinnen. Die beste Anerkennung der Verdienste Oberingenieurs Wild um die wissenschaftliche Förderung und praktische Ausgestaltung der erd- und luftphotogrammetrischen Geländevermessungsmethoden und der ihr dienenden Instrumente liegt in der Tatsache des zunehmenden Absatzes der Produkte unserer jungfrülichen Industrie im In- und Ausland.

Die bekannte Konstruktionsfirma Kern & Co. in Aarau hat nach verschiedentlich sich bietenden Gelegenheiten, die Fabrikation photogrammetrischer Instrumente an Hand nehmen zu können, bis anhin davon abgesehen. Wie wir kürzlich von der Firma in Erfahrung bringen konnten, hat sie sich, gestützt auf ein ihr vom spanischen Ingenieur Oberstleutnant Ordovas unterbreitetes Projekt für den vereinfachten Bau eines möglichst universalen Auswertungsgerätes, zu dessen Konstruktion entschlossen. Gegenwärtig ist die Konstruktion unter dem Namen Photo-Karthograph Ordovas-Kern in Ausführung begriffen. Dieser Autograph gehört dem Typus nach in die Klasse der Projektions-Autographen und entspricht nach seinem Aufbau der Ausführung des v. Orel-Zeißschen Autographen.

Der Mitteilung der Firma Kern & Cie. zufolge wird sich Gelegenheit bieten, anlässlich des Internationalen Photogrammeterkongresses 1930 in Zürich nähere Angaben über diese Konstruktion zu erfahren, weshalb wir uns hier auf die gemachten Hinweise beschränken.

Der Vollständigkeit wegen und weil es historisches Interesse bieten dürfte, sei erwähnt, daß das unter anderm vornehmlich durch seine präzisionstechnischen Konstruktionen von Pantographen und Koordinatographen bestbekannte Mathematisch-Mechanische Institut G. Coradi in Zürich in der Zeitperiode von 1916—1919 im Auftrage der Eidg. Landestopographie verschiedene für photogrammetrische Versuchszwecke bestimmte Konstruktionen ausgeführt und geliefert hat, so z. B. eine komplette Justierstation für Phototheodoliten, einen Phototheodolit und einen Stereokomparator ohne Optik. Es bestand in jener Zeit seitens der Eidg. Landestopographie ferner die Absicht und waren diesbezügliche Unterhandlungen im Gange, durch das Institut Coradi einen Auto-

graphen konstruieren zu lassen, was in der Folge jedoch unterblieb. Von 1919 an wurden seitens der Eidg. Landestopographie die Bestrebungen, nach eigenen Plänen photogrammetrische Apparate konstruieren zu lassen, aufgegeben, da inzwischen die zeitweise große Beschränkung auferlegenden Bedingungen für Beschaffung ausländischer, in geeigneter Ausführung vorhandenen photogrammetrische Aufnahme- und Auswertungsgeräte hinfällig wurden.

### **Die wissenschaftliche Tätigkeit auf dem Gebiete der Photogrammetrie in der Schweiz.**

Die bemerkenswerten Ergebnisse bei der praktischen Anwendung der Photogrammetrie in der Schweiz, insbesondere auf dem Gebiete der Landesvermessung im allgemeinen und bei der Schweiz. Grundbuchvermessung im besonderen, hat das Bedürfnis hervorgerufen, die interessierten Kreise der Wissenschaft und Praxis zu sammeln und zusammenzuschließen.

Im Herbst 1928 erfolgte die Gründung der Schweiz. Gesellschaft für Photogrammetrie (S. G. P.), welche in sich Fachleute und Interessenten für die gesamte Photogrammetrie vereinigt. Diese S. G. P. umschreibt ihren Zweck durch folgende Bestrebungen: die Theorie und Praxis der Photogrammetrie zu pflegen, ihre Vervollkommnung und Verbreitung zu fördern, zu ihrer Anwendung in den verschiedensten Zweigen der Wissenschaft, Wirtschaft und Technik beizutragen und die gegenseitigen Erfahrungen mit den Fachleuten des In- und Auslandes auszutauschen.

Kurz nach ihrer Gründung hat unter der zielbewußten und initiativen Leitung ihres ersten und derzeitigen Präsidenten, Ing. F. Baeschlin, Professor an der Eidg. Technischen Hochschule Zürich, eine regsame Vereinstätigkeit eingesetzt, in deren Vordergrund gegenwärtig die Vorbereitung und Durchführung des 3. Internationalen Kongresses für Photogrammetrie im September 1930 in Zürich steht.

Die Eidg. Technische Hochschule hat erstmals im Sommer 1928 und sodann im Frühjahr 1930 Photogrammeterkurse unter der Leitung von Prof. Baeschlin, Ordinarius für Geodäsie und Topographie veranstaltet und mit Unterstützung von Dr. Ing. Zeller, bis 1. März 1930 Ing.-Photogrammeter der Eidg. Landestopographie, an Hand von photogrammetrischen Instrumenten Wild bei regsamer Beteiligung von Studierenden und Fachleuten der Praxis durchgeführt.

Im Frühjahr 1930 hat der Schweiz. Schulrat, gestützt auf die von den Eidg. Behörden bewilligten Kredite, die Eidg. Technische Hochschule ermächtigt, das von Prof. Baeschlin geleitete geodätische Institut durch Angliederung einer photogrammetrischen Einrichtung, bestehend aus einem Wild-Autographen und zugehörigen photogrammetrischen Aufnahmegeräten, zu erweitern. Zur Bedienung der Geräte und Durchführung sowohl praktischer als auch forschungs-wissenschaftlicher Arbeiten und als Lehrer bei den auch in Zukunft beabsichtigten periodisch durchgeführten theoretischen und praktischen Photogrammeterkursen, ist Dr. Ing. M. Zeller von der Eidg. Landestopographie zur Eidg. Technischen Hochschule übergetreten.

Von der Zusammenarbeit der Eidg. Technischen Hochschule und den praktizierenden Photogrammetern erwarten Wissenschaft und Praxis in der Schweiz eine gemeinsame ersprießliche und fortschrittliche Entwicklungstätigkeit auf allen bisherigen Anwendungsgebieten der Photogrammetrie, jedoch auch eine vielseitige und umfangreiche Übertragung und Ausgestaltung ihrer Anwendungsmöglichkeiten auf Gebiete, die bisher unberührt geblieben sind.

In der Schweiz hat die Photogrammetrie innert kurzer Zeit ein günstiges und sicheres Anwendungsfeld, vornehmlich auf dem Gebiete der Landesvermessung, gefunden; ihre bisherigen Erfolge auf diesem Gebiete wurzeln in der nationalen überlieferten Eigenart und Auffassung ernsthafter Qualitätsarbeit auf allen Fachgebieten. Möge die Photogrammetrie in- und außerhalb der Schweiz in dieser Richtung weiterer Entwicklung entgegengehen zu Nutz und Frommen der Wissenschaft, Kultur und allgemeinen Volkswirtschaft.

### **The present state of the photo-surveying in Japan.**

By Director, Rikuti-Sokuryobu, E. I s h i i.

In Japanese Land Survey Department, the terrestrial-photo-surveying was commenced in 1923. Since then to 1929, it was practiced eight times to the mapping at Formosa where the mountains were very steep and the savages inhabited. The total area surveyed is about 5339 sq. km. As the examples of these survey, some maps at Mt. Niitakayma, the highest mountain in Japan, and at Taikai district were shown in the appendix. It is arranged that the terrestrial-photo-surveying will be utilized to the revision of maps of north Japan Alps in 1930, and also to the new topographic survey at the savage land of Formosa in the coming year.

On the other hand, the air-photo-surveying has been practiced since 1928 in the 1/10.000 revisional topographic survey at Tokyo and Oosaka, and also in the new survey at the suburb of these cities. The total area of which is about 578 sq. km. In this year we are also surveying the region burned by fire, which broken out soon after the so-called Kwanto great earthquake, in the cities of Tokyo and Yokohama. The maps of the western part of Tokyo, the one of which was made by method of air-photo-surveying in 1928—29 and the other one was made by the ordinary process before 1923, were shown in appendix.

## Le nivellement trigonométrique du milieu et son usage dans les travaux photogrammétriques avec application à la triangulation des forêts d'Adamov.

Par Al. Tichý, Ing. Dr., professeur de l'Institut agronomique et forestier de Brno, Tchecoslovaquie.

On trouve souvent dans la littérature topométrique des remarques, disant qu'il serait avantageux d'exécuter le nivellement trigonométrique d'après la méthode du milieu et de choisir des distances égales entre les stations et les points visés. De cette manière, on pourrait bien restreindre l'influence du coefficient de réfraction. On y suppose (sans mot dire), que le coefficient de réfraction a la même valeur dans toute la superficie mesurée.

Mais il est bien connu, que la grandeur et ainsi que le signe du coefficient de réfraction varient beaucoup avec le temps et les circonstances locales. On pourrait donc obtenir des discordances considérables dans les différences de niveau (entre les divers points), malgré des distances égales.

Par conséquent, la méthode du milieu ne restreint pas toujours l'influence du coefficient de réfraction, comme il paraît mais elle est assez précise et très économique, et c'est pourquoi, qu'elle pourrait être bien utilisée dans tous les travaux topométriques ou topographiques, qui servent aux levés photogrammétriques.

Qu'il me soit permis de référer comment j'ai employé ce procédé, à l'occasion des levés photogrammétriques des forêts d'Adamov, ferme-école forestière de l'Institut agronomique de Brno.

### a) Triangulation fondamentale.

#### 1. Opération sur le terrain.

La triangulation fondamentale des forêts d'Adamov couvre une surface de 100 km<sup>2</sup> environ, divisée en 10 parties, pour exécuter le nivellement trigonométrique (Fig. 1).

À l'intérieur de chaque section on a placé une station de l'instrument. Il n'a pas été possible de trouver des stations, telles que les distances aux points visés eussent la même longueur. La distance la plus longue fut de 10·2 km et la plus courte de 1·5 km.

Pour mesurer les angles verticaux on s'est servi d'un grand théodolite muni de microscopes à micromètres, provenant de l'établissement bien connu de Fennel à Cassel. Les microscopes verticaux ont donné un quatrième de la seconde sexagésimale. Le grossissement de la lunette était 33 et pouvait être agrandie jusqu'à 50.

Chaque angle vertical était observé 4-fois dans les deux positions de la lunette du 26 août au 18 octobre de l'année 1927.

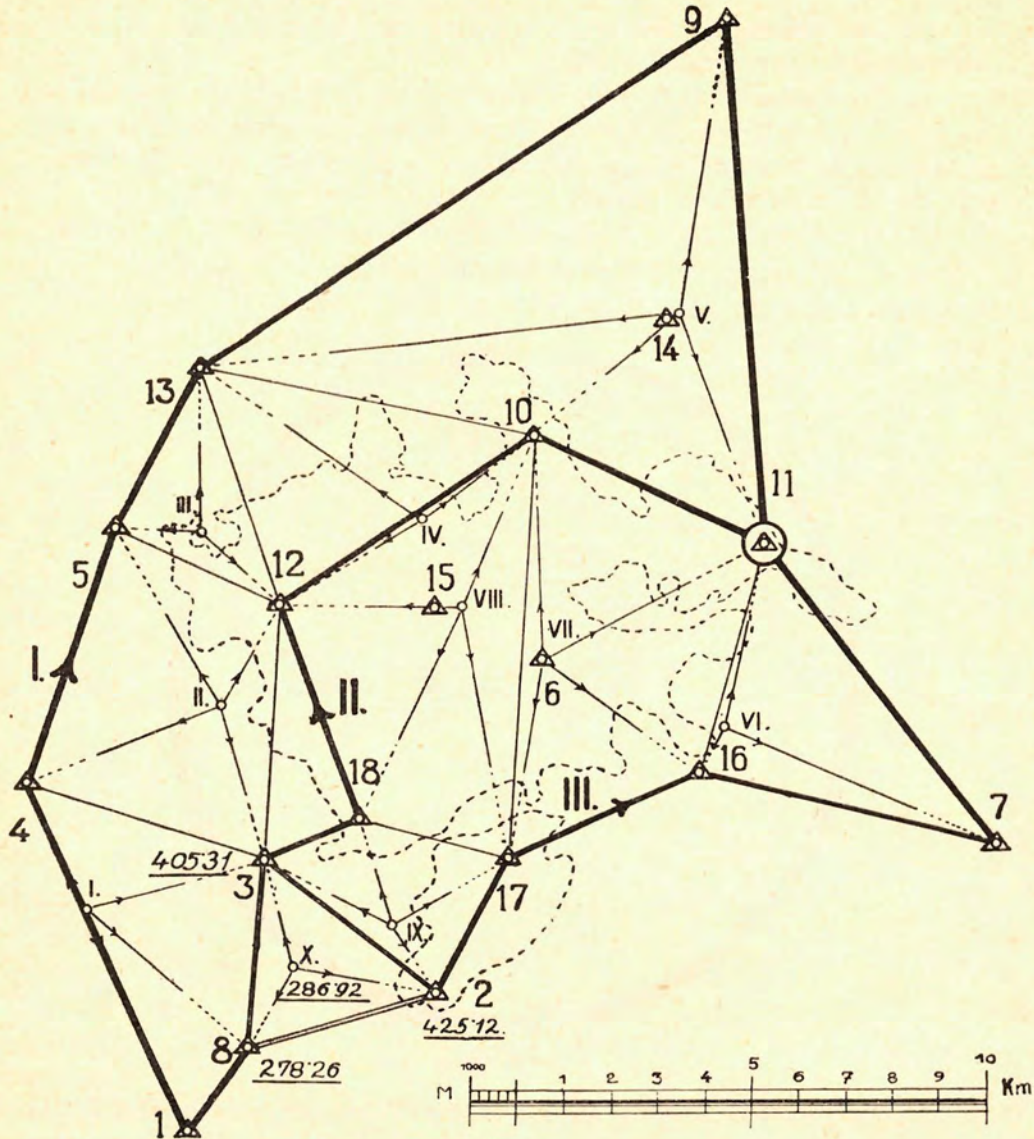


Fig. 1.

La précision des observations fut très acceptable, grâce au petit réticule (Fig. 2), que j'ai construit. Il a permis de pointer presque toujours sur le même point du signal.

Les plus grandes valeurs des erreurs moyennes quadratiques étaient:

pour un angle:  $m_{\max} = \pm 3.7''$ ,

pour la moyenne de 4 angles:  $\mu_{\max} = \pm 1.8''$ .

Les plus petites valeurs sont:

$m_{\min} = \pm 0.5''$

$\mu_{\min} = \pm 0.3''$ .

Les valeurs moyennes:

$m = \pm 1.8''$

$\mu = \pm 0.9''$ .

Après le mensuration des angles verticaux on a rattaché chaque station à tous les points du réseau, déjà relevés.

Dans la section N° X (Fig. 1), il était possible de déterminer les altitudes des points 2, 3 et 8 et de la station X par le nivellement géométrique, rattaché aux repères de la ville de Brno. Par suite on a pu calculer les coefficients de réfraction, dont les valeurs étaient :

Dans la direction  $D_{X, 8}$ ,  $k = -0.2639$  à  $9^{\text{h}} 58^{\text{min}}$ ;  
 dans la direction  $D_{X, 2}$ ,  $k = +0.2025$  à  $10^{\text{h}} 28^{\text{min}}$ ;  
 dans la direction  $D_{X, 3}$ ,  $k = +0.1501$  à  $11^{\text{h}} 37^{\text{min}}$ .

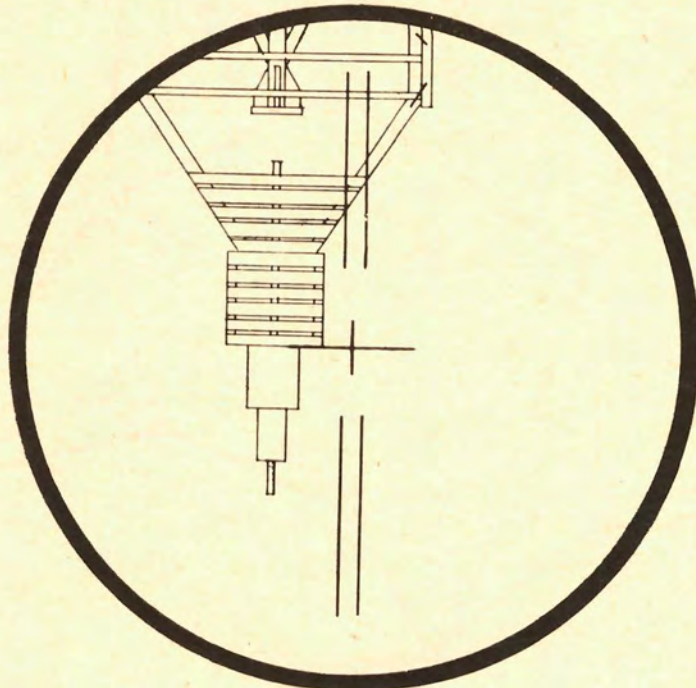


Fig. 2.

La visée dans la direction  $D_{X, 8}$  a traversé l'atmosphère de la ville. Toutes les deux valeurs positives ont bien caractérisé le coefficient de réfraction pendant le temps de mesurage.

## 2. Calcul des différences de niveau et des altitudes.

Conformément au but, le calcul des différences de niveau a été fondé sur la moyenne générale, en supposant le coefficient de réfraction de 0.15.

Pour compenser les altitudes calculées on a formé 3 cheminements avec un point nodal, c'est-à-dire, le nœud au point N° 11 (Fig. 1).

L'altitude compensée du point nodal est la moyenne générale des altitudes calculées de chaque polygone.

Les erreurs de fermeture au point nodal ont été réparties entre les diverses différences de niveau de chaque cheminement en raison directe des carrés des erreurs moyennes quadratiques.

Alors on n'a plus qu'à calculer les erreurs moyennes quadratiques et les poids des diverses différences de niveau.

Qu'il me soit permis d'ajouter encore les formules, servant au calcul:

Fig. 3. La hauteur du point visé au-dessus de l'horizon de l'instrument, par exemple pour le signal au point N° 1 est:

$$h_1 = D_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 - \frac{1-k}{2R} D_1^2.$$

La dénivelée du point N° 1 et de la station  $S$  est:

$$H_{1,s} = i \pm h_1 - S_1,$$

ou:

$$H_{1,s} = i \pm D_1 \operatorname{tg} \alpha_1 + \frac{1-k}{2R} D_1^2 - S_1$$

$$H_{2,s} = i \pm D_2 \operatorname{tg} \alpha_2 + \frac{1-k}{2R} D_2^2 - S_2 \quad \text{etc.}$$

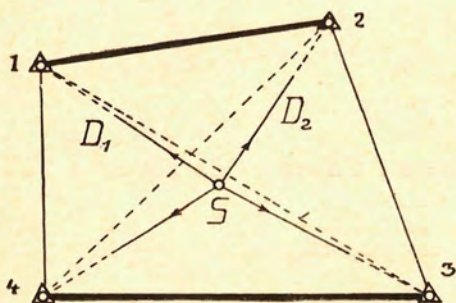


Fig. 3.

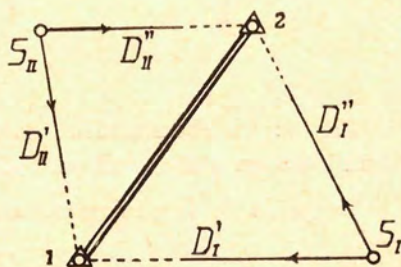


Fig. 4.

La dénivelée de deux points du réseau:

$$H_{2,1} = H_{2,s} - H_{1,s} \quad \text{etc.}$$

L'erreur moyenne quadratique d'une différence de niveau, par exemple de la différence  $H_{1,s}$ :

$m_1$  est proportionnelle à  $D_1$ , alors  $m_1^2$  à  $D_1^2$ .

Les poids  $p_1$  est proportionnel à  $\frac{C}{D_1^2}$ , où:  $C = 10, 100$  etc.

L'erreur moyenne quadratique de la dénivelée de deux points du réseau, par exemple de la dénivelée  $H_{2,1}$ :

$m_{2,1}$  est proportionnelle à  $(D_1^2 + D_2^2)$  et le poids  $p_{2,1}$  à  $\frac{C}{D_1^2 + D_2^2}$  etc.

Fig. 4. La même dénivelée de deux points du réseau a été déterminée par mesurage des angles verticaux en deux stations, par exemple au points  $S_I$  et  $S_{II}$ : Le poids de la dénivelée, déjà compensée, est

$$p_{2,1} \dots \frac{C}{D_1'^2 + D_1''^2} + \frac{C}{D_{II}'^2 + D_{II}''^2}.$$

Par suite l'erreur moyenne quadratique :

$$m_{2,1} \dots \frac{C}{p_{2,1}} \text{ etc.}$$

Fig. 5: Un cheminement, dont les diverses différences de niveau ont été déterminées d'un seul côté.  $B \dots$  le point nodal.  $S \dots$  les stations de l'instrument.  $D$  les longueurs des visées. Le poids de la dénivelée totale des points  $B, 1$ :

$$p_{B,1} \dots \frac{C}{[DD]}, \quad [DD]: \text{ la somme de } D \text{ carrés.}$$

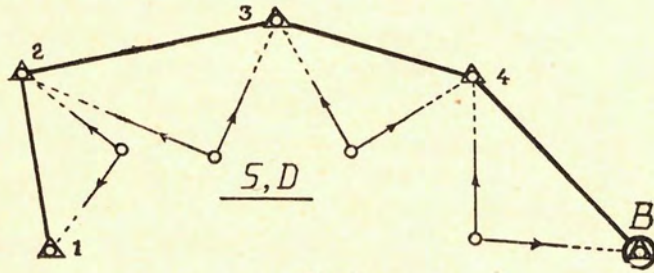


Fig. 5.

Fig. 6: Un cheminement, dont les diverses différences de niveau ont été déterminées en stations  $S_I$  et  $S_{II}$ .

Le poids de la dénivelée totale  $p_{B,1}$  est proportionnel à

$$\frac{C}{[D_I D_I]} + \frac{C}{[D_{II} D_{II}]}$$

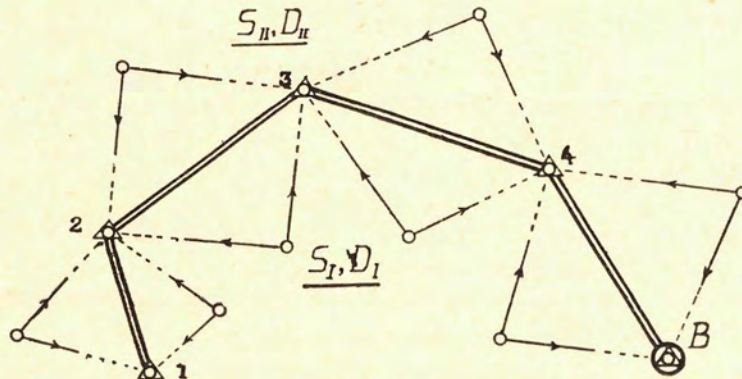


Fig. 6.

### 3. Résultats obtenus.

L'influence directe du coefficient de réfraction était tout spécialement évidente dans les cotés communs aux parties voisines du réseau (Fig. 1). Leurs dénivelées ont été doublement déterminées.



## Discordances entre les résultats.

Côté	Partie	Dénivelées calculées m	Discordances m	Remarque
4—3	I	41·07	0·10	} Un des coefficients de réfraction négatif.
	II	41·17		
5—12	II	36·85	0·19	
	III	37·04		
13—12	III	46·61	0·21	
	IV	46·40		
13—10	IV	55·23	0·15	
	V	55·08		
10—11	V	57·89	0·01	
	VII	57·90		
12—10	IV	8·83	0·04	
	VIII	8·79		
11—16	VI	96·10	0·11	
	VII	96·21		
10—17	VII	101·21	0·08	
	VIII	101·13		
18—17	VIII	23·56	0·16	
	IX	23·72		

Après la compensation des discordances précédentes, on a obtenu dans chaque section les erreurs de fermeture suivantes:

Partie	L'erreur de fermeture		Remarque
I	+	0·11	Max. $\pm$ 0·20 Min. — 0·02
II	—	0·20	
III	—	0·02	
IV	+	0·20	
V	+	0·10	
VI	—	0·03	
VII	—	0·13	
VIII	—	0·19	
IX	+	0·05	

Altitudes du point nodal (N° 11, Fig. 1):

N° I 575·29 m par le cheminement N° I  
 N° II 03 m » » » N° II  
 N° III 33 m » » » N° III.

La moyenne générale était donc: 575·16  $\pm$  0·054 m.

Par conséquence, les erreurs de fermeture ont donné les valeurs suivantes :  
 Dans le cheminement N° I (longueur totale de 40·3 km environ) — 0·13 m,  
 » » » N° II » » » 19·5 km » + 0·13 m,  
 » » » N° III » » » 22·7 km » — 0·17 m.

Après la compensation de ces erreurs on a calculé pour le contrôle les altitudes des stations. On a trouvé, que l'accord des résultats n'a pas dépassé les limites de 10 cm, exceptionnellement de 20 cm.

#### 4. Amélioration des résultats précédents.

Le 1<sup>er</sup> Calcul fini, on a déterminé les coefficients de réfraction des visées pour chaque station. En choisissant les valeurs convenables et arrondies, on a refait les calculs. Les valeurs des altitudes des points du réseau ont différé un peu, mais la concordance était généralement meilleure. Le table suivante contient les altitudes des points dans tous les deux cas :

N° du point	Les altitudes en m		Discordance en m		Remarque
	du 1 <sup>er</sup>	du 2 <sup>e</sup>			
	calcul				
1	313·37	—	.	—	
2	425·12	—	.	—	Donnée
3	405·31	—	.	—	Donnée
4	446·50	446·43	—	0·07	
5	562·87	562·84	—	0·03	
6	503·23	503·31	+	0·08	
7	535·56	535·52	—	0·04	
8	278·26	—	.	—	Donnée
9	614·34	614·29	—	0·05	
10	517·23	517·31	+	0·08	
11	575·16	575·20	+	0·04	Point nodal
12	526·03	526·12	+	0·09	
13	572·43	572·40	—	0·03	
14	534·91	535·00	+	0·09	
15	511·52	511·66	+	0·14	
16	479·07	479·09	+	0·02	
17	416·09	416·09	.	0·00	
18	392·49	392·61	+	0·12	

La discordance des altitudes des stations n'a pas dépassé les limites de 10 cm.

Il est intéressant enfin de comparer les erreurs moyennes quadratiques des altitudes des stations après la 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> compensation.

N° de la station	Les erreurs moyennes après la		Remarque
	1ère	2ème	
	compensation en cm		
I	5·6	1·4	} Un des coefficients de réfraction négatif
II	0·5	3·4	
III	6·5	2·6	
IV	1·1	1·0	
V	2·1	1·3	
VI	2·4	1·4	
VII	1·4	0·7	
VIII	1·2	1·6	
IX	2·6	2·5	
Moyenne	2·6	1·8	

En considérant les résultats, nous pouvons dire, que le 1<sup>er</sup> calcul avec le coefficient de 0·15 fournit une précision bien suffisante aux levés photogrammétriques en général. Le second calcul se distingue encore par la précision meilleure.

#### b) Les triangulations en détail.

Après les expériences précédentes nous avons utilisé ce nivellement trigonométrique du milieu dans toutes les triangulations en détail.

Les angles verticaux y étaient observés 2-fois avec un théodolite répétiteur de l'établissement F. W. Breithaupt à Cassel, donnant sur cercle horizontal et vertical 10<sup>sec</sup> sexagésimales à deux verniers diamétraux.

Le coefficient de réfraction fut aussi choisi de 0·15. La concordance des altitudes calculées était généralement bien favorable et ne dépassait pas les limites de 1 à 3 cm. Pour compenser les discordances il était suffisant d'employer la moyenne arithmétique.

Les altitudes, déterminées d'après ce mode, ont bien suffi tous la précision de l'appareil de restitution. J'ai fait avec succès un essai sur l'aérocartographe de M. Hegershoff, Professeur à Dresde, à la société »Aérotopographe«.

#### c) L'économie du nivellement trigonométrique du milieu.

D'après la méthode usuelle de mesurer des angles verticaux dans chaque côté du réseau trigonométrique, il aurait été nécessaire d'observer dans la triangulation fondamentale d'Adamov une somme totale de 109 angles verticaux ; d'après le mode du milieu seulement quelques 37, c'est-à-dire un tiers. La marche des opérations sur le terrain se pousse très vite. De même le calcul à l'aide des formulaires et des tables fut très vite et très facile.

## Verfahren zur Auswertung von stereophotogrammetrischen Aufnahmen mit parallelverschwenkten wagrechten Hauptachsen („Verfahren der variablen Basis“).

Von Dr. H. Dock.

Weil für gewisse Aufgaben der Geländevermessung mittels terrestrischer Stereophotogrammetrie die punktweise Auswertung parallelverschwenkter Aufnahmen mit wagrechten Hauptachsen (hauptsächlich auch aus ökonomischen Gründen) in Betracht kommt, habe ich mir den Ausbau eines möglichst einfachen Verfahrens angelegen sein lassen, welches unter anderem auch die rationelle Konstruktion von Schichtenkurven in ihrem ganzen Verlaufe ermöglicht. Die Anregung hiezu verdanke ich dem Umstande, daß Herr Dr. W o d e r a (Wien) in den letzten Jahren größere stereophotogrammetrische Vermessungen für forstwirtschaftliche Zwecke durchgeführt hat und hiebei das Bedürfnis nach einer einfachen und ökonomischen Methode unmittelbar gegeben war.

Das im folgenden dargelegte Verfahren der „variablen Basis“ hat sich im Zuge der obgenannten Arbeiten praktisch bewährt.

Wie mir Herr Hofrat Professor Dr. D o l e ž a l nachträglich mitteilte, hat er bereits vor längerer Zeit in seinen Vorlesungen über „Photogrammetrie“ auf vorteilhafte Möglichkeiten in der durch das vorliegende Verfahren eingeschlagenen Richtung hingewiesen.

### Allgemeines.

Die Abstandsgleichung kann in folgender Weise dargestellt werden:

Für parallele Rechtsverschwenkung (*R. V.*)

$$E = \frac{f}{a} \cdot B \cdot \left[ \cos \beta + \frac{a \pm x_1}{f} \cdot \sin \beta \right].$$

Für parallele Linksverschwenkung (*L. V.*)

$$E = \frac{f}{a} \cdot B \cdot \left[ \cos \beta - \frac{a \pm x_1}{f} \cdot \sin \beta \right].$$

Die oberen Vorzeichen gelten für Punkte links, die unteren für Punkte rechts vom linken Hauptstrahle\*).

Die konstruktive Durchführung dieses Verfahrens beruht — bei Einführung der Vergrößerungsfaktoren: *m* und *n* — auf folgenden Proportionen:

$$R. V. \dots \dots n \cdot f : E = m \cdot n \cdot a : m \cdot B \cdot \left[ \cos \beta + \frac{a \pm x_1}{f} \sin \beta \right]$$

$$L. V. \dots \dots n \cdot f : E = m \cdot n \cdot a : m \cdot B \cdot \left[ \cos \beta - \frac{a \pm x_1}{f} \sin \beta \right].$$

\*) Es bedeuten: *E* den Normalabstand, *f* die Kammerbrennweite, *B* die Basis,  $\pm \beta$  den Verschwenkungswinkel, *a* die Parallaxe, *x*<sub>1</sub> die linke Bildpunktabszisse.

Während man es beim Normalfalle mit einer konstanten Basis zu tun hat, ist hier die Basis eine Funktion von:  $a \pm x_1$ . Die Glieder:

$$R. V. . . . . \left[ \cos \beta + \frac{a \pm x_1}{f} \sin \beta \right]$$

$$L. V. . . . . \left[ \cos \beta - \frac{a \pm x_1}{f} \sin \beta \right]$$

gehen für:  $\pm \beta = \pm 30^\circ$  über in:

$$R. V. . . . . \frac{1}{2} \left[ \sqrt{3} + \frac{a \pm x_1}{f} \right]$$

$$L. V. . . . . \frac{1}{2} \left[ \sqrt{3} - \frac{a \pm x_1}{f} \right]$$

und werden für die verwendete Kammerbrennweite  $f$  und für entsprechende Abstufungen des Wertes:  $(a \pm x_1)$  z. Bsp. von 2 mm zu 2 mm vorausberechnet. Hierbei kommt nur ein gewisser Spielraum in Betracht, und zwar:

$$\left. \begin{array}{l} a_{\max} = 40 \text{ mm}; \quad x_{\max} = + 60 \text{ mm} \\ \quad \quad \quad \quad \quad x_{\min} = - 60 \text{ mm} \end{array} \right\} \text{ für das Format: } 9 \times 12 \text{ cm.}$$

$$\left. \begin{array}{l} x_{\max} = + 90 \text{ mm} \\ x_{\min} = - 90 \text{ mm} \end{array} \right\} \text{ für das Format: } 13 \times 18 \text{ cm.}$$

Da die Vergrößerungszahl:  $m$  des Basisausdruckes meistens = 10 gewählt werden kann, so empfiehlt es sich, ein für allemal die Werte:

$$R. V. . . . . 10 \cdot \left[ \cos \beta + \frac{a \pm x_1}{f} \sin \beta \right]$$

$$L. V. . . . . 10 \cdot \left[ \cos \beta - \frac{a \pm x_1}{f} \sin \beta \right]$$

zu berechnen und tabellarisch festzulegen. Sie gelten für alle Plattenpaare der vorgegebenen Brennweite.

Um zu den Werten der 10fachen „variablen Basis“ zu gelangen, ist es bloß nötig, diese Tabellenwerte mit der einem bestimmten Plattenpaare zukommenden Basis:  $B$  zu multiplizieren. Für jedes Plattenpaar ergeben sich also die Werte:

$$R. V. . . . . 10 \cdot B \cdot \left[ \cos \beta + \frac{a \pm x_1}{f} \sin \beta \right]$$

$$L. V. . . . . 10 \cdot B \cdot \left[ \cos \beta - \frac{a \pm x_1}{f} \sin \beta \right],$$

welche tabellarisch festgelegt und zur Konstruktion des „Basismaßstabes“ verwendet werden.

### Vorbereitung des Zeichenbrettes.

Das Zeichenbrett wird in gleicher Weise hergerichtet, wie dies bei der Auswertung von Normalfallaufnahmen zu geschehen hat [4].

Auf der Hauptachse wird die Brennweite  $n$ -mal aufgetragen. Im Abstände der  $n$ -fachen Brennweite vom Stationspunkte (linke Station) wird auf einer

Normalen eine  $n$ -Millimeter-Teilung konstruiert und — der durchlaufenden Bezifferung der Abszissen- (und Ordinaten-) Teilung entsprechend — mit den zugehörigen Zahlenangaben versehen.

Für die Parallaxenteilung kommt ein Ast der Teilung (z. Bsp. unterhalb der Hauptachse) in Betracht, der — dem Vergrößerungsfaktor:  $m \cdot n$  entsprechend — gesondert beziffert wird.

Diese Teilungen und Bezifferungen werden auf dem Zeichenpapiere, mit dem das Brett bespannt ist, für dauernden Gebrauch mit Tusche ausgezogen.

Für die Auswertung je eines Plattenpaares wird auf das so hergerichtete Zeichenbrett ein Oleatenblatt geheftet, auf dem sich der Stationspunkt (linke Station) und die in das Bildfeld der Stereoaufnahme fallenden (kotierten) Festpunkte befinden.

Am „oberen“ Rande des Brettes wird eine Führungsschiene, entlang welcher ein Schiebelineal verschoben werden kann, in passender Lage festgeschraubt.

Das Schwenklineal wird so befestigt, daß der Drehpol mit dem (linken) Stationspunkte genau übereinstimmt.

Das Schiebelineal wird mit zwei Teilungen versehen: der **Basisteilung** (rechte Kante) und der **Höhenteilung** (linke Kante).

Bei einer bestimmten Verwendungsart dieses Verfahrens kann die Höhentheilung entfallen, worauf später zurückgekommen wird.

Die Basisteilung (für ein bestimmtes Plattenpaar) wird samt ihrer Bezifferung auf einen Papierstreifen aufgetragen. Von einer auf dem Papierstreifen angenommenen **Nullmarke** ausgehend, trägt man die vorausberechneten Werte der „variablen Basis“ auf und beziffert die Teilstriche in passenden Intervallen nach:  $(a \pm x_1)$ .

Da beim Einpassen der Stereoaufnahme in das System der gegebenen Festpunkte allenfalls mit einer geringfügigen „Basiskorrektur“ gerechnet werden muß, empfiehlt es sich, diesen Papierstreifen mit der Basisteilung erst nach der Korrektur an der (rechten) Kante des Schiebelineals so festzukleben, daß die **Nullmarke** in die Hauptachse zu liegen kommt.

Die Höhentheilung kann eine für ständigen Gebrauch in die Schiene eingeritzte Teilung (mm-Teilung) sein. Entlang dieser Höhentheilung wird ein schmaler Papierstreifen festgeklebt, auf dem die Höhenbezifferung anzuschreiben ist. Einrichtung und Gebrauch der Höhenskala sind bekannt.

Die Vorbereitung des Zeichenbrettes unterscheidet sich also von einer solchen für den Normalfall lediglich dadurch, daß auf dem Schiebelineal überdies noch die Basisteilung (Papierstreifen) befestigt wird.

#### Arbeit am Stereokomparator.

Nach Justierung des Stereokomparators wird die Meßmarke auf die Neupunkte im virtuellen Raumbilde geführt. Die zugeordneten Ablesungen:  $a$ ,  $x_1$  und  $y_1$  können in einem Protokolle notiert werden, welches eine Rubrik für:  $a \pm x_1$  enthält.

**Auswertungsprotokoll.**

Station: 47 Gamskar		Basis: 312·42 m Horizonthöhe ü. M.: 1247·50 m		$f = 125·831$ mm		Nullpunkt der durchlaufenden Bezifferung an der Teilung für: $x_1 = 50$ mm; $y_1 = 45$ mm	
				$\pm \beta = +30^\circ$ R. V.			
Punkt:	$a$	$x_1$	$a \pm x_1$	$y_1$	$K_H$	$H_{ü.M.}$	Anmerkung
116	12·635	34·20	+ 28·435	51·70			
117	12·710	57·40	+ 5·31	46·35			

Die Bildung des Wertes ( $a \pm x_1$ ) erfolgt mit Rücksicht auf die durchlaufende Bezifferung so, daß die Parallaxe:  $a$  um 50 (Nullpunkt der  $x_1$ -Teilung) vermehrt und hievon die Abszisse:  $x_1$  abgezogen wird;

z. B.:  $a \pm x_1 = 12·635 + 50 - 34·20 = + 28·435$ .

Die Bildung des Wertes  $a \pm x_1$  ist die einzige Mehrarbeit gegenüber der Arbeit bei Auswertung eines Normalfallplattenpaares im Stereokomparator.

$K_H$  ist die Höhenkorrektur, die aus Erdkrümmung und Refraktion anfällt. Die Höhenzahl  $H_{ü.M.}$  wird dem Neupunkte als Kote beige geschrieben.

**Arbeit am Zeichenbrett.**

Die Arbeit am Zeichenbrett besteht

1. in der Konstruktion des Parallaxenhalbstrahles. Zu diesem Zwecke wird das Schwenklineal auf den Wert:  $m.n.a$  eingestellt und entlang der Zeichenkante des Schwenklineals eine Gerade gezogen.

Sodann wird

2. das Schiebelineal entlang der Führungsschiene soweit verschoben, bis der dem Werte:  $a \pm x_1$  entsprechende Teilstrich (oder ein geschätzter Zwischenstrich) der Basisteilung an den Parallaxenhalbstrahl stößt. Dann ist die Proportion:

$$R. V. \dots n.f : E = m.n.a : m.B \left[ \cos \beta + \frac{a \pm x_1}{f} \sin \beta \right] \text{ oder:}$$

$$L. V. \dots n.f : E = m.n.a : m.P \left[ \cos \beta - \frac{a \pm x_1}{f} \sin \beta \right]$$

erfüllt.

In dieser Lage hat die (rechte) Kante des Schiebelineals den Normalabstand:  $E$  vom Stationspunkte. Es muß daher

3. entlang dieser Kante eine Gerade (Normale zur Hauptachse) gezogen werden.

Sodann wird

4. das Schwenklineal auf den Wert:  $n.x_1$  gestellt und der „Richtungshalbstrahl“ gezogen, der die Normale im Neupunkte:  $P$  schneidet.

Die Konstruktion eines Neupunktes (Lage) erfolgt also ebenso einfach wie beim Normalfalle. Außerdem entfällt die beim Normalfalle nötige Basisgerade.

Besonders einfach gestaltet sich die Arbeit, wenn man sich in der Weise eine Beschränkung auferlegt, daß man Punkteserien kartiert, die jeweils der gleichen Parallaxe angehören und daher auf Kurven gleicher Parallaxe (Parabeln) liegen. Daraus ergibt sich der Vorteil, daß für je eine Punktserie gleicher Parallaxe nur ein Parallaxenhalbstrahl gezogen wird und die Arbeit lediglich in einer Verschiebung des Schiebelineals besteht.

Das Aufsuchen von Punkten gleicher Parallaxe wird sich begrifflicherweise weniger zur Kartierung des Situationsdetails als besonders zur Konstruktion eines Schichtenplanes eignen.

Zwecks Ermittlung der Höhe eines Neupunktes wird

5. das Schiebelineal soweit verschoben, daß die (linke) Kante, welche die Höhentheilung trägt, durch den Neupunkt geht.

Sodann wird

6. das Schwenklineal auf den Wert:  $n \cdot y_1$  (oder  $q \cdot n \cdot y_1$ ) eingestellt und

7. die Höhe an der Höhentheilung des Schiebelineals abgelesen.

Nötigenfalls wird wegen Erdkrümmung und Refraktion

8. die Korrektur  $K_H$  in Rechnung gestellt und die so gefundene

9. Höhe dem Neupunkte als Höhenzahl beigelegt.

Der Erfolg dieses Arbeitsvorganges ist ein kotierter Lageplan, aus dem durch Interpolation ein Schichtenplan entwickelt werden muß.

Auf etwas einfacherem Wege ist also dasselbe Ziel erreicht wie beim Verfahren von Pulfrich [1] und bei dem von Lüscher [2].

Die Erfahrung hat es jedoch — ebenso wie beim Normalfalle — wünschenswert erscheinen lassen, ein Verfahren auszubilden, das auch bei parallel verschwenkten Aufnahmen die Möglichkeit bietet, Schichtenkurve für Schichtenkurve durch den ganzen auswertbaren Bildraum (bei Wahrung möglicher Arbeitsökonomie und zweckdienlicher Genauigkeit) zu verfolgen.

Dieses Ziel wird durch eine besondere Verwendungsart des vorliegenden Verfahrens, nämlich durch die

#### Methode der variablen Basis mit Parallaxenraster und Ordinatenkala

erreicht.

#### Vorbereitung des Zeichenbrettes.

Auf das Zeichenbrett, welches mit Abszissentheilung (V) und Parallaxenteilung (VI) versehen ist, wird zunächst ein mit einem „Distanzraster“ (Distanzskala III) und der „Reziprokenskala“ (I) ausgestattetes Oleatenblatt so aufgelegt, daß die Rastergeraden normal zur Hauptachse und die erste Rastergerade in einem bestimmten Normalabstande (z. B.:  $E = 500$  m) vom (linken) Stationspunkte liegt. Zu diesem Zwecke sind Stationspunkt und Hauptachse auf dem Oleatenblatte ein für allemal bezeichnet.

Der „Distanzraster“ ist ein einfacher Parallelraster, der lediglich den Zweck hat, bei späterer Gelegenheit den „Normalabstand“ eines Punktes im Auswertungsbereiche an den oberen Rand des Konstruktionsbrettes zu „über-



tragen“. Da diese „Übertragung“ lediglich den Zweck verfolgt, die einem bestimmten Normalabstande zugeordnete Ordinate an dem Ordinatenmaßstabe (II) zu ermitteln, genügt es im allgemeinen, wenn die Rastergeraden einen Abstand von 10 mm (oder 5 mm) voneinander haben. In Verbindung mit diesem Distanzraster ist eine Distanzskala (III), welche eine rasche Ermittlung des Normalabstandes jedes beliebigen Punktes ermöglicht, wobei die Reststücke unter 10 mm (oder 5 mm) mittels Handmaßstabes gemessen werden können.

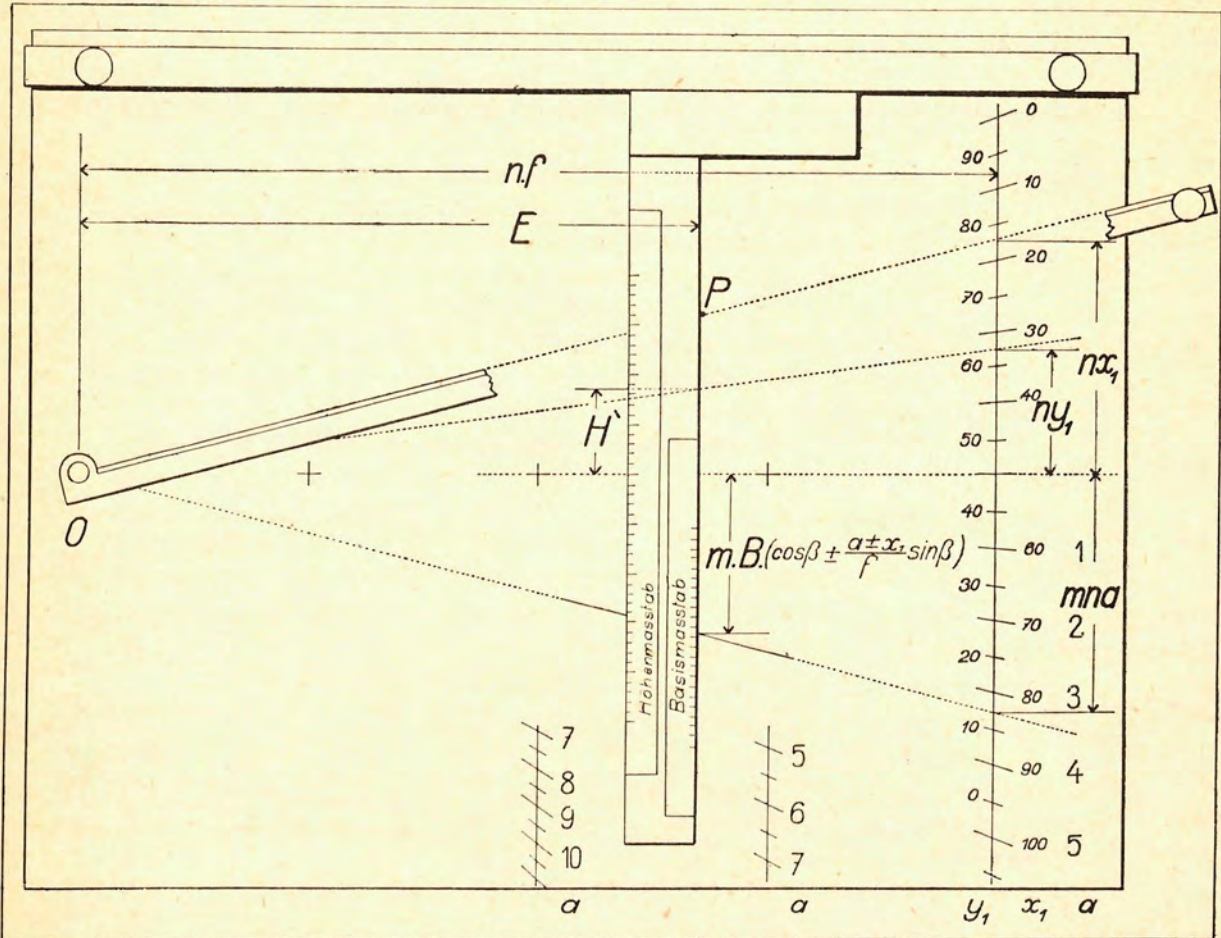


Fig. 1.

In der Nähe des „oberen“ Randes des Zeichenbrettes endigen die Rasterlinien entlang einer Geraden, die zur Hauptachse parallel liegt. Entlang dieser Geraden ist die „Reziprozenskala“ aufgetragen.

Die „Reziprozenskala“ (I) hat folgende Bedeutung:

Die Ordinate (des linken Bildes) ergibt sich aus:

$$y_1 = \frac{H' \cdot f}{E}$$

In dieser Form würde die Ermittlung von  $y_1$  einen etwas anderen Gebrauchsvorgang des Rechenschiebers [5] erheischen, als er sonst beim Normalfalle [4] zweckdienlich ist. Es wäre nämlich eine fortgesetzte Umstellung des Rechenschiebers notwendig, wenn man von einer Parallaxe auf eine andere übergeht.

Damit derselbe Gebrauchsvorgang am Rechenschieber (wie beim Normalfalle) eingehalten werden kann, wird:  $y_1 = \frac{H' \cdot f}{E}$  auf die Form:  $y_1 = \frac{H' \cdot \frac{100.000}{E}}{\frac{100.000}{f}}$  gebracht.

Für ein und dieselbe Schichtenkurve bleiben also:  $H'$  und  $\frac{100.000}{f}$  konstant. Variabel ist:  $\frac{100.000}{E}$ , welcher Wert hier ähnliche Bedeutung hat wie die Parallaxe:  $a$  beim Normalfalle.

Die Grundlage für die Anlage der „Reziprokenskala“ bildet also die tabellarische Zusammenstellung der Werte:

$$E = \frac{10.000}{Z}$$

wobei  $Z$  in passenden Abstufungen zu wählen ist.

Das Oleatenblatt trägt also den Distanzraster mit der Distanzskala (III) und die Reziprokenskala (I).

Es wird für dauernden Gebrauch in Tusche ausgezogen und gilt in gleicher Weise für  $L. V.$  und  $R. V.$

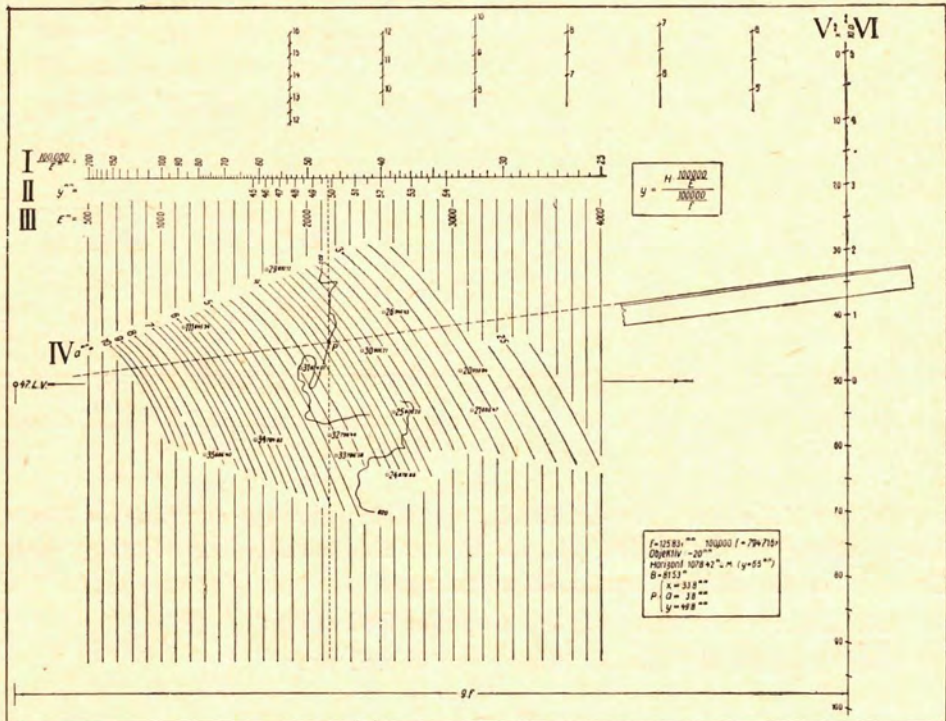


Fig. 2.

Ist das Zeichenbrett vorwiegend oder ausschließlich zur Auswertung parallel verschwenkter Aufnahmen bestimmt, so ist es vorteilhaft, Distanzraster und Reziprokenskala direkt auf dem Zeichenbrette zu konstruieren.

Weiter ist das Konstruktionsblatt (Auswertungssoleate) auf das Zeichenbrett, welches in der angedeuteten Weise vorbereitet worden ist, aufzulegen. Auf dieser Auswertungssoleate sind die linke Station und alle in den auswertbaren Bildraum fallenden Festpunkte verzeichnet.

- a) Dieses Oleatenblatt wird auf die Festpunkte nach den im Stereokomparator ermittelten „Richtungen“ ( $x_1$ -Werte) genau eingeschwenkt und in dieser endgültigen Lage befestigt.

Anschließend hat sogleich die Prüfung der Aufnahme und ihre etwa nötige Korrektur in bezug auf die gegebenen Festpunkte nach Lage und Höhe zu erfolgen.

Für jeden in Betracht kommenden Festpunkt sind im Beobachtungsprotokolle die nötigen Angaben enthalten. Dieses Protokoll wird zweckmäßigerweise für jedes Plattenpaar gesondert in Form eines Laufzettels angelegt, wie nachstehendes Muster zeigt:

Vorderseite:

Aufnahme: <i>Nr. 47.</i>	Aufnahmefall: <i>R. V.</i>
Name der Station: <i>Gamskar.</i>	
Horizonthöhe der linken Station: <i>1247.50 m ü. M.</i>	
Objektivstellung: $\pm 0 \text{ mm.}$	
Basislänge: <i>312.42 m.</i>	

Rückseite:

Name	Pkt.	a	x <sub>1</sub>	y <sub>1</sub>	Höhe (Natur)	Höhe (Komparator)	△ H	Korr. y <sub>1</sub>	Anmerkung

Die Prüfung der Lage der Festpunkte geschieht folgendermaßen:

Man zieht durch alle in Betracht kommenden Festpunkte die Normalen und (auf Grund der im Komparator gemessenen Parallaxen) die Parallaxenhalbstrahlen, wodurch für jeden Festpunkt ein Schnittpunkt dieser beiden Geraden entsteht.

Der Normalabstand jedes Schnittpunktes vom Hauptstrahle ist:

$$m \cdot B \cdot \left[ \cos \beta \pm \frac{a \pm x_1}{f} \sin \beta \right].$$

Der Basismaßstab, welcher auf einem Papierstreifen aufgetragen worden ist, zeigt diese Werte in Form einer Skala, die nach:  $(a \pm x_1)$  beziffert ist.

Wäre das Plattenpaar fehlerfrei, so müßte auf Grund der Komparatorablesungen:  $a$  und  $x_1$  der genannte Abstand genau stimmen.

Tritt eine im Konstruktionsmaßstabe wahrnehmbare Abweichung auf, welche für jeden Festpunkt eine geringfügige Parallaxenänderung beinhaltet, so muß daraus eine Parallaxenkorrektur für das in Behandlung stehende Plattenpaar abgeleitet werden. Zu diesem Behufe werden auf Grund der genannten Abstände (variablen Basen) für alle Festpunkte die Sollparallaxen (graphisch) zurückbestimmt. Diese Sollparallaxen werden mit den Komparatorparallaxen verglichen, wodurch sich für alle Festpunkte je ein Wert:  $\Delta a$  ergibt.

Aus diesen nun vorliegenden Parallaxendifferenzen wird eine mittlere Parallaxenkorrektur errechnet.

An Stelle der angedeuteten Parallaxenkorrektur kann eine Korrektur der „variablen Basis“ treten. Würde man nämlich den Basismaßstab unter Berücksichtigung von  $a$  und  $x_1$  für jeden Festpunkt in den früher genannten Normalabschnitt einpassen, so würde die Ursprungsmarke des Basismaßstabes für jeden Festpunkt eine (um einen kleinen Betrag) abweichende Lage fordern.

Zwecks Basiskorrektur wird die mittlere Lage der Ursprungsmarke des Basismaßstabes angezeichnet und der Befestigung des Basismaßstabes auf dem Schiebelineal so zugrunde gelegt, daß diese Marke in die Hauptachse zu liegen kommt. Für diesen Vorgang ist ein möglichst großer Vergrößerungsfaktor:  $m$  (z. B.:  $m = 10$ ) besonders vorteilhaft.

Die Prüfung der Festpunkte in bezug auf die Höhe hat zweckmäßigerweise rechnerisch zu erfolgen, indem

$$H' = \frac{E \cdot y_1}{f}$$

berechnet wird, wobei  $H'$  den Höhenunterschied (zwischen dem Horizonte der linken Station und dem Zielpunkte) und  $y_1$  die linke Bildpunktordinate (unter Berücksichtigung der durchlaufenden Bezifferung des Ordinatenmaßstabes und unter Anrechnung der Horizontlage auf dem linken Bilde) bedeuten.

Der Normalabstand (Distanz)  $E$  wird an der Distanzskala (III) abgelesen.

Die aus den Komparatordaten abgeleiteten Höhen der Festpunkte werden gegen die (als fehlerfrei zu betrachtenden) Höhenzahlen Differenzen:  $\Delta H$  aufweisen, welche zum Teile aus einer unbeabsichtigten Kippung der (linken) Kammerhauptachse zu erklären sind.

Die Behebung dieser Widersprüche kann durch eine Horizontkorrektur in der Weise erfolgen, daß man vorerst nach:

$$y_1 = \frac{H' \cdot f}{E}$$

aus den wahren Höhen der Festpunkte die korrigierten  $y_1$ -Werte rechnet, die Meßmarke im Stereokomparator neuerlich genau auf die Festpunkte stellt und sodann den (verschiebbaren) Nonius des Ordinatenmaßstabes soweit verschiebt, daß die korrigierte Ordinate  $y_1$  zur Ablesung gelangt.

Da nicht alle Festpunkte in gleicher Weise scharf einstellbar sind, ist auch hier ein (den Sichtverhältnissen und den in die Rauntiefe gestaffelten Distanzen entsprechender) Mittelwert zu wählen.

Damit ist sodann die Prüfung und Abstimmung auf die gegebenen Festpunkte vollzogen und es kann die Vorbereitung des Konstruktionsblattes für die Auswertungsarbeiten fortgesetzt werden.

Mittels des Schwenklineals werden

- b) nun die Richtungshalbstrahlen für  $x_1$ -Intervalle von z. B. 10 mm und
- c) für je eine bestimmte Parallaxe:  $a$  ein Parallaxenhalbstrahl gezogen.
- d) Durch Bildung der Werte:  $a \pm x_1$  für die vorliegende Parallaxe:  $a$  und die sub b) gewählten  $x_1$ -Werte werden jene Ablesungen bereitgestellt, welche für die Einstellung des Schiebelineals maßgebend sind. Das
- e) Schiebelineal hat nämlich jeweils soweit verschoben zu werden bis der dem Werte:  $a \pm x_1$  entsprechende Teilstrich des „Basismaßstabes“ mit dem „Parallaxenhalbstrahl“ übereinstimmt.
- f) In dieser jeweiligen Stellung des Schiebelineals hat der Schnitt mit dem zugehörigen Richtungshalbstrahle zu erfolgen. Dadurch entstehen der Reihe nach Punkte der Parabel, die der vorliegenden Parallaxe:  $a$  entspricht.
- g) Diese Punkteschar liefert in ihrer Gesamtheit die Kurve gleicher Parallaxe (Parabel). Die Verbindung erfolgt mittels eines biegsamen Kurvenlineals (aus Gummi).
- h) Dieser Vorgang ist für alle in Betracht kommenden Parallaxen zu wiederholen bis der das ganze auswertbare Bildfeld bedeckende Parallaxenraster (IV), welcher nach den Parallaxenwerten:  $a$  übersichtlich zu beziffern ist, vorliegt. Selbstverständlich kann ein Parallaxenraster auch mittels anderer Verfahren [1][2][3] hergestellt werden.

Die Parallaxen sind in zweckmäßigen (dem geforderten Genauigkeitsgrade entsprechenden) Abstufungen zu wählen. Zwischenparallaxen können mit genügender Sicherheit interpoliert werden.

#### Rekonstruktion des Lageplanes.

Nach diesen Vorbereitungen ist die Kartierung der „Situation“ außerordentlich einfach und rasch durchführbar. Es wird bloß das Schwenklineal auf den  $x_1$ -Wert gestellt und der (hiedurch gegebene) Richtungshalbstrahl mit

der entsprechenden Parallaxenparabel zum Schnitte gebracht. Falls (vereinzelte) Kotierung von Situationspunkten gewünscht wird, stehen die  $y_1$ -Teilung und der Höhenmaßstab zur Verfügung. Die Kotierung besonders wichtiger Einzelpunkte kann allenfalls rechnerisch erfolgen.

Es empfiehlt sich, vorerst die gesamte auswertbare „Situation“ zu kartieren und dann erst zur Konstruktion des Schichtenplanes überzugehen.

### Rekonstruktion des Schichtenplanes.

Die Rekonstruktion des Schichtenplanes erfolgt nach unserem Verfahren grundsätzlich in der Weise, daß Schichtenkurve für Schichtenkurve durch den ganzen auswertbaren Bildraum verfolgt wird. Die Gründe, welche hierfür maßgebend sind, wurden an anderer Stelle [4] (Auswertung von Normalfallaufnahmen), bereits angedeutet.

Um eine Schichtenkurve durch den Bildraum verfolgen zu können, muß die Ordinatenkala (II) angelegt werden.

Die Ordinatenkala gilt stets nur für eine bestimmte Schichtenkurve, muß also für jede zur Bearbeitung gelangende Schichtenkurve neu konstruiert werden.

Zu diesem Behufe ist der Kreisrechenschieber [5] folgendermaßen in Gebrauch zu nehmen:

- a) Handschriftliche Bezifferung des Kreisrechenschiebers mit Rücksicht auf die Stellung des Objektivs und den Ursprung der durchlaufenden Bezifferung des Ordinatenmaßstabes am Stereokomparator (bleibt für ein Plattenpaar unverändert);
- b) Einstellung des Läufers auf den Wert:  $\frac{100.000}{f}$  an der äußeren Teilung des Rechenschiebers und Festhalten des Läufers;
- c) Drehung der Scheibe des Rechenschiebers bis der Wert:  $H'$  (Höhendifferenz zwischen Horizont der linken Station und Schichtenkurve) sich mit dem Striche des Läufers deckt;
- d) Freigabe des Läufers und Verschieben desselben, so daß sein Strich der Reihe nach an der inneren Teilung des Rechenschiebers die ganzen (oder halben oder zehntel) Millimeterwerte ( $y_1$ ) abgeht. An der äußeren Teilung ist jeweils an dem Striche des Läufers der zugeordnete Wert der Reziprokenskala, nämlich:

$$Z = \frac{100.000}{E}$$

abzulesen.

Da die Reziprokenskala in übersichtlicher Weise nach  $Z$  beziffert ist, können die Striche der Ordinatenkala durch Interpolation entlang der Reziprokenskala (welche — ebenso wie der Distanzraster — durch das Oleatenblatt durchscheint) freihändig eingetragen und mit den zugeordneten Ordinatenwerten beziffert werden.

Die Ordinatenkala wird im voraussichtlichen Ausmaße der Erstreckung der zugeordneten Schichtenkurve angelegt.

Mit der Konstruktion einer Schichtenkurve wird begonnen, indem man im Stereokomparator auf jene Parallaxe geht, in welcher voraussichtlich ein Punkt der Schichtenkurve liegen wird.

Am Stereokomparator werden:  $a$  und  $x_1$  abgelesen, auf dem Zeichenbrette wird der zugeordnete Situationspunkt gesucht. Dieser hat einen bestimmten Normalabstand, welchem eine Gerade des (durch das Oleatenblatt durchscheinenden) Distanzrasters (oder eine gedachte Zwischengerade) entspricht.

Diese Gerade des Distanzrasters weist auf einen bestimmten Punkt der Ordinatenkala, an welchem unmittelbar die Ordinate:  $y_1$  abzulesen ist, auf welche das Doppelmikroskop des Stereokomparators zu stellen ist, damit (bei den früher abgelesenen Werten:  $a$  und  $x_1$ ) die Meßmarke im virtuellen Raumbilde auf der Schichtenhöhe liegt.

Bei neuerlichem Einblicke in das Doppelmikroskop des Stereokomparators wird sich aber zeigen, daß auf Grund der erstmaligen Einstellung die Meßmarke in der Luft schwebt oder im Boden steckt, jedenfalls nicht genau auf der Geländeoberfläche aufsitzt.

Es muß also entweder die Parallaxe:  $a$  bei unverändert bleibender Abszisse:  $x_1$  oder die Abszisse:  $x_1$  bei unverändert bleibender Parallaxe:  $a$  oder Parallaxe:  $a$  und Abszisse:  $x_1$  zugleich geändert werden, bis die Meßmarke auf der Bodenoberfläche aufsitzt.

Dadurch ergibt sich ein neuer Wert für die Parallaxe:  $a$  oder für die Abszisse:  $x_1$  oder ergeben sich neue Werte für die Parallaxe:  $a$  und die Abszisse:  $x_1$  in jedem Falle aber ein gegen früher geänderter Normalabstand:  $E$  und daher auch eine gegen früher geänderte Ordinate:  $y_1$ , die aus der Ableseung an der Ordinatenkala hervorgeht.

Dieses angedeutete Näherungsverfahren ist bei erstmaliger Aufsuchung eines Punktes einer Schichtenkurve zu Beginn ihrer Konstruktion einigemal zu wiederholen, bis die Annäherung erschöpft ist.

Im weiteren Verlaufe der Arbeit ist der Vorgang wesentlich einfacher, da beim Übergange von einem Punkte der Schichtenkurve zu einem folgenden meistens eine einmalige Annäherung genügt.

Hinsichtlich der praktischen Verwendbarkeit des Verfahrens ist der Umstand bemerkenswert, daß auf Schichtenkurven, die in der Höhe des „Horizontes“ liegen, die Ordinate gegen einen Wechsel der Parallaxe oder der Abszisse oder beider zugleich unempfindlicher ist als auf Schichtenkurven, die vom Horizonte weiter abliegen.

Nach Fertigstellung einer Schichtenkurve wird die Ordinatenkala abgelöscht und die für die nächste Kurve nötige Ordinatenkala in der früher geschilderten Art neu angelegt.

Es ist also mittels dieses Verfahrens möglich, einen Schichtenplan in der Weise herzustellen, daß jede einzelne Schichtenkurve durch den Bildraum verfolgt wird und der Arbeitsaufwand den beim Normalfalle nur unwesentlich übersteigt.

Der Zeitaufwand für die Auswertung eines Normalfall-Plattenpaares beträgt z. B. \*) im Durchschnitte (aus 50 Plattenpaaren) ca. 10 Stunden, während für die Auswertung eines parallelverschwenkten Plattenpaares im Durchschnitte (aus 60 Plattenpaaren) ca. 13 Stunden erforderlich sind. (Statistik: Dr. W o d e r a. Wien.)

Hiemit erscheint eine weitgehende Rationalisierung der punktweisen Auswertung stereophotogrammetrischer Aufnahmen mit wagrechten parallelverschwenkten Hauptachsen erreicht.

- [1] **Pulfrich:** „Über die Konstruktion der Lage und Höhe eines Punktes nach stereophotogrammetrischen Aufnahmen mit gleichmäßig nach links oder rechts verschwenkten Achsen.“ Zeitschr. f. Instr. Kde. 32.
- [2] **Lüscher:** „Ermittlung der Punktlage bei stereophotogrammetrischen Aufnahmen mit horizontalen Kameraachsen.“ Zeitschr. f. Instr. Kde. 1920.
- [3] **Heer:** „Aufzeichnen der Kurven gleicher Parallaxe bei gleichmäßig verschwenkten lotrechten Platten (im stereophotogrammetrischen Kleinbetrieb).“ Zeitschr. f. Vermessungswesen, 1925, Heft 13/14.
- [4] **Dock:** „Studie über rationelle Auswertung terrestrischer Stereoaufnahmen mittels des Stereokomparators.“ Bildmessung und Luftbildwesen, II. Jg., 1927, Heft 2.
- [5] **Dock:** „Ein logarithmischer Kreisrechenschieber für stereophotogrammetrische Zwecke.“ Bildmessung und Luftbildwesen, IV. Jg., 1929, Heft 2.

## Ergänzung nur entzerrter Luftbildpläne durch geodätische Höhenaufnahmen.

Von Prof. S c h e w i o r, Münster i. W., Universität.

Das Problem der photogrammetrischen Punktbestimmung kann zurzeit auch instrumentell als gelöst betrachtet werden, mag die Bildaufnahme vom festen Erdboden, also terrestrisch, oder aus der Luft, im Sinne der Aerophotogrammetrie, getätigt werden. Der Stereokomparator nach Pulfrich und nach Hugerhoff, dann in letzter Vollendung als Stereoautograph nach v. Orel einerseits sowie andererseits der Auto- und Aerokartograph, der Stereoplanigraph, der Doppelprojektor und nicht zuletzt der Wildsche Stereoautograph lassen entweder die Raumkoordinaten an besonderen Zählwerken punktmäßig ablesen oder unmittelbar zur automatischen Kartierung oder zur Reliefherstellung benutzen. Die Genauigkeit der Punktlage ist insbesondere bei der terrestrischen Stereophotogrammetrie, hier vor allem auch in bezug auf die dritte oder Höhenkoordinate eine fast stets befriedigende und mit dem geodätisch-tachymetrischen Verfahren auf etwa gleiche Stufe zu stellen. Sofern durch die Höhenschichten, wie wohl stets bei

\*) Einschließlich der gesamten Vorbereitung des Konstruktionsblattes für Auswertung im Maßstabe 1 : 5000.



kartographischen Aufnahmen mit kleinem Kartenmaßstabe, nur mehr die prägnante Form der Gelände- oder Erdoberfläche zur Darstellung gebracht werden soll, tritt der Aerosimplex nach Hegershoff mit seiner leicht zu verfolgenden Konstruktion stark in den Vordergrund.

Ob und wie weit dagegen in mehr ebenen Landgebieten, für die die terrestrische Photogrammetrie wegen ihres unzureichenden Einblickes in die Geländesituation zumeist unwirtschaftlich ist, die Genauigkeit der aerophotogrammetrischen Höhenbestimmung ausreicht, bedarf bei der Herstellung großmaßstäblicher Planunterlagen stets vorheriger Erwägung unter Beachtung der jeweilig gestellten Aufgabe.

Ingenieur- und tiefbautechnische Arbeiten werden in der Regel eine Ergänzung der aus Luftphotogrammen mit Hilfe der bekannten Entzerrungsapparate nur entzerrten Bildpläne nach Einzelhöhen oder Höhenschichtenlinien auf geodätischem Wege verlangen, sobald die „Vorarbeiten“ eine größere Schärfe der Punkt- oder Schichtenhöhen notwendig machen. Hierzu ausnehmend geeignet ist der Topometer Hammer-Fennel des Feinmechanischen Instituts Otto Fennel Söhne in Kassel, der in Verbindung mit einem Rundschnitt des (entzerrten) Luftbildplanes Verwendung findet.

Hierbei werden die einzelnen aufzunehmenden Höhenpunkte in entsprechender Anordnung entweder auf „Gerippllinien“ oder in „Längs- und Querschnitten“, oder aber als „zerstreute“ Punkte durch Polarkoordinaten festgelegt und im Felde direkt auf den Plan maßstäblich übertragen. Dies gilt auch für Höhenschichtenlinien, die tachymetrisch, bei besonderer Genauigkeit auch nivellistisch, unmittelbar im Gelände abgesteckt, eingemessen, kartiert und mit der Höhenkote versehen werden. Als Standpunkt im Felde bzw. Mittelpunkt des Lichtbildplanes wird dabei ein identischer Punkt gewählt, worauf die Orientierung nach einem oder besser mehreren solchen identischen Punkten mittels der Repetitionsvorrichtung des Instrumentes vorgenommen wird.

Daß mit Hilfe des Topometers auch die vielfach nicht zu umgehenden sog. „toten Räume“ aero- und terrestrisch-photogrammetrischer Aufnahmen zur Darstellung gebracht werden können, bedarf nur dieses Hinweises. Auch lassen sich derartige Ergänzungen mit dem einfachen Tachymeter Hammer-Fennel desselben Instituts bewirken, der ohne Zweifel auch zur Zeit noch die „weitaus beste“ Lösung unter allen vorhandenen Tachymeterkonstruktionen bedeutet.

Umfangreiche Arbeiten im vorstehenden Sinne finden nach dem Vorschlage des Verfassers im laufenden Sommer durch das Vermessungsamt der Provinzialhauptstadt Münster i. W. in deren Gebiete unter Leitung ihres Vermessungsdirektors Brand statt. Der zum Kongreß vom Verfasser angekündigte Vortrag über das vorliegende Thema wird, sofern die örtlichen Ergänzungen der Luftbildpläne, die von der Hansa — Luftbild G. m. b. H. — Berlin hergestellt werden, ausgeführt sind, über die hier gemachten Erfahrungen berichten. Es darf aber schon jetzt gesagt werden, daß das vorgeschlagene Verfahren unter den genannten Umständen nicht nur die schnellste, sondern auch wirtschaftlichste Beschaffung von Projektunterlagen darstellt. Dabei mag es sich um Vorarbeiten

für ingenieur- und tiefbautechnische Anlagen handeln oder um Entwürfe für Stadterweiterungen und ländliche Siedlungen, wie auch um großzügigere Planungen, also besonders in Gegenden mit stark aufstrebender Industrie, wo nicht selten umfangreiche Zweckverbände zur Schaffung von Verbandsstraßen, Grünflächen, Verkehrsbändern, Straßen- oder Schnellbahnen und dergleichen mehr gebildet werden.

### **Kurze Zusammenfassung derjenigen physikalischen Faktoren, welche die Verlässlichkeit der aus stereoskopischen Bildpaaren hergestellten Karten ungünstig beeinflussen.**

Zusammengestellt von Stefan Károssy und Dipl. Ing. Stefan Rédey.  
(Die folgenden Erörterungen gelten in erster Linie für mitteleuropäische Verhältnisse.)

Die Grundlage jeder auf photogrammetrischem Wege hergestellten Karte ist das Photogramm. Wenn wir auch zum Auswerten das denkbar beste Gerät verwenden, und mag auch der tüchtigste Beobachter zur Arbeit herangezogen werden, so wird die Karte nur dann gut ausfallen können, wenn das als Grundlage dienende Lichtbild gut und sein Inhalt vollkommen verlässlich ist.

Die Güte der Lichtbilder ist die Resultierende von sehr vielen physikalischen Komponenten. Mit diesen physikalischen Faktoren befassen sich die photographische Optik, die Chemie und im allgemeinen die ganze photographische Industrie mit ihrem wissenschaftlichen Forscherstabe. Die Resultate dieser Forschungen finden wir in der Fachliteratur niedergelegt.

Vom kartographischen Standpunkte interessieren uns allerdings nur diejenigen Faktoren, die auch auf die aus den Lichtbildern erzeugten Karten einen meßbaren Einfluß ausüben. Mit dieser Voraussetzung haben wir bereits die Zahl der näher zu untersuchenden Faktoren bedeutend verringert.

Die photogrammetrische Kartographie kann im allgemeinen in zwei Hauptgruppen geteilt werden:

1. Die Kartierung ebener Gebiete mittels Entzerrung eines Lichtbildes (Einplattenphotogrammetrie).

2. Das Ausarbeiten von Plattenpaaren, die einen stereoskopischen Effekt geben, in einem entsprechenden Auswertegerät zur Kartographie von Hügel- und Bergland.

Wir müssen die Untersuchung der Güte der Lichtbilder oder, besser gesagt, die Untersuchung derjenigen Umstände, welche auf die Güte der aus Lichtbildern hergestellten Karten einen wesentlichen Einfluß ausüben, von gesonderten Gesichtspunkten aus vornehmen, je nachdem es sich um die eine oder um die andere Art der Kartographie handelt.

Die Einflüsse, die sich bei der Einplattenphotogrammetrie, d. h. beim Entzerren, zeigen, sind aus der bezüglichen Literatur sattsam bekannt. In diesem Falle ist die Wirkung der physikalischen Faktoren, gewissenhafte Arbeit vorausgesetzt, eine ziemlich einfache, da es sich ja nur um die Kartographie

einer zweidimensionalen Ebene handelt. In dieser Abhandlung wollen wir uns auch mit diesen Faktoren nicht befassen, alles was sich ausschließlich mit der Entzerrung befaßt, ist geflissentlich ausgeschaltet worden.

Der Zweck der folgenden Erörterungen ist, alle jene physikalischen Einflüsse ihren Grundzügen nach zusammenzufassen, welche die Genauigkeit der auf Grund von stereoskopischen Bildpaaren verfertigten Karten beeinflussen. Es ist nur natürlich, daß diese Einflüsse weit komplizierter und schwerer zu erfassen sind als die vorerwähnten, weil ja hier die Untersuchungen nicht in einer zweidimensionalen Ebene, sondern im dreidimensionalen Raume ausgeführt werden müssen. Uns Kartographen interessieren diese Wirkungen vielleicht auch deswegen lebhafter, da es ja möglich ist, daß sich bei der stereoskopischen räumlichen Beobachtung solche verzerrende Wirkungen zeigen, die bisher durch die photographische Industrie nicht voll gewürdigt worden sind.

Die Einflüsse jener physikalischen Faktoren, welche die Genauigkeit der stereoskopisch hergestellten Karten beeinflussen, lassen sich je nach der Art ihrer Eliminierbarkeit in zwei große Gruppen teilen:

1. In jene, deren Ausschaltung nur mit Hilfe des Fortschrittes der der Kartographie angegliederten Wissenschaften geschehen kann.

2. In jene, deren Ausschaltung in der Hand des Kartographen liegt.

Schon allein diese Gruppierung läßt erkennen, daß in der Folge vornehmlich von jenen Einflüssen die Rede sein soll, deren Ausschaltung in der Hand des Kartographen liegt. Wir wollen aber doch auch auf jene hinweisen, welche beim stereoskopischen Beobachten fühlbare Fehler verursachen, deren Ausschaltung aber eine Aufgabe der Optik, der Mechanik oder der Chemie bildet.

Wir betonen nochmals, daß wir uns hier nur mit jenen Faktoren befassen wollen, deren Einfluß vom Standpunkt des stereoskopischen Beobachtens und Auswertens schädigend auftritt.

Diese physikalischen Einflüsse wollen wir nach der Art ihrer Entstehung in Gruppen gesondert behandeln, wir fügen aber hinzu, daß die einzeln behandelten Einflüsse zusammengenommen eventuell wieder eine gesonderte Wirkung ergeben können. Auf die wichtigeren solcher Gesamtwirkungen wollen wir stets bei demjenigen Faktor zu sprechen kommen, der in der nachstehenden Einteilung später an der Reihe ist.

Die Gruppen sind folgende:

1. Die photographische Platte.
2. Die Aufnahmekammer.
3. Ort der Aufnahme.
4. Meteorologisch-klimatische Umstände.
5. Gegenstand der Aufnahme.
6. Zeit der Aufnahme.
7. Auswertegerät.

Im Rahmen dieser Zeilen ist es naturgemäß unmöglich die einzelnen Gruppen erschöpfend zu behandeln, dies wäre auch nicht unser Ziel. Wir

wollen nur auf einzelne Fragen hinweisen, mit der Bitte, daß auch andere an den stereoskopischen Auswertefragen Interessierte ihre Erfahrungen der Allgemeinheit zur Verfügung stellen.

1. Da die photographische Platte auf die Kartierung entscheidend einwirkt, müssen auch die Anforderungen, die wir an sie stellen, hohe sein. Die zum stereoskopischen Auswerten benützten Platten müssen alle diejenigen Eigenschaften, die wir schon beim Entzerren fordern, in erhöhtem Maße haben; ihre Abbildung muß charakteristisch und scharf sein und unter vielen anderen Eigenschaften muß man auf Empfindlichkeit gegen gelbes und grünes Licht besonderen Wert legen.

Einige der Fehler üben speziell beim stereoskopischen Gebrauch der Platten ihren Einfluß aus. Wir brauchen nur zu bedenken, daß die Platten gegenüber der spiegelnden Wirkung des Glases, d. i. also gegen das Auftreten des Lichthofes, nicht genügend geschützt sind, ebenso wie es die Lichtstreuung der lichtempfindlichen Körnung gegenüber dem diffusen Lichthof nicht ist. Daß dem so ist, können wir aus folgenden Beobachtungen sehen.

In Ungarn bezeichnen wir die bereits vorhandenen Triangulierungspunkte noch vor der Fliegeraufnahme mit weiß getünchter Dachpappe, die nach bestimmten geometrischen Formen ausgelegt wird. Nun machten wir die Erfahrung, daß selbst bei Senkrechtaufnahmen, wo diese Punkte in die Plattenmitte fallen, also wo auch die Verzeichnung der Linse keine Rolle spielt, die Bilder dieser sehr ausgesprochenen und großen geometrischen Formen auf der Platte vollkommen deformiert erscheinen. Es zeigte sich auch, daß diese Deformation im allgemeinen unregelmäßig ist und sich selbst von Platte zu Platte ändert. Abgesehen von solaren Wirkungen, von welchen später die Rede sein wird, sehen wir die Ursache dieser Erscheinung in der Ungleichmäßigkeit der Emulsionsschicht und in diffusen Lichtwirkungen.

Diese Erscheinung bedeutet auch in stereoskopischem Sinne einen Fehler. Wenn wir annehmen, daß der Triangulierungspunkt und somit auch die Dachpappestreifen auf völlig ebenem Boden liegen, so können die auf beiden Platten unregelmäßig deformierten Bilder stereoskopisch betrachtet den Eindruck erwecken, als ob wir es mit einer Erhebung oder Vertiefung zu tun hätten, demzufolge wird naturgemäß das Einstellen der Meßmarke auf den Punkt unsicher oder aber auch fehlerhaft. Welch unangenehme Fehlerquelle dieser Umstand beim Drehen des räumlichen Modells werden kann, liegt auf der Hand. In der Praxis äußert sich diese Unsicherheit in der Punkteinstellung darin, daß man als Höhe des Punktes immer andere Werte erhält, je nachdem man sich mit der Meßmarke von der einen oder von der anderen Seite aus dem Punkte nähert.

Um diese Fehlerquelle zu beseitigen, empfiehlt es sich, die einzelnen Dachpappestreifen von dem Triangulierungspunkt so weit entfernt auszulegen, daß das Bild der einzelnen Streifen infolge der Lichthofbildung nicht zusammenfließe. Auf diese Weise wird es immer möglich sein, die Meßmarke trotz Lichthofbildung unmittelbar auf den Punkt einzustellen. Wenn der Punkt in der Nähe des Plattenrandes zu liegen kommt, wo also auch schon die Verzeichnung

der Linse fühlbar sein kann, wird die regelmäßige Gestalt der Punktbezeichnung oft ganz unkenntlich. Fällt der Punkt auf der einen Platte in die Mitte, auf der anderen gegen den Rand, so wird das Einstellen unsicher; die Benützung von Punkten zur Plattendrehung, die auf beiden Platten am Rande liegen, ist nicht zu empfehlen. Die verzerrende Wirkung eines Linsensystems (sphärische Aberration, Astigmatismus usw.) können wir durch Verwendung einer Blende wohl herabmindern, da diese Wirkung bei Strahlen in der Nähe der optischen Achse nur gering ist; leider hat die bei uns verwendete Kammer keine Irisblende, obzwar auch bei uns bei dunstfreier klarer Luft und bei Anwendung eines hellen Lichtfilters die freie Objektivöffnung kleiner sein könnte. Alle Deformationen an den Plattenrändern werden durch die Vergrößerung des Auswertegerätes noch augenfälliger, die Zeichnung ist dort meist nicht mehr scharf.

Die spiegelnde Wirkung der Glasplatte und die grobe Körnung der Gelatinschicht bringen es mit sich, daß die Bilder auffallend heller Gegenstände auf Kosten der dunkleren immer größer erscheinen. Daß dies wieder eine Fehlerquelle ist, ist klar; und wenn der Gegenstand auf der einen Platte des Paares

hell, auf der anderen hingegen dunkel erscheint, so wird bei stereoskopischer Betrachtung die Wirkung besonders fühlbar. Dieser Fehler hängt schon mit der Gestalt des Gegenstandes und mit seiner Beleuchtung zusammen, wir kommen später noch darauf zurück. Um die Wirkung dieser Fehlerquellen zu vermindern, ist zu kartographischen Zwecken die Benützung lichthoffreier Platten nötig.

Eine der gefährlichsten Fehlerquellen für die stereoskopische Kartographie ist die eventuelle Verschiebung der Emulsionsschicht beim nassen Verfahren. Die Emulsionsschicht quillt beim Ausschwemmen in den verschiedenen zusammengesetzten und temperierten Flüssigkeiten auf, wird gallertartig und deformiert sich in diesem Zustande infolge mechanischer Einflüsse leicht. Vorsichtige Photographen meiden daher geflissentlich jedes Berühren der Gelatineschicht während des nassen Verfahrens, dessenungeachtet kann eine kleinere Deformation dieser Schicht, hervorgerufen durch das Aufquellen, durch die Verschiedenheit der Ausdehnungskoeffizienten von Glas und Emulsionsschicht und endlich auch durch die mechanische Einwirkung der fließenden Flüssigkeit nicht ganz vermieden werden. Die größten Verschiebungen werden, wie man sich überzeugen kann, an den Plattenrändern auftreten.

Diese Bewegung der Emulsionsschicht und damit auch des Bildes ist wiederum ganz regellos, eines ist jedoch sicher, daß dadurch das im Auswertegerät erhaltene Bild fehlerhaft wird. Diese Fehlerquelle mag auch viel dazu beitragen, daß es bei der gegenseitigen Orientierung des Plattenpaares oft nicht gelingen will, die Höhenparallaxe für das ganze den Platten gemeinsame Gebiet vollkommen zu beseitigen. Die unregelmäßige Änderung der horizontalen

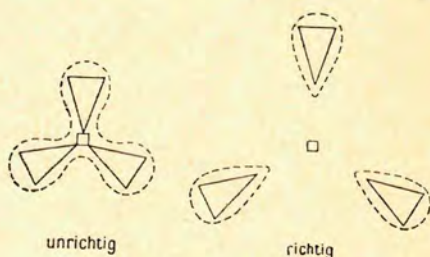


Fig. 1.

Parallaxe zwischen den Punkten bringt es mit sich, daß wir auf der Karte das Gerippe oder die Höhen unrichtig erhalten. Dieser Fehler ist naturgemäß an den Plattenrändern am fühlbarsten.

Wenn wir aus einem solchen Plattenpaar einen Schichtenplan auswerten (Figur 2, die vollausgezogenen Linien) und die Schichtenlinien bis an den Plattenrand auszeichnen, andererseits aber denselben Schichtenplan aus einem anderen Plattenpaar derart entnehmen, daß das Gebiet, welches beim ersten Plattenpaar an den Plattenrand fiel, nunmehr in der Plattenmitte zu liegen

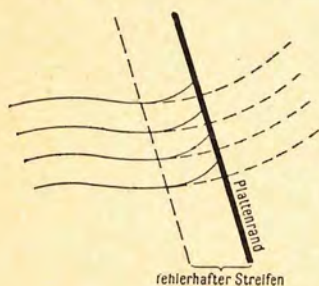


Fig. 2.

komme (Figur 2, gestrichelte Linien), so sehen wir, daß die identischen Schichtenlinien am Plattenrande gesondert verlaufen, sich aber dann vereinigen. Diese Verzerrung der Schichtenlinien findet seine Ursache vornehmlich in der Verschiebung der Gelatineschicht, obgleich die Verzeichnung des Objektivs hier auch mitspricht. Um diesem Fehler vorzubeugen, ist es vorteilhaft, bei der Auswertung vom Plattenrande wenigstens 1 cm wegzubleiben, außerdem sollten zum Drehen des räumlichen Modells niemals solche Triangulierungspunkte heran-

gezogen werden, die gegen den Plattenrand zu liegen. Werden die Punkte auf Grund der Photographie nachträglich eingemessen, so kann man dieser Forderung leicht gerecht werden.

Die geschilderte Verschiebung in der Emulsionsschicht kann es auch mit sich bringen, daß sich die mitabgebildeten Meßmarken verschieben; dies zeigt sich dadurch, daß wir für die Indexentfernungen, abgemessen im Stereokomparator, wechselnde Werte bekommen. Wohl spielt da auch der Umstand eine Rolle, wie die Platte im Augenblicke der Exposition im Plattenhalterahmen gelegen war; doch können letztere Differenzen wohl nicht bedeutend sein. Die Platten kommen daher beim Einsetzen in das Auswertegerät gegenüber dem rückwärtigen Hauptpunkt des Objektivs nicht in dieselbe Lage, in welcher sie im Augenblicke der Aufnahme waren. Es ändern sich daher die Koordinaten des Plattenhauptpunktes ( $\xi, \eta$ ) und auch die Lage des durch das Bild bestimmten Strahlenbündels. Da diese Änderung nicht bei beiden Platten proportional ist, resultiert daraus beim stereoskopischen Auswerten wiederum ein Fehler, der zum Glück nicht allzugroß sein kann, da die Auswertung ja als Interpolieren oder Extrapolieren aufgefaßt werden kann. Bedeutend wird hingegen der Einfluß dieses Fehlers auf die äußeren Daten der Aufnahme, das sind die Koordinaten des Aufnahmestandpunktes, auf die Winkel der Neigung, Schwenkung, Kantung, Orientierung und auf die Basislänge sowie deren Orientierung, sein. Es werden somit die mittels des Auswertegerätes festgestellten äußeren Daten mit den tatsächlichen nicht identisch sein; dieser Umstand ist aber für den Inhalt der Karte von keiner Bedeutung.

2. Bei Besprechung der Kammer müssen wir vorerst der Abbildedefehler (Verzeichnung) des Linsensystems gedenken. Wir erwähnten diesen Fehler bereits im vorigen Abschnitt mit dem Bemerkens, daß ein gutes Linsensystem

frei von chromatischen und monochromatischen Abbildfehlern sein soll, weiter erwähnt wir, daß das Anbringen einer Irisblende vorteilhaft sei.

Die Kammer selbst ist aus Metall hergestellt. Die inneren Daten derselben werden in der Praxis nur bei einer gewissen Temperatur bestimmt. Wenn nun die Aufnahme bei einer anderen Temperatur stattfindet wie die Auswertung, so kann sich infolge Dilatation des Kammerkörpers auch ein Fehler ergeben. Früh im Frühjahr oder spät im Herbst machten wir oft in einer Höhe von 3000—4000 m Aufnahmen bei  $-20^{\circ}$  C. Wenn wir die Auswertung bei  $+25^{\circ}$  C Zimmertemperatur durchführten, so nahmen wir an, daß die inneren Daten bei diesem Temperaturunterschied von  $45^{\circ}$  C noch immer dieselben seien. Die Wirkung dieses Temperaturunterschiedes bedingt eine Änderung der Brennweite und somit eine Änderung der Öffnung des Strahlenbündels und der Orientierung des Bildes. Es wäre erwünscht zu den Apparaten auch ihre Ausdehnungskoeffizienten anzugeben, damit man bei großen Temperaturdifferenzen die Ausdehnung berücksichtigen könnte.

Eine weitere Forderung bezüglich der Kammer wäre die, daß die Federn die Platte im Augenblick der Aufnahme so an den Plattenhalterahmen drücken, daß sich das Glas nicht biege. Auf diesen Umstand und den hierdurch verursachten Fehler kehren wir bei den Auswertegeräten nochmals zurück.

3. Bei Besprechung des Aufnahmeortes wäre zu unterscheiden, ob wir es mit terrestrischen oder mit Luftaufnahmen zu tun haben, oder, besser gesagt, ob die Aufnahmen mit feststehender oder sich bewegender Kammer gemacht werden. Wir wollen uns nur mit letzterem Falle, mit Flugzeugaufnahmen, befassen. Die Aufnahmen sollen aus der gleichen Höhe gemacht werden, damit die Geländegegenstände auf beiden Platten gleich groß seien. Die Bilder sollen scharf und kontrastreich sein, damit die Herstellung des stereoskopischen Modells nicht zu lange dauere. Bei zusammenfließenden, verschwommenen Plattenpaaren mit wenig Details kann die Herstellung des stereoskopischen Modells auch Stunden dauern, ohne daß man von der Richtigkeit überzeugt wäre, denn ein anderer Beobachter erhält auch bei denselben Basisverhältnissen vielleicht ein anderes Ergebnis. Die Schärfe des Bildes können wir durch Verminderung der Flughöhe und der Geschwindigkeit fördern. Bei großer Flughöhe wird auch bei Anwendung von Lichtfiltern die lichtabsorbierende Wirkung der Luftfeuchtigkeit stark fühlbar und mit Abnahme des Bildmaßstabes werden immer mehr und mehr Einzelheiten unkenntlich. Bei geringer Flughöhe wird demgegenüber das Bild scharf und reich an Details, aber auch die große Geschwindigkeit des Flugzeuges beginnt sich bereits fühlbar zu machen. Wir müssen daher hierin einen gangbaren Mittelweg suchen. So erscheint zum Beispiel bei einer Kammer von 21 cm Brennweite, 2100 m Flughöhe über dem Gelände, 120 km/Stunde Geschwindigkeit und einer Expositionszeit von  $\frac{1}{150}$  Sekunde das Bild eines Punktes als eine Linie von ungefähr 0.022 mm Länge. Dieser Fehler ist natürlich sehr gering, wird aber bei 210 m Flughöhe bereits 0.22 mm, also mit freiem Auge schon gut sichtbar. Es werden sich daher in der Flugrichtung die Bilder aller Gegenstände verlängern, während dies in der Querrichtung nicht der Fall sein wird.

Bei obigem Beispiel wird diese Verlängerung in 2100 m Flughöhe 22 cm, bei 210 m Flughöhe aber schon 2·22 m betragen, so daß zum Beispiel ein Bahnwärterhaus von  $5 \times 5$  m Größe bei der Auswertung  $5 \times 7 \cdot 22$  m groß erscheinen wird. In demselben Maße ziehen sich natürlich auch die Schichtenlinien hinaus.

Ich will hier nur noch erwähnen, daß bei Geländegegenständen mit lotrechten Wänden die stereoskopische Wirkung oft verloren gehen kann, weil die Seitenwände nur auf dem einen Bilde, oder vielleicht auf keinem zu sehen sind; dieser Fall ist, wie wir später sehen werden, ziemlich häufig.

4. Bei Betrachtung der meteorologisch-klimatischen Verhältnisse wollen wir nur die Wirkung der Sonne und die des Windes herausgreifen. Bei starkem Sonnenschein reflektieren weiße Gegenstände sehr viel Sonnenstrahlen und ihre Bilder vergrößern sich auf Kosten der dunkeln Gegenstände, wie wir bereits erwähnten. Bisher wurden die Fliegeraufnahmen in Ungarn stets bei Sonnenlicht gemacht, es wäre vielleicht angezeigt dies auch bei diffuser Beleuchtung zu versuchen.

Infolge der starken Lichthofbildung ist es vorteilhaft, die zur Bezeichnung der Triangulierungspunkte verwandte Dachpappe nicht weiß, sondern grau anzustreichen, oder sie überhaupt mit Kalk nur zu bespritzen. Solche Pappestreifen reflektieren wesentlich weniger Lichtstrahlen, die Lichthofbildung wird daher geringer, die Gestalt aber bleibt noch deutlich erkennbar.

Unangenehm macht sich die Wirkung der Sonnenstrahlen dann bemerkbar, wenn wir Gegenstände aufnehmen, die auf dem einen Bild ihre beschienene Seite, auf dem anderen jedoch die Schattenseite zeigen, oder aber wenn auf der einen Platte der sonnenbeschienene Teil größer ist als auf der anderen. In allen diesen Fällen leidet die Güte des stereoskopischen Bildes beträchtlich. Bei Besprechung des 5. Punktes werden wir noch auf die in der Praxis am häufigsten vorkommenden Fälle zurückkommen.

Wind macht das Bild des mit Pflanzen bedeckten Geländes unruhig. Im Wind bewegen sich die Bäume, ihre Schatten, Getreide und Mais und das stereoskopische Bild zeigt eventuell Höhenformen, die nicht bestehen. Dasselbe können wir bei Wasserflächen beobachten, die vom Winde bestrichen werden. Besonders unangenehm ist die Windwirkung bei starkem Seitenlicht, wo es vorkommen kann, daß die auf der einen Platte beleuchteten Partien auf der anderen im Schatten erscheinen, da ja zwischen den zwei Aufnahmen mehrere Sekunden verstreichen. In solchen Fällen ist die stereoskopische Bildwirkung oft sehr gestört, was die Auswertung oft schwierig macht.

5. Der Gegenstand der Aufnahme, die Art des Geländes spielt auch eine bedeutende Rolle. Die Färbung des Geländes ist wegen der Lichthofbildung der weißen Partien von Wichtigkeit.

Eine in stereoskopischem Sinne interessante Erscheinung können wir dort beobachten, wo viele helle und dunkle Parzellen abwechselnd aneinandergereiht sind, die keine Details aufweisen. In solchen Fällen zeigt der Schichtenplan, besonders bei ungebübten Beobachtern, eine ganz ungerechtfertigte Wellenform. Speziell läßt sich dies bei der Schichtenführung in sanft geneigtem Gelände



beobachten. Die Ursache hiezu liegt darin, daß der Beobachter mit geringer stereoskopischer Erfahrung die hellere Parzelle gewöhnlich tiefer liegend sieht als die dunklere; demgemäß führt dieser Beobachter die Meßmarke bei hellen Parzellen unter dem Gelände, bei dunklen bringt er die Marke wieder herauf. (Siehe Figur 3.) Dieser Umstand ist mit ein Grund, daß bei Plänen, die von ungeübten Leuten verfertigt werden, die Schichtenlinien oft ganz unmotiviert stark gezackt sind; hievon kann man sich leicht überzeugen, wenn man bei der Kartenrevision im Gelände den Schichtenplan mit der Natur vergleicht.

Wegen der Beleuchtung bekommen wir oft von Geländegegenständen schlechte stereoskopische Effekte, wo bei großer Basis der Gegenstand einmal beleuchtet, das anderemal aber dunkel ist. Dies ist auch der Grund, weshalb wir so oft die Vertiefung eines Grabens oder die Erhebung eines Dammes auf dem stereoskopischen Bilde überhaupt nicht wahrnehmen. Ähnliche Erscheinungen können wir bei Wegen, Buschreihen, Wassergräben, Dächern usw., überhaupt bei allen mehr oder weniger leuchtenden bzw. nassen, spiegelnden Flächen beobachten.

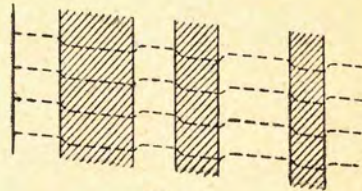


Fig. 3.

Wie wir bereits erwähnten, ist das stereoskopische Beobachten auch dort gestört, wo die lotrechte Wand eines Gegenstandes nur auf dem einen Bilde sichtbar ist. Ähnliches ist oft der Fall bei Aufnahmen während der Erntezeit, wo abgeerntete Parzellen mit stehender Frucht abwechseln. In der Farbe merken wir keinen Unterschied, aber die wechselnde Höhe und die stereoskopische Störung in der Ansicht dieser Stufen wirken vom Standpunkte der Schichtenführung oft recht hindernd. Wollten wir uns aber in einem solchen Falle auf das Aufsuchen der zusammengelegten Getreidegarben verlegen, so würden wir oft, wenn diese bereits eingeführt sind, das abgeerntete Feld für ein noch vor dem Schnitte befindliches ansehen.

6. Die Zeit der Aufnahme spielt in doppelter Hinsicht eine Rolle, als Tages- und als Jahreszeit.

Die Tageszeit ist vom Standpunkte des Sonnenstandes und der Größe des Schattens wichtig. Früh und nachmittags sind die Schatten groß, mittags kleiner. Die stereoskopische Betrachtung ist dann günstig, wenn der Schatten auf beiden Aufnahmen gleich groß ist. Die Ausarbeitung solcher Plattenpaare, deren eine Einzelplatte vormittags, die andere aber nachmittags aufgenommen wurde, ist fast unmöglich, weil eben der Schatten auf verschiedene Seiten zu liegen kommt. Aus dem Gesagten folgt, daß Platten verschiedener Flüge niemals zu Plattenpaaren zusammengefaßt werden sollen und weiter, daß, falls sich Lücken in der Aufnahme zeigen, die Aufnahmen immer paarweise gemacht werden sollen. Bei windigem Wetter ist wegen der Bewegung der Pflanzen und des Schattens im allgemeinen das Photographieren in der Mittagszeit zu empfehlen; andererseits ist es wohl auch richtig, daß mittags schon die Wolkenbildung oft störend ist.

Früh im Frühjahr sind die Bäume noch unbelaubt und das Getreide ist noch klein, die störende Wirkung des Windes ist bei der Auswertung noch nicht zu verspüren und außerdem verhindert das Laub das Erkennen des natürlichen Bodens noch nicht. Die eventuelle Ansammlung größerer Wassermengen ist nicht von Wichtigkeit, da es sich ja um Gebirgs- oder Hügelland handelt, wo die Wassermassen der Schneeschmelze und größerer Regengüsse meist rasch abfließen. Obwohl es im Frühjahr viel weniger geeignete Flugtage gibt wie im Sommer, sind Frühjahrsflüge für die Aufnahmen doch vorzuziehen, zumal wenn man bedenkt, daß im Walde Schichtenlinien oft nur bei unbelaubten Bäumen zu führen sind.

7. Bezüglich der Auswertegeräte haben wir wenig zu sagen. Der Plattenhalterahmen muß so konstruiert sein, daß sich die Platte selbst bei ungleichmäßigem Anziehen der Halterschrauben nicht verbiege, denn eine konkave oder konvexe Form der Platte erzeugt beim stereoskopischen Schauen bedeutende Fehler. Von diesem Gesichtspunkte aus wäre die Anwendung dicker Glasplatten vorteilhaft, wenn nicht mit der Dicke auch die Lichthofbildung zunehmen würde. Es bleibt demnach auch hier nichts anderes übrig, als einen Mittelweg einzuhalten. (Filme sind infolge ihrer Dünne fast lichthoffrei.)

Vorteilhaft ist es, beide Bilder der Meßmarke gleichgestaltet zu machen, da sonst nach unserer Erfahrung selbst die Richtung der Schichtenführung von Einfluß ist. Man erhält nämlich, die Meßmarke in einer Richtung geführt, stets größere, in der anderen Richtung stets kleinere Höhen. Daß hiebei auch der tote Gang des Gerätes mitspielt, ist natürlich.

Unser Zweck war es, jene physikalischen Faktoren kurz zusammenzufassen, die nach unserer Erfahrung auf das stereoskopische Beobachten einen wesentlichen Einfluß ausüben. Und sollte es uns gelingen durch diese Zeilen auch andere Fachleute zur Veröffentlichung ihrer Erfahrungen zu veranlassen, so halten wir ihren Zweck für erfüllt.

## Die Messung der Neigung und Kantung in der Luftphotogrammetrie.

Von Katasteringenieur a. D. J. Boer.

„When it is possible to determine the amount and direction of tilt by some direct method in the aeroplane, while making the exposure, the advantages of the photographic method will be overwhelming.“ (Mapping from air photographs, S. 30.)

(„Sobald es möglich ist, im Flugzeug im Augenblicke der Belichtung die Neigung und Kantung unmittelbar zu bestimmen, werden die Vorteile des photographischen Verfahrens überwältigend sein.“)

Tatsächlich stellt sich heraus, daß durch unmittelbare Bestimmung der Neigung und Kantung das größte Hindernis in der Photogrammetrie beseitigt wird und die Schwierigkeiten wie Schnee vor der Sonne vergehen.

Bei einer Betrachtung der Schwierigkeiten, womit die verschiedenen luftphotogrammetrischen Verfahren heute zu kämpfen haben, ergibt sich:

1. daß sie zur genauen Vermessung größerer Gebiete (Provinzen, Länder, Kolonien) ungeeignet sind;
2. daß Entzerrungsgeräte oder sogenannte Nadirtriangulation für hügeliges Gelände nicht oder nur wenig geeignet sind und das stereoskopische Verfahren für flaches Gelände zu umständlich ist;
3. daß optische Entzerrung eine große Anzahl Festpunkte, die selten vorhanden sind, erfordert, so daß man sein Heil in großen Flughöhen suchen muß und eine Anwendung bei großen Maßstäben zu viel Zeit für die geodätische Vorbereitung erfordert;
4. daß bei Nadirtriangulation nur eine beschränkte Genauigkeit erreichbar ist und dann noch öfters erst nach wiederholtem graphischem Ausgleich der Paßpunkte;
5. daß, für gebirgiges Gelände, die mechanisch-stereoskopischen Geräte nur bei Gebieten nicht zu großer Ausdehnung und nach umfangreicher geodätischer Vorbereitung Karten mit Höhenschichtenlinien zu ziemlich hohem Preise liefern können;
6. daß demzufolge heutzutage Abhilfe gesucht wird in großen Flughöhen, Kammern mit kurzen Brennweiten und in kleinen Maßstäben, wobei sich unklare Lichtbilder und andere Schwierigkeiten ergeben.

Das Bedürfnis nach Karten in nicht zu kleinem Maßstab ist aber am größten in Kulturstaaten und in für Beweidung, Beforstung, Urbarmachung, Bergbau, Erdölleitungen, Transportstraßen für Bergwerksprodukte usw. bestimmten Gebieten, wovon noch keine genauen Karten vorhanden sind und worin ein geodätisches Netz von Festpunkten in der Regel fehlt.

Man ordnet eine kleine Orientierungskammer neben der Geländekammer an. Die Achsen beider Aufnahmen sind einander parallel. Die Belichtung findet gleichzeitig statt. Von drei oder mehr beliebigen und geodätisch unbekannt bleibenden, rund um das zu vermessende Gelände herum gelegenen Punkten aus werden auf die Platte der Orientierungskammer Sonnenstrahlen oder sonstige parallele Lichtstrahlen geworfen, deren Vertikalwinkel mit der Horizontalebene im Ausgangspunkte gemessen werden. Diese Lichtstrahlen werden auf der Platte zu einem kleinen scharfen Lichtpunkt vereinigt.

Die Entfernung eines jeden Lichtpunktes vom Hauptpunkt der Platte ist durch zwei voneinander unabhängige Faktoren bestimmt, nämlich durch den gemessenen Vertikalwinkel und durch die Neigung und Kantung der Platte.

Um diese zu bestimmen genügen theoretisch 2 Lichtpunkte. Die Genauigkeit der Bestimmung von Neigung und Kantung wird aber geringer, wenn der Winkel zwischen den Verbindungslinien der Lichtpunkte mit dem Hauptpunkte kleiner wird. Aus diesem Grunde und zur Kontrolle kann als das Minimum der Heliotrope oder Scheinwerfer, zur Erzeugung der Lichtpunkte, für Gebiete von geringem Umfange die Zahl 3 angesetzt werden, für Gebiete größerer Ausdehnung bis 100 km<sup>2</sup> 4 bis 6.

Durch Umkehrung des Lichtstrahlenganges und Zusammenziehen auf einem Projektionsschirm ergibt sich, ob die Lichtstrahlen die gemessenen Vertikalwinkel bilden. Trifft dieses bei wagrechter Lage des Lichtbildes zu, so war die Kammerachse im Augenblicke der Belichtung senkrecht.

Trifft dieses nicht zu, so kann durch eine Verschiebung der Lichtpunkt-bilder auf mehreren Schirmen, derart, daß sie auf die gemessenen Winkel eingestellt werden, der Nadirpunkt ermittelt werden.

„Dieses Verfahren ergibt unmittelbar auf jedem Lichtbild die Lage des Nadirpunktes. Nach Umformung der Lichtbilder in beliebigem Maßstab zu Lichtbildern mit senkrechter optischer Achse kann eine genaue Hauptpunkt-triangulation ausgeführt werden.“

„Stellt sich heraus, daß das Boersche Verfahren in der Praxis befriedigt, so ermöglicht es auch für Gelände, wovon keine Karten vorliegen, eine unmittelbare Bestimmung des richtigen Nadirpunktes und somit, nach Entzerrung in beliebigem Maßstab, eine endgültige Hauptpunkttriangulation.“ (Hauptmann P. D. BOON in Mitteilungen des Offiziersverbandes der topographischen Verwaltung in Holländisch-Indien, Jahrgang 1928, Seite 233.)

Das neue Verfahren und die Hauptpunkttriangulation bezwecken:

1. Erhöhung der Genauigkeit der Luftphotogrammetrie;
2. Ersatz der Entzerrung — mittels des optischen Zusammenhanges zwischen einer außerordentlich hohen Anzahl von Festpunkten im Gelände und ihren Bildern auf dem Negativ — durch eine unmittelbare Bestimmung der Neigung, zwecks Umformung des Negativs auf die Horizontalebene;
3. Ersatz der sogenannten Nadirtriangulation im Hauptpunkt des nicht entzerrten Negativs durch eine Hauptpunkttriangulation im entzerrten Positiv;
4. Anwendung der Photogrammetrie auf Gebiete unbegrenzter Ausdehnung auch für große Maßstäbe;
5. Erhöhung der Anwendungsmöglichkeit von Stereogeräten.

Die Vorteile des neuen Verfahrens erstrecken sich auf jede Art der Luftphotogrammetrie. Sogar das Anfertigen einer Bilderskizze wird nicht nur genauer, sondern auch sehr vereinfacht.

Zur Anfertigung eines Luftbildplanes (eine Skizze in vorgeschriebenem Maßstab) werden, nach Vornahme einer Hauptpunkttriangulation mit Hilfe einzelner Festpunkte, die gegebenenfalls auf astronomisch-radiotelegraphischem Wege bestimmt werden, die Koordinaten des Hauptpunktes und das Azimut nach einem nachfolgenden Hauptpunkt berechnet, und dann kann das Negativ auf optischem Wege zu einem entzerrten Positiv in dem angesetzten Maßstab umgeformt werden.

Bei flachem Gelände kann die zur Entzerrung erforderliche Anzahl Paßpunkte bei großen Maßstäben von Tausenden bis auf einige wenige Zehn eingeschränkt werden.

Bei der Hauptpunkttriangulation als Ersatz der Nadirpunkttriangulation kann der Bildmeßtheodolit wieder zu Ehren gezogen werden. Vielleicht wird der Zeißsche Radialtriangulator — nachdem er an der unmöglich zu erfüllenden

Forderung: die Neigung des Lichtbildes mittels Libellen auf einen Höchstwert von einem Grade zurückzuführen (Bildmessung und Luftbildwesen 1928, Seite 148), gescheitert ist — noch bei den entzerrten Positiven eine nützliche Anwendung finden.

Mit den stereoskopischen Geräten wird schneller gearbeitet werden können, da die Einstellung auf stereoskopische Wirkung beschleunigt wird, nachdem eine größere Anzahl von Elementen zur Orientierung bekannt sind. Überdeckungen und Lücken werden vermieden und der Zusammenschluß zu einer Karte für unbegrenzt große Flächen mittels einer Hauptpunkttriangulierung ermöglicht.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß eine Erhöhung der Genauigkeit durch Genauigkeitssteigerung der geodätischen Grundlage und durch enges Zusammenarbeiten des Photographen und des Geodäten, sowohl im Gelände als im Bureau, erreicht wird; auf dem Bureau durch Verringerung, Vereinfachung und Beschleunigung der Berechnungen, im Gelände durch die Aufstellung von Marken für die einzuhaltenden Flugrichtungen, was die so durchaus erforderliche Erleichterung der Arbeit des Beobachters im Flugzeug mit sich bringt.

Die Paßpunkte werden derart markiert, daß sich auch aus großen Höhen noch deutliche Bildpunkte ergeben und zugleich gegen Zerstörungssucht gesichert, indem sie, so weit nötig, über dem Boden durch Marken auf Baken bezeichnet werden. Dieses bezieht sich besonders auf Türme, die in der Regel in eine Triangulierung einbezogen werden, aber auf dem Lichtbild nicht zu sehen sind. Dieses und jenes stößt bei optischer Entzerrung auf Schwierigkeiten, weil dort, da Neigung und Kantung noch nicht bekannt sind, eine Umrechnung der Richtungen vom Hauptpunkt aus nach den höher gelegenen Marken auf ihre Fußpunkte unmöglich ist.

### Die Wirtschaftlichkeit.

Die Kosten des neuen Verfahrens dürfen nur mit denjenigen anderer Verfahren bei gleicher Genauigkeit der Ergebnisse verglichen werden. Wer eine größere Genauigkeit verlangt als mit anderen Verfahren erreichbar ist, soll in seiner Forderung betreffs Herabsetzung der Kosten anspruchslos sein.

Die Genauigkeit verschiedener luftphotogrammetrischer Verfahren ist sehr verschieden und bei gleichartigen ist sie mit der Genauigkeit der geodätischen Grundlage aufs engste verknüpft. Letztere fehlt für 80% der Erdoberfläche vollständig oder besteht nur aus vereinzelt, mehrere Zehnkilometer auseinanderliegenden Punkten.

Der Teil der Erdoberfläche, wo schon ein genügend dichtes Netz von Festpunkten besteht, das ohne Erweiterung für photogrammetrische Vermessungen z. B. im Maßstab 1 : 10.000 benutzt werden kann, beläuft sich vermutlich auf noch kein ganzes Prozent.

Für mindestens 99% der Erdoberfläche ist die geodätische Grundlage noch zu legen oder zu erweitern. Dieses erfordert terrestrische und rechnerische Arbeit, deren Umfang, Zeit und Kosten wiederum vom beabsichtigten, zu erreichenden Genauigkeitsgrad abhängig sind.

Bei Ergebnissen gleicher Genauigkeit ist die Anzahl der für das neue Verfahren erforderlichen Festpunkte nur ein Bruchteil der für die üblichen Verfahren erforderlichen.

Der Umfang der terrestrischen Messungen, einschließlich der heliotropischen und die Berechnungen im Bureau, wird demzufolge im Mittel auf weniger als den vierten Teil herabgesetzt werden. In der Voraussetzung, daß die weiteren Bureauarbeiten im Mittel die Hälfte der ganzen Arbeit bilden und diese Hälfte mittels des neuen Verfahrens auf  $\frac{3}{4}$  eingeschränkt wird, wird im ganzen die Hälfte Arbeit erspart.

### Das Deklivometer (Neigungsmesser).

Das Deklivometer dient dazu, die Neigung und Kantung oder die Elemente, durch welche diese bestimmt sind, zu messen. Dieser Zweck wird dadurch erreicht, daß man den Gang der von den Heliotropen ausgehenden, durch den Spiegelaufsatz auf die lichtempfindliche Platte zurückgeworfenen Lichtstrahlen umkehrt, so daß diese, nach Zusammenziehen auf eine der bekannten Weisen, auf einem der in der reflektierten Brennebene des Objektivs (vgl.  $S_1 S_2 S_6 S_7$ ) aufgestellten Projektionsschirme ein Bild erzeugen.

Auf diesen Schirmen sind Kegelschnitte angebracht, die in Drittel- oder Sechstelgraden die Vertikalwinkel der vom Heliotropen ausgesandten Lichtstrahlen darstellen.

Zur näheren Erläuterung dieser Kegelschnitte denke man sich, daß die umgekehrten Lichtstrahlen vom gedachten Spiegelbilde  $O_1$  der Objektivmitte ausgehen. Hierdurch ändert sich der Strahlengang in keiner Weise, da sich ja alle Verlängerungen der zurückgeworfenen, einfallenden Lichtstrahlen, die durch die Objektivmitte hindurchgehen, in dessen Spiegelbild schneiden.

Denkt man sich nun dieses Spiegelbild  $O_1$  als Schnittpunkt der Vertikal- und der Horizontalachse eines Theodoliten, dessen Fernrohrachse  $O_1 d$  (Figur 2) den gleichen Vertikalwinkel  $h$  unterhalb der Horizontalebene mit dieser Ebene einschließe, wie das am Heliotrop eingerichtete Fernrohr oberhalb dieser Ebene (unbeschadet des Unterschiedes von ungefähr einer Minute pro Kilometer wegen der Erdkrümmung) und dreht man nun die Fernrohrachse um die Vertikalachse durch  $O_1$ , so erzeugt sie eine Kegelfläche.

In Fig. 2 ist  $O_1 d$  die Fernrohrachse,  $O_1 kd$  eine Vertikalebene,  $O_1 k_1 k k_2$  eine Horizontalebene, hierzu senkrecht in  $k$  eine Ebene  $k_1 k k_2 d$  und  $K_1 J K_2 J_1$  die Ebene des Projektionsschirmes.

Die durch die Fernrohrachse  $O_1 d$  erzeugte Kegelfläche schneidet die beiden letztgenannten Ebenen nach den Kegelschnitten  $d_1 d d_2$  und  $D_1 J D_2$ . Alle in dieser Kegelfläche liegenden Lichtstrahlen, die folglich durch  $O_1$  hindurchgehen, stehen unter dem gleichen am Heliotrop gemessenen Vertikalwinkel  $h$ , gleichgültig in welcher Entfernung und in welcher Richtung mit Bezug auf  $O_1$ . Mit anderen Worten: bei Drehung des Fernrohres in  $O_1$  um die Vertikalachse geht die Fernrohrachse den beiden Kegelschnitten entlang.

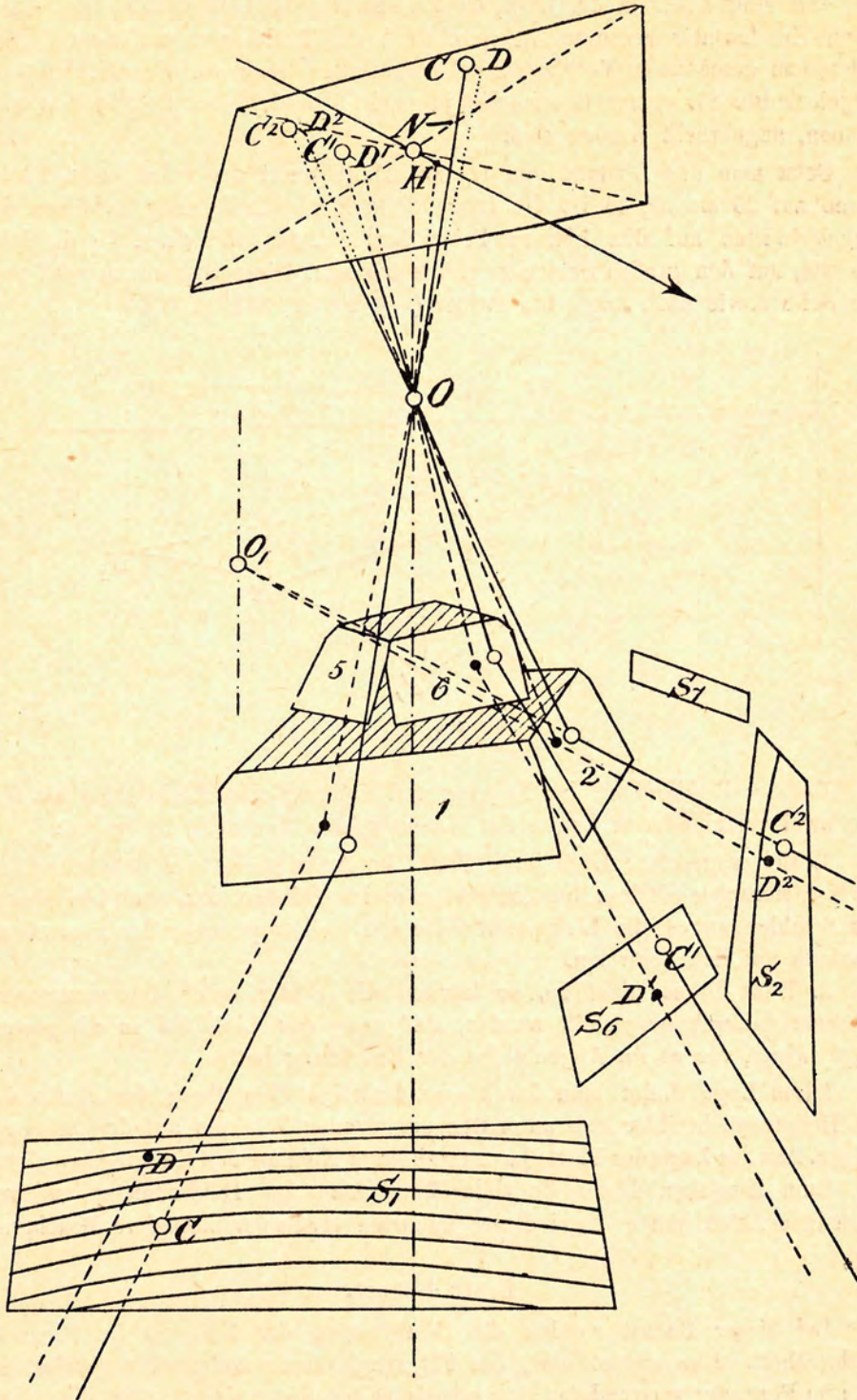


Fig. 1.

Wir sind daher in der Lage, bei Umkehrung der Lichtstrahlen, das durch einen Kondensator erzeugte Lichtpunktbild des Heliotropen auf dem Schirm unter dem gemessenen Vertikalwinkel einzustellen, wenn auf dem Schirme die Kegelschnitte für ganze Grade, die je nach Bedarf weiter unterteilt werden können, angebracht worden sind.

Setzt man den Abstand von  $O_1$  zum Hauptpunkt der reflektierten Brennebene auf 25 cm an, so ist die tangentielle Mindestentfernung zwischen den Kegelschnitten auf den kleinen Projektionsschirmen für einen Grad gleich 4.5 mm, auf den großen Schirmen gleich 5.5 mm. Diese Entfernung wird nach der Seite sowie nach unten hin größer (vgl. Fig. 1, Schirm  $S_1$ ).

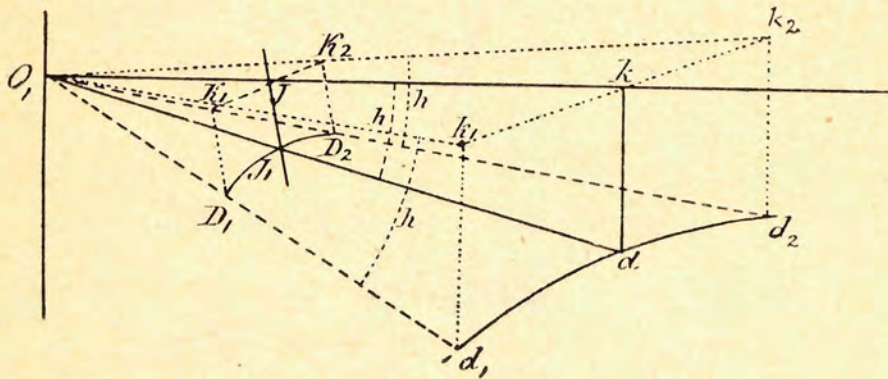


Fig. 2.

Bei der Bestimmung der Neigung und Kantung eines Lichtbildes hat man nun zwei verschiedenen Lagen der Kammerplatte Rechnung zu tragen:

1. Bei wagrechter Lage jener Platte im Augenblicke der Belichtung fällt die Kammerachse mit dem Nadir zusammen und es befinden sich, nach Umkehrung des Strahlenganges, die Lichtpunktbilder der Heliotrope unter den gemessenen Winkeln auf den Schirmen.

2. Trifft dieses nicht zu, so können die Bilder unter den gemessenen Winkeln dadurch eingestellt werden, daß man das Lichtbild in die gleiche Lage bringt, die es im Augenblicke der Belichtung hatte.

Diese Lage findet man durch eine derartige Einstellung der Platte, daß die Heliotroplichtbilder sich unter den gemessenen Winkeln auf den Schirmen zeigen. Aus der Lage der Platte lassen sich dann Neigung und Kantung berechnen.

Zum Erreichen dieses Endzieles kann man das Deklivometer auf verschiedene Arten bauen. Zwei dieser Bauarten verdienen besondere Beachtung.

#### Erste Bauart.

Bei dieser Bauart werden die Bewegungen der Kammer im Flugzeug nachgeahmt. Man ordnet eine, der Flugzeugkammer vollständig gleiche, mit dem im Flugzeug verwendeten Spiegelaufsatz versehene Kammer um die beiden Achsen eines kardanischen Gelenkes drehbar an, welche Achsen sich in der



Objektivmitte schneiden. Die Kammer läßt sich nun derart um die beiden Achsen drehen, daß die Bilder der Heliotroplichtstrahlen auf den Schirmen sich unter den gemessenen Vertikalwinkeln zeigen.

Die Neigungen der beiden Achsen des Gelenkes können jetzt abgelesen und daraus die Neigung und Kantung berechnet werden.

### Zweite Bauart.

Die Kammer wird derart starr angeordnet, daß ihre Achse, sowie diejenige des Spiegelaufsatzes, mit der Vertikalachse des Deklivometers zusammenfällt. Es geht diese Achse folglich durch die Objektivmitte hindurch und sie schneidet die wagrechte Platte im Hauptpunkt.

Dieser Punkt wird durch zwei feine Striche auf der oberen Seite einer planparallelen Glasplatte angedeutet. Eine ähnliche Platte befindet sich auch in der Orientierungskammer. Durch das Glas werden zwar die Lichtbilder der Heliotrope etwas verschoben, aber dieses Übel wird durch die gleiche Beeinflussung der umgekehrten Lichtstrahlen wieder behoben.

Das Lichtbild, worauf der Hauptpunkt auf diese Art kennbar gemacht worden ist (mit einer Marke zum Andeuten der Achse, die annähernd in der Flugrichtung lag) wird nun unter Zuhilfenahme einer Lupe derart eingestellt, daß sich die Hauptpunkte genau decken.

In dieser Lage werden sich die durch einen Kondensator erhaltenen Heliotroplichtbilder auf den Schirmen unter den im Augenblicke der Belichtung gemessenen Vertikalwinkeln zeigen, falls die Platte im Augenblicke der Aufnahme horizontal gestanden hat (vgl. Fig. 1 die Punkte  $C C^1 C^2$  auf der Platte und auf den Schirmen  $S_1, S_6$  und  $S_2$ ).

Trifft dieses nicht zu, so wird das Lichtbild nach den Richtungen der Plattenachsen verschoben, bis die Lichtstrahlen (auf der Platte und auf den Schirmen mit  $D D^1$  und  $D^2$  angedeutet) unter den gemessenen Winkeln eingestellt sind. Die Verschiebungen erfolgen mittels zweier Schrauben, deren Köpfe mit einer Teilung zum Ablesen der Verschiebungen versehen sind.

Seien die Verschiebungen  $k$  und  $k_1$  und  $d$  die Kantung mit einer Plattenachse, so ist  $\operatorname{tg} d = \frac{k}{k_1}$ , der Abstand zwischen Hauptpunkt und Nadir  $HN = \frac{k_1}{\cos d}$  oder  $= \frac{k}{\sin d}$  und es wird die Neigung  $b$  berechnet aus

$$\operatorname{tg} b = \frac{HN}{f} = \frac{k_1}{f \cos d} = \frac{k}{f \sin d}$$

Um sich davon zu überzeugen, daß das Lichtbild durch die Verschiebung in die Lage, die es im Augenblicke der Belichtung hatte, gekommen ist, braucht man sich nur zu denken, daß die kreisförmigen Bewegungen der Kammer bei der ersten Bauart, wobei sich die Platte über dem feststehenden Bilde des Geländes bewegt, durch eine gleiche Bewegung des Geländes ersetzt worden sind, an welcher Bewegung sich der Nadir auch beteiligt und das Bild sich über der feststehenden Platte verschiebt.

Man kann sich übrigens auch durch eine Berechnung, mit Neigung und Kantung als bekannten Größen, vergewissern, daß die Entfernung vom Hauptpunkt zum Nadir bei beiden Bauarten die gleiche ist.

Zu einer genauen Wirkung des Deklivometers ist es von größter Wichtigkeit, daß jeder Spiegel und der entsprechende Schirm richtig eingestellt sind. Es empfiehlt sich deshalb beim Deklivometer den gleichen Spiegelaufsatz, wie er vor der Orientierungskammer benutzt wurde, anzuwenden. Dabei kann man auch noch dafür Sorge tragen, daß bei der Umkehrung des Strahlenganges die Heliotroplichtbilder vom gleichen Spiegel wie bei der Aufnahme im Flugzeug zurückgeworfen werden. Ein kleiner Fehler in der Lage des Spiegels kann dann durch Abänderung der Lage des Schirmes, gegebenenfalls des Verlaufes der darauf angebrachten Kegelschnitte, aufgehoben werden.

### Stufenweise Bildtriangulation.

Von Prof. A. Buchholtz, Riga.

Die Bildtriangulation im weitesten Sinn kann definiert werden als ein Verfahren, nach welchem auf Steilaufnahmen angegebene Punkte zu einem Dreiecksnetz zusammengeschlossen werden, dessen Horizontalwinkel aus den Bildern zu entnehmen sind.

Im besonderen Fall vollkommen horizontalen Geländes und mit streng nadirwärts gerichteter Kameraachse bewirkter Aufnahmen gelangen die Horizontalwinkel des Geländes auf solchen Bildern unverzerrt zur Darstellung. Unter solchen Umständen kann also die Bildtriangulation einwandfreie Resultate ergeben, unabhängig davon, welche Lage die Dreieckspunkte in den betreffenden Bildern einnehmen.

Im allgemeinen muß man aber damit rechnen, daß die Horizontalwinkel des Geländes wegen des Einflusses des Bodenreliefs und der ungewollten, aber unvermeidlichen Bildneigung in den Bildern einigermaßen verzerrt wiedergegeben werden.

In dieser Hinsicht ist es bekanntlich nicht belanglos, welche Lage die Dreieckspunkte in den betreffenden Bildern einnehmen. Die Nadirpunkte sind insofern bevorzugt, als die Richtungen von solchen Punkten ausgehender Strahlen durch etwaige Höhenunterschiede des Geländes nicht beeinflußt werden. Es hatte also seine guten Gründe, daß die Bildtriangulation ursprünglich als Nadirpunktstriangulation in Vorschlag gebracht wurde.

Bei solchen Nadirpunktstriangulationen stößt man allerdings auf gewisse Schwierigkeiten hinsichtlich der Bestimmung der Bildnadire. Um diesen Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen, pflegt man daher anstatt der Bildnadire die leichter zu ermittelnden Bildhauptpunkte zu benutzen. Bildhauptpunktstriangulationen haben allerdings den Nachteil, daß Höhenunterschiede des Geländes auf die aus den Bildern zu entnehmenden Winkel einen gewissen Einfluß ausüben.

Als unter Umständen sehr wesentliche Fehlerquelle bei Bildtriangulationen kommt auch die Identifizierung der Dreieckspunkte durchaus in Betracht. Bei den geringen Abständen zwischen den Dreieckspunkten einer Bildtriangulation können an sich kleine Identifizierungsfehler sehr beträchtliche Winkelfehler verursachen.

Wenn für die Identifizierung keine Spezialinstrumente zur Verfügung stehen, so ist man gezwungen, das Dreiecksnetz aus markanten Geländepunkten zu bilden, die man dann zweckmäßig im zentralen Teil der betreffenden Bilder in möglichst unmittelbarer Nähe des Bildhauptpunktes wählt. Hinsichtlich des Einflusses des Bodenreliefs gilt für solche Zentralpunktstriangulationen ungefähr dasselbe wie für Bildhauptpunktstriangulationen.

Auch unter solchen, die einfache Identifizierung erleichternden Umständen dürfte der Einfluß von Mängeln der Identifizierung — sofern dieselbe ohne Spezialgeräte ausgeführt wird — mindestens von derselben Größenordnung sein wie der Einfluß mäßigen Bodenreliefs und einer das normale Maß nicht überschreitenden ungewollten Bildneigung.

In letzter Zeit sind in dieser Richtung sehr wesentliche Fortschritte der photogrammetrischen Technik zu verzeichnen. Es sind Spezialgeräte, wie z. B. der v. Grubersche Radialtriangulator und das Aschenbrennersche Übertragungsgerät, geschaffen worden, mit deren Hilfe die Identifizierung der Dreieckspunkte mit einer Genauigkeit erfolgt, welche diese Operation als Fehlerquelle neben dem Bodenrelief und der Bildneigung verhältnismäßig wenig zur Geltung kommen läßt.

Demgegenüber gewinnt also der Einfluß des Bodenreliefs und der Bildneigung erhöhte Bedeutung, und es muß daher hauptsächlich auf die Unschädlichmachung dieser Fehlerquellen hingearbeitet werden, wenn die Genauigkeit der Bildtriangulation eine wesentliche weitere Steigerung erfahren soll.

Was nun den zu solchem Ziel führenden Weg anbelangt, so ist derselbe hinsichtlich des Einflusses des Bodenreliefs durch die bekannte Eigenschaft der Nadirstrahlen unzweideutig vorgezeichnet: Bildtriangulationen sollten also als Nadirpunktstriangulationen ausgeführt werden.

Die Identifizierung der Bildnadire ist kaum schwieriger als die Identifizierung der Bildhauptpunkte und kann mit Hilfe der erwähnten Spezialgeräte mit großer Genauigkeit ausgeführt werden. Größeren Schwierigkeiten begegnet man bei der Ermittlung der Bildnadire.

Der Bildnadir läßt sich leicht bestimmen, wenn die Lage des Bildhauptpunktes, die Blickrichtung und die Bildneigung bekannt ist.

Der Bildhauptpunkt kann in der Regel als gegeben gelten. Was die Blickrichtung und Bildneigung anbelangt, so vermag die unmittelbare Bestimmung dieser Orientierungselemente einstweilen nicht höheren Genauigkeitsansprüchen zu genügen. Man ist also auf die mittelbare Bestimmung nach Paßpunkten angewiesen.

Nun besteht ja allerdings der Zweck der Bildtriangulation gerade in der Bestimmung der Paßpunkte; folglich können solche Punkte nicht ohne weiteres als gegeben vorausgesetzt werden. Immerhin erweist der zuletzt angedeutete

Weg sich doch als gangbar, wenn man sich eines entsprechenden Näherungsverfahrens bedient.

Ein solches Verfahren kann z. B. darin bestehen, daß man auf Grund der gegebenen Aufnahmen zunächst in üblicher Weise eine Bildhauptpunktstriangulation ausführt und auf diese Weise die für die mittelbare Bestimmung der äußeren Orientierung der einzelnen Aufnahmen erforderlichen Paßpunkte in erster Annäherung erhält. Auf dieser Grundlage kann dann die Blickrichtung und Neigung und damit die Lage des Bildnadirs der einzelnen Aufnahmen — ebenfalls in erster Annäherung — bestimmt werden.

Hierbei können die bekannten numerischen oder graphischen Verfahren angewandt werden. Man gelangt jedoch bequemer zum Ziel, wenn man ein Entzerrungsgerät benutzt. Nachdem das Originalnegativ im Entzerrungsgerät nach den durch die Bildhauptpunktstriangulation bestimmten Paßpunkten eingestellt ist, gibt die Richtung der größten Neigung des Projektionstisches die Blickrichtung im entzerrten Bilde an. Die entsprechende Richtung im Originalbilde kann dann leicht ermittelt werden. Ferner läßt sich die Bildneigung aus der unmittelbar festzustellenden Neigung des Projektionstisches ableiten.

Setzt man die Lage des Bildhauptpunktes als bekannt voraus, so kann nun auch die Lage des Bildnadirs in erster Annäherung ermittelt werden. Damit ist dann die Möglichkeit geschaffen, eine Nadirpunktstriangulation auszuführen und auf solche Weise die für die Bestimmung der äußeren Orientierung der einzelnen Aufnahmen erforderlichen Paßpunkte in zweiter Annäherung zu bestimmen. Auf dieser Grundlage kann dann die Blickrichtung und Neigung der einzelnen Aufnahmen in der früher angedeuteten Weise in zweiter Annäherung ermittelt und die Lage der Bildnadire entsprechend genauer bestimmt werden. Eine Wiederholung der Nadirpunktstriangulation mit den entsprechend verbesserten Bildnadiren liefert dann die Paßpunkte in dritter Annäherung usw. Gewöhnlich wird man sich aber wohl mit der Paßpunktsbestimmung in zweiter Annäherung begnügen können.

Damit wäre in allgemeinen Umrissen ein Verfahren angedeutet, das man wohl als „stufenweise Bildtriangulation“ bezeichnen könnte. Indem dieses Verfahren auf dem Umweg über eine Bildhauptpunktstriangulation zur Nadirpunktstriangulation führt, ist es wohl geeignet, den Einfluß von Höhenunterschieden des Geländes auszuschalten oder doch auf ein praktisch belangloses Minimum zu reduzieren und damit eine sehr wesentliche Fehlerquelle unschädlich zu machen.

Dagegen ist das angedeutete Verfahren an sich natürlich nicht geeignet auch den Einfluß der Bildneigung auszuschalten. Wohl aber können die bei der stufenweisen Bildtriangulation ohnehin zu bestimmenden Orientierungselemente — die Blickrichtung und die Bildneigung — benutzt werden, um den Einfluß der Bildneigung auf die Richtungen oder Winkel des Dreiecksnetzes der Bildtriangulation bzw. die an den aus den Bildern entnommenen Winkeln anzubringenden entsprechenden Verbesserungen zu bestimmen.

Ist die Neigung der Aufnahme und die Orientierung der betreffenden Richtungen in bezug auf die Horizont- bzw. Blickrichtung bekannt, so lassen diese Verbesserungen sich leicht berechnen, wobei die Benutzung entsprechender Ta-

bellen wesentlich zur Vereinfachung dieser Arbeit beitragen dürfte. Selbstverständlich liegt keine Veranlassung vor, die Verbesserungen wegen der Bildneigung schon bei der in erster Annäherung ausgeführten Bildhauptpunktstriangulation einzuführen. Es genügt diese Verbesserungen erst bei der in nächster Annäherungsstufe auszuführenden Nadirpunktstriangulation zu berücksichtigen.

Übrigens kann die Verbesserung der Richtungen bzw. Winkel wegen der Bildneigung auch auf optisch-mechanischem Wege nach einem entsprechenden Transformationsverfahren erfolgen. In solchem Fall gestaltet sich die stufenweise Bildtriangulation wie folgt:

Zunächst werden in der bereits angegebenen Weise die Paßpunkte in erster Annäherung bestimmt und zur näherungsweise Ermittlung der Bildnadire benutzt.

Nachdem die Bildnadire auf allen in Betracht kommenden Originalbildern identifiziert und markiert sind, wird jedes Bild nochmals in das Entzerrungsgerät eingelegt und das Gerät nach den in erster Annäherung bestimmten Paßpunkten eingestellt. Das unter solchen Umständen auf dem Projektionstisch erzeugte Bild kann in erster Annäherung als Aufnahme mit nadirwärts gerichteter Hauptachse gelten, die in diesem Bilde dargestellten Winkel sind also — sofern der Einfluß von Höhenunterschieden des Geländes nicht in Betracht kommt — mit den entsprechenden Horizontalwinkeln des Geländes in erster Annäherung identisch. Man kann daher bei der nun folgenden Nadirpunktstriangulation außer dem Einfluß des Bodenreliefs auch den Einfluß der Bildneigung näherungsweise ausschalten, indem man die erforderlichen Richtungen bzw. Winkel nicht aus dem Originalnegativ, sondern aus dem auf dem Projektionstisch des Entzerrungsgeräts erzeugten Bild entnimmt.

Soll zu diesem Zweck ein graphischer Richtungsauszug angefertigt werden, so genügt es, die Lage der Bildnadire im projizierten Bilde auf einem auf den Projektionstisch gelegten Zeichenpapier zu markieren. Beabsichtigt man jedoch die Richtungen bzw. Winkel mit Hilfe eines entsprechenden Spezialgeräts zu messen, so muß das projizierte Bild photographisch auf einer durchsichtigen Unterlage, etwa auf einer photographischen Platte, festgehalten werden. Dieses transformierte Bild vertritt dann bei der folgenden Nadirpunktstriangulation die Stelle des Originalnegativs.

Will man sich mit der Paßpunktsbestimmung in zweiter Annäherung nicht begnügen, so ist das Verfahren sinngemäß fortzusetzen, wobei mit jeder folgenden Näherungsstufe sowohl die Bildnadire als auch die Richtungen der entsprechenden Nadirstrahlen Verbesserungen erfahren, durch welche der Einfluß des Bodenreliefs bzw. der Bildneigung allmählich mehr und mehr ausgeschaltet wird.

In diesem Zusammenhang wäre noch einiges zu bemerken über die den aus Luftbildern entnommenen Winkeln anhaftenden Fehler.

Bei der Berechnung oder graphischen Konstruktion des Dreiecksnetzes von Bildtriangulationen pflegt man diese Fehler als zufällige zu behandeln. Sofern es sich um den Einfluß eines unregelmäßigen Bodenreliefs handelt, mag eine solche Handlungsweise gerechtfertigt sein. Dagegen haben die durch eine an sich zufällige Bildneigung verursachten Fehler zweifellos insofern systematischen

Charakter, als die Richtungen von einem gegebenen Bildpunkt ausgehender Strahlen einem durch ihre Orientierung im Bilde und die Neigung der betreffenden Aufnahme bedingten systematischen Einfluß unterliegen.

Vom Einfluß der Bildneigung werden sowohl die Richtungen bzw. Winkel als auch die Längenverhältnisse im Bilde betroffen. Durch die in üblicher Weise ausgeführte Bildtriangulation werden nun die Längenverhältnisse einigermaßen zurechtgestellt, ohne daß eine entsprechende Zurechtstellung der Winkel erfolgt.

Hierdurch werden in das Dreiecksnetz gewisse Spannungen hineingebracht, die als entsprechende Widersprüche zutage treten.

Überhaupt kann die unzutreffende Einschätzung des Charakters der aus der Bildneigung resultierenden Fehler zu unliebsamen Konsequenzen führen. Es ist z. B. der Fall denkbar, daß sämtliche bei einer Bildtriangulation benutzten Einzelbilder die gleiche Blickrichtung und Neigung haben. In solchem Fall sind also die aus benachbarten Bildern entnommenen entgegengesetzten Richtungen derselben Dreiecksseite wegen der Bildneigung mit systematischen Fehlern behaftet, die gleiche Absolutwerte, aber entgegengesetzte Vorzeichen haben.

Vorausgesetzt, daß außer der erwähnten Bildneigung keine sonstigen Fehlerquellen in Betracht kommen, muß sich also das Dreiecksnetz in einem solchen Fall mit den aus den Bildern entnommenen Winkeln widerspruchsfrei konstruieren lassen, ohne jedoch mit dem Dreiecksnetz identisch zu sein, welches den Horizontalprojektionen der betreffenden Winkel entspricht. Wohl aber bestehen zwischen beiden Dreiecksnetzen dieselben perspektivischen Beziehungen wie zwischen einem beliebigen, für die Bildtriangulation benutzten Einzelbild und dem Geländeplan.

Die einer solchen in sich widerspruchsfreien Bildtriangulation anhaftenden systematischen Fehler können durch eine graphisch auszuführende Entzerrung beseitigt werden, wenn das Dreiecksnetz mindestens 3 terrestrisch bestimmte Festpunkte enthält.

Praktisch dürfte es allerdings kaum vorkommen, daß sämtliche Einzelbilder die gleiche Blickrichtung und Neigung haben. Immerhin kann es sich wohl ereignen, daß eine größere oder kleinere Gruppe benachbarter Bilder ungefähr die gleiche Blickrichtung und Neigung aufweist. In solchem Fall kann es dann vorkommen, daß das Dreiecksnetz an der betreffenden Stelle keine nennenswerten inneren Widersprüche zeigt und dennoch mit beträchtlichen systematischen Fehlern behaftet ist.

Um solche Fehler erfassen, lokalisieren und sinngemäß ausgleichen zu können, empfiehlt es sich daher, das Gesamtnetz einer Bildtriangulation durch eine größere Anzahl eingestreuter terrestrisch bestimmter Festpunkte in Teile von mäßiger Ausdehnung zu zerlegen. Im übrigen lehrt diese Überlegung, daß eine gute innere Übereinstimmung der aus den Bildern entnommenen Winkel an sich noch keine zuverlässige Gewähr für die Genauigkeit der betreffenden Bildtriangulation bietet.

Der Fall, daß Gruppen benachbarter Bilder die gleiche Blickrichtung und Neigung haben, ist gewiß möglich, dürfte aber wohl nur ausnahmsweise vorkommen. Normalerweise muß damit gerechnet werden, daß die Einzelbilder eine mehr oder weniger verschiedene äußere Orientierung haben. Daher mögen die durch die Bildneigung verursachten Fehler der im Dreiecksnetz gemessenen Winkel in ihrer Gesamtheit als zufällige gelten können. Dieses ändert jedoch nichts daran, daß diese Fehler im Bereich eines jeden Einzelbildes einen ausgesprochen systematischen Charakter haben. Diesem Umstand kann Rechnung getragen werden, indem man die aus der Bildneigung resultierenden Fehler in jedem Einzelbild für sich als systematische behandelt und dementsprechend zurechtstellt. Die darauf im Dreiecksnetze noch nachweisbaren Widersprüche mögen dann als durch zufällige Fehler verursacht gelten.

Wie hier bereits ausgeführt worden ist, können bei der stufenweisen Bildtriangulation die Winkelfehler ihrem wahren Charakter gemäß in der eben angedeuteten Weise behandelt werden; also erscheint die stufenweise Bildtriangulation auch in dieser Hinsicht vorteilhaft.

Schließlich wäre noch ein Umstand zu erwähnen, mit dem zu rechnen ist, wenn die Dreieckspunkte der Bildtriangulation nicht frei gewählt werden, sondern durch die Orientierung der betreffenden Einzelbilder bestimmt sind, wie das bei Bildhauptpunkts- und Nadirpunktstriangulationen und auch bei stufenweisen Bildtriangulationen der Fall ist.

Es kann vorkommen, daß solche Dreieckspunkte in Stellen der Bilder fallen, die selbst bei Benutzung entsprechender Spezialgeräte keinen genügenden Anhalt für die Identifizierung geben.

In solchen Fällen können die betreffenden Richtungen unter Umständen nach dem von Rudel angegebenen Absteckverfahren ermittelt werden. Hierbei muß allerdings mit einem gewissen Einfluß der Höhenunterschiede des Geländes gerechnet werden. Man wird daher bei Bildhauptpunkts- und Zentralpunktstriangulationen das Absteckverfahren nur im Fall nahezu vollkommen horizontalen Geländes anwenden können. In diesem Zusammenhang möge ein kleiner Versuch des Geodätischen Instituts der Lettländischen Universität erwähnt werden, bei welchem bei einer Zentralpunktstriangulation in sehr ebenem Gelände mit der Anwendung des Absteckverfahrens sehr befriedigende Resultate erzielt wurden, und zwar ohne Benutzung irgendwelcher Spezialgeräte.

Bei der Nadirpunktstriangulation, auf die ja die stufenweise Bildtriangulation schließlich hinausläuft, liegen die Verhältnisse auch in dieser Hinsicht erheblich günstiger, da beim Abstecken von Nadirstrahlen der Einfluß der Höhenunterschiede des Geländes nicht in Frage kommt.

Die Genauigkeit des Absteckens ließe sich zweifellos erheblich steigern, wenn diese Operation unter Ausnutzung des stereoskopischen Effekts erfolgen könnte, was mit Hilfe entsprechend eingerichteter Übertragungsgeräte wohl möglich wäre.

Im Vergleich zu der gewöhnlichen Bildhauptpunkts- und Zentralpunktstriangulation hat die stufenweise Bildtriangulation allerdings den nicht un-

wesentlichen Nachteil, daß sie einen erheblichen Mehraufwand an Arbeit erfordert und dementsprechend teurer ist. Demgegenüber kann auf den hier angedeuteten Vorteil hinsichtlich der Genauigkeit hingewiesen werden. Ob dieser Vorteil den erwähnten Nachteil aufwiegen kann, ist eine Frage, die wohl nur auf Grund praktischer Erfahrung zu beantworten sein dürfte.

## **Der Bildfunk im Dienste der Photogrammetrie.**

Von Prof. G. S c h e w i o r, Münster i. W., Universität.

Die Verwendung des Bildfunks für photogrammetrische Zwecke ist bereits aus Anlaß des Zweiten Internationalen Kongresses Berlin 1926 durch den Verfasser angeregt worden. Persönliche Beziehungen zu Dr. Graf Arco führten damals zu eingehenden Erörterungen dieser Frage, mit dem Erfolge, daß Telefunken, Gesellschaft für drahtlose Telegraphie in Berlin, der Fernübertragung von terrestrischen und Aerophotogrammen näher trat. Die eingeleiteten Laboratoriumsversuche, an denen der Verfasser teilnehmen konnte, ließen gleich zu Beginn ersehen, daß das von Telefunken gemeinsam mit Prof. Karolus (Leipzig) entwickelte System hinsichtlich Schärfe und Verzerrungsfreiheit der Wiedergabe den photogrammetrischen Bedingungen genügen würde. Da auch die praktische Bedeutung des Problems als unbestritten festgestellt wurde, sind die Versuche weitergeführt worden, vor allem auch in dem Sinne, ob für die Übertragung etwa aus Flugzeugen oder Luftschiffen die Bilder-Sender und -Empfänger in Form besonderer Konstruktionen zu spezialisieren wären.

Grundsätzlich liegt bei allen Verfahren der Bildübertragung, deren Begründer Prof. Korn ist, an der Senderstelle eine Umwandlung von Lichtschwankungen in entsprechende Schwankungen eines elektrischen Gleichstromes vor, die von Korn und v. Mihaly mittels Selenzellen bewerkstelligt wird, dergestalt, daß der Leitungswiderstand sich mit der Stärke der Belichtung ändert. Das drahtlose System Telefunken-Karolus hingegen benützt unter Verwendung kurzwelliger Lichtstrahlen den sog. Photoeffekt in der Photozelle. Eine Rückwandlung von Strom in Lichtschwankungen an der Empfangsstelle geschieht hier durch den Kerreffekt, die Erscheinung, daß polarisiertes Licht dem Einflusse elektrischer Kräfte unterliegt.

Die Apparatur für die Fernübertragung besteht bei Telefunken an der Senderstelle aus einer Bildtrommel, d. h. einem Zylinder, um den das Filmphotogramm gelegt wird und der mit Hilfe eines Elektromotors um seine Achse gedreht, gleichzeitig aber in der Achsrichtung verschoben wird. Trifft das durch eine Sammellinse gehende elektrische Licht in feinem Strahl das Photogramm, so wird es auf die Photozelle, die zwischen Linse und Trommel liegt, zurückgeworfen. Je nach Dunkelheit des von dem Lichtstrahl getroffenen Bildpunktes wird das Licht mehr oder weniger absorbiert, wodurch ein in seiner Stärke wechselnder Strom erzeugt wird. Die verhältnismäßig schwachen Ströme



werden durch Elektronenröhren verstärkt, passieren sodann die Modulation und gelangen zur Senderantenne. An der Empfangsstelle werden die aufgefundenen modulierten Wellen in Gleichstrom umgewandelt, verstärkt und der Kerrzelle zugeführt, durch welche die von einer Bogenlampe ausgesandten Lichtstrahlen geleitet werden. Das aus dem Analysator der Kerrzelle kommende Licht wird, vereinigt durch eine Sammellinse, schließlich auf eine gleiche Bildtrommel, wie oben, gebracht, um die ein Filmblatt gelegt ist. Bei synchroner Bewegung der Trommeln am Sender und Empfänger, eine Forderung, die sich durch besondere Vorkehrung in weitestem Maße erfüllen läßt, wird eine urbildtreue Wiedergabe als Negativ gewonnen, das zur Auswertung im Sinne der Photogrammetrie weiter Verwendung findet.

Die Bedeutung solcher fernphotogrammetrischer Übertragungen, die für Forschungsreisen, für topographische und ingenieurtechnische Arbeiten in unwegsamen und unkultivierten Ländern, sodann insbesondere auch allgemein für militärische Zwecke erwünscht sein können, liegt einmal darin, daß die Bildphotogramme vor Verlust und Verderben geschützt sind, sodann daß die planmäßigen Auswertungen mit Hilfe der kostspieligen Geräte, deren Mitnahme zu gefährlich und untunlich erscheint, in voller Ruhe an den Ausgangsstellen der Expeditionen oder an sicheren Orten der Etappe usw. vorgenommen werden können. Andererseits lassen sich Rückfragen oder Anordnungen auf Wiederholung der photographischen oder photogrammetrischen Aufnahmen leicht auf gleichem Wege ermöglichen.

Das Interesse, das der angeregte Bildfunk im Dienste der Photogrammetrie bereits gefunden hat, zeigt sich darin, daß Dr. Eckener die umfangreiche Abhandlung des Verfassers über „Neuere Hilfsmittel für kartographische Aufnahmen“, die auch diesen Gegenstand behandelt, den Mitgliedern der Aeroarctic in Friedrichshafen 1929 bei der Bearbeitung der in Aussicht genommenen Nordpolfahrt mit dem Zeppelin-Luftschiff vorgelegt hat, zu der Graf Arco seitens Telefunken gegebenenfalls eine Spezialapparatur in Aussicht gestellt hat.

## **Photogrammetrische Bestimmung von irisierenden Wolken (Perlmutterwolken).**

Von Kaptein Th. Ween, Oslo, Norwegen.

In den Jahren 1871—1892 beobachtete man in Oslo mehrmals die merkwürdige Naturerscheinung der sogenannten irisierenden Wolken oder „Perlmutterwolken“. Der verstorbene Professor H. Mohn hat eine ausführliche Abhandlung darüber geschrieben und er versuchte die Höhe dieser Wolken dadurch zu bestimmen, daß er sie in dem Augenblicke beobachtete, wo ihre direkte Bestrahlung aufhörte. Es ergaben sich hierbei sehr große Höhen — von 23—140 km — doch war das Verfahren höchst unsicher und mit so vielen Fehlerquellen verbunden, daß das Ergebnis wahrscheinlich illusorisch war.

Im Dezember 1926 gelang es Professor Störmer von seinen zwei Nordlichtstationen aus gleichzeitige Aufnahmen dieser Wolken zu machen, und diese ermöglichten eine Berechnung der Höhe, Lage und Geschwindigkeit, und zwar mittels des Verfahrens, das Störmer bei entsprechenden Untersuchungen über photogrammetrische Höhenmessungen des Nordlichtes ausgearbeitet und angewendet hat.

Im Februar 1929 und März 1930 wurden ebenso mehrere Aufnahmen gemacht, — die Wolken waren im ersten Fall bis 3 Stunden nach dem Sonnenuntergang sichtbar, so daß auch die Sterne zwischen den Wolken ganz sicher identifiziert werden konnten. Die Berechnung wurde deshalb ziemlich einfach, doch machten sich auch hier mehrere Fehlerquellen geltend, nämlich:

1. die Objektive (1 : 4) waren nicht orthoskopisch,
2. die zwei Aufnahmekammern waren verschieden — verschiedene Brennweiten usw.

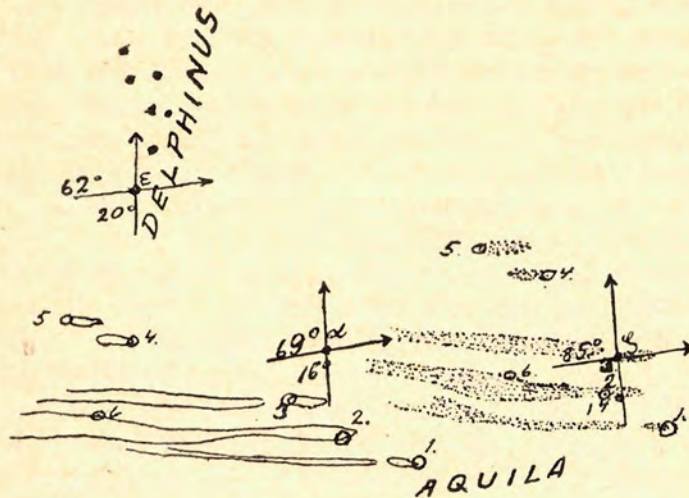


Fig. 1.

Professor Störmer benutzte bei den Messungen eine einfache Lichtbildmaschine. Er vergrößerte die zwei zusammengehörigen Aufnahmen etwa fünfmal, und so, daß der Abstand zwischen den erkennbaren Sternen auf den Doppelaufnahmen gleich wurde. Auf diesen Vergrößerungen konnte er dann die Parallaxe ausmessen und dadurch die Lage und Höhe bestimmen.

Ich anerkenn mich, in Zusammenarbeit mit Professor Störmer, dieselben Bestimmungen mit dem Stereokomparator auszuführen unabhängig von den seinigen, nach demselben Stereogramm, das Störmer benützt hatte.

Beide Originalplatten wurden zuerst umphotographiert, so daß ich mit derselben Brennweite rechnen konnte, und dann in den Komparator eingesetzt, und nach den Sternen  $\epsilon$  Delphini samt  $\alpha$ ,  $\delta$ , Aquilae gegenseitig orientiert.

Es ergab sich gleich (wie ich erwartet hatte), daß die Unendlicheinstellung für die drei Sterne nicht gleichzeitig möglich war, also, daß entweder die Objektive nicht orthoskopisch, oder das Umphotographieren nicht

genau genug waren. (Die Apparate waren ja, wie oben gesagt, ziemlich primitiv.) Ich orientierte dann nach Linien und rechnete mit den Mittelwerten der Messungen nach den drei genannten Sternen.

Es war ziemlich schwierig, stereoskopisch auf die Wolken einzustellen. Für 6 Punkte gelang es jedoch ganz gut. Die Lage der Wolken zwischen den Sternen auf den zwei Bildern geht aus dem Bild hervor, wo die 6 Punkte numeriert sind.

Die Basis war etwa 27 km.

Wenn man die verschiedenen Fehlerquellen der primitiven Apparate und der einfachen Methode in Betracht zieht, stimmt die Berechnung ganz gut, indem man vermutlich davon ausgehen kann, daß die stereoskopischen Messungen im Komparator die sichersten Resultate geben.

Folgende Aufstellung zeigt den Unterschied zwischen den Komparatormessungen und den ersten graphischen Messungen, indem nämlich Professor Störmer später neue, genauere Messungen hat ausführen lassen, die sich den Komparatormessungen viel mehr nähern.

Punkt	Im Komparator ausgef. Mess.		Graph. ausgef. Mess.
	Höhe	Abstand	Höhe
1	26·28 km	150·4 km	25·6 km
2	26·75 "	130·7 "	25·1 "
3	24·80 "	108·6 "	24·3 "
4	25·33 "	87·7 "	23·0 "
5	25·45 "	81·85 "	23·9 "
6	24·97 "	107·4 "	22·3 "

Unsere künftigen Arbeiten gehen natürlich darauf aus, eine sichere Aufnahmemethode auszuarbeiten, indem ich durch das Entgegenkommen des Direktors der norwegischen Landesaufnahme die zwei Photo-Theodolite des Amtes zu künftigen Arbeiten benützen darf. Zu diesem Zweck habe ich letzten Winter zwei Stationen in der Nähe von Oslo bestimmt und an die Landes-triangulation angeschlossen. — Der Abstand zwischen diesen beiden Stationen ist etwa 5 km und ich kann von ihnen aus durch den Fernsprecher veranlassen, daß gleichzige und — wenn gewünscht — parallele Aufnahmen in der Richtung gemacht werden, wo die irisierenden Wolken auftreten (in der Nähe der Sonne beim Untergang — Dezember, Januar).

Die Koordinaten der Stationen sind bestimmt worden, ebenso die Azimute nach einem auf beiden Stationen sichtbaren Triangulationspunkt. Die beliebige wünschbare Aufnahmerichtung kann so leicht eingestellt werden.

Das Photographieren erfolgt gewöhnlich mit rotem, grünem oder violetter Filter auf panchromatische Platten. Die Kontraste werden mit rotem Filter am besten.

## Collimateur pour l'étude ou le réglage des objectifs de photographie Aérienne.

Par M. LENOUEVEL, professeur.

La photographie Aérienne impose l'emploi d'objectifs de bonne qualité correctement réglés. L'étude des objectifs photographiques m'a conduit à une méthode d'essai basée sur l'emploi de trames, qui permet de déterminer et de mesurer les différentes aberrations. Les meilleurs objectifs présentent des aberrations notables et leur influence sur la qualité des images ne peut être déterminée que si l'opérateur a pratiqué des essais nombreux et simultanés par méthode optique et photographique. Le réglage d'un appareil sur l'infini par trame présente aussi quelque incertitude; l'essai photographique indique d'ailleurs des résultats qui dépendent des émulsions et des traitements ultérieurs.

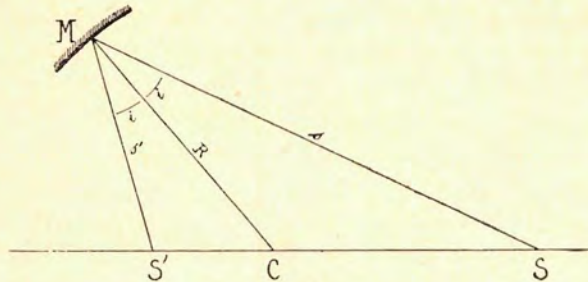


Fig. 1.

La visée d'objets à l'infini n'est pas toujours possible dans nos climats; il faut faire usage de collimateurs bien corrigés. Ces instruments sont d'une réalisation très délicate et leur construction est très onéreuse. Un laboratoire d'optique doit en posséder plusieurs pour pouvoir étudier les objectifs de différents foyers. Il m'a paru avantageux de remplacer les collimateurs classiques par un instrument simple, ne présentant aucune aberration: cet instrument est un miroir sphérique concave, facile à réaliser avec une très grande perfection.

On sait qu'un faisceau lumineux issu d'une source ponctuelle réfléchi par un miroir sphérique donne naissance à deux focales: la focale sagittale est, par raison de symétrie, une droite rigoureuse confondue avec l'axe secondaire passant par le centre du miroir et la source lumineuse. Sa position moyenne est donnée par la formule:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2 \cos i}{R} \text{ (fig. 1) d'où } \frac{1}{s'} = \frac{2 \cos i}{R} - \frac{1}{s};$$

cette focale sera rejetée à l'infini pour les valeurs de  $i$  et de  $s$  qui satisfont à la condition  $\frac{2 \cos i}{R} - \frac{1}{s} = 0$  soit  $2 s \cos i - R = 0$ . La solution la plus avan-

tageuse correspond à  $s = R$  et  $\cos i = \frac{1}{2}$  c'est à dire  $i = 60^\circ$ .

La position de la source est facile à déterminer: pour  $i = 0$  la source est en coïncidence avec son image. Une rotation du miroir autour d'un axe passant par son sommet de 60 degrés assure automatiquement le réglage. La disposition des rayons est indiquée sur la figure 2.  $T'$  est la focale tangentielle; c'est une droite perpendiculaire au plan de figure à une distance du miroir de  $\frac{R}{3}$ .

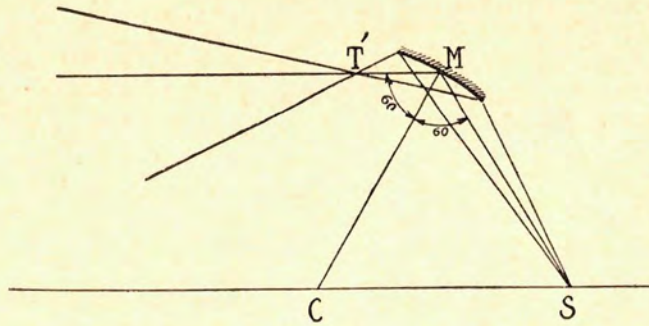


Fig. 2.

Si on dispose l'objectif à essayer aux environs de la focale tangentielle, l'image de la focale sagittale se forme dans le plan focal, c'est une droite épaissie aux extrémités en forme de 8. Les extrémités de la focale ne sont pas à l'infini, leur distance est facile à calculer en fonction du rayon de courbure et de l'ouverture du miroir (fig. 3).

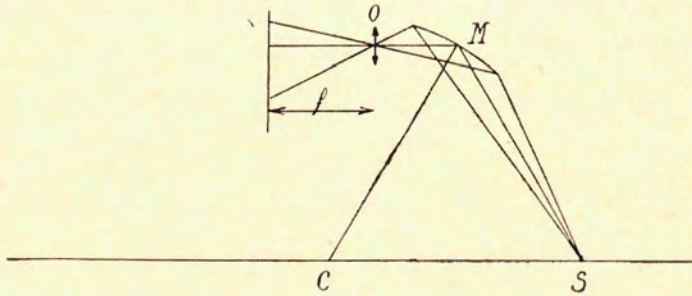


Fig. 3.

Pour un réglage correct, l'amincissement maximum est au milieu de l'image. L'emploi d'une source constituée par plusieurs points lumineux formant une droite perpendiculaire au plan de figure facilite l'observation de la plage d'amincissement.

Les rayons lumineux ont traversé l'objectif selon une droite, l'expérience m'a montré que les résultats obtenus suffisent à définir le réglage. Pour une étude plus complète, il y aura lieu de déplacer l'appareil par translation perpendiculaire au rayon moyen pour utiliser différentes plages de l'objectif.

La disposition particulière des rayons lumineux permet aisément l'application de méthodes dérivées de la méthode **d'Hartmann**. L'étude de l'astigma-

tisme est obtenue en faisant tourner l'appareil autour d'un axe qui coïncide avec la focale tangentielle. Une modification facile à imaginer permet l'étude des deux focales.

Le collimateur ainsi réalisé permet la réalisation d'un spectrographe pour sensitométrie.

Les rayons lumineux qui concourent en un point de la focale s'appuient sur un arc de cercle, intersection du miroir par une sphère dont le centre est la source. Il est facile, par l'emploi d'un diaphragme de forme convenable de limiter le flux lumineux relatif à chaque point de l'image (fig. 4). Le spectre obtenu à la sortie d'un appareil dispersif, prisme ou réseau, permet l'étude de la sensibilité des émulsions.

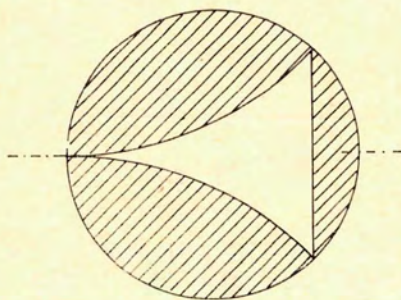


Fig. 4.

L'essai de petites quantités de matières absorbantes est particulièrement aisée: le faisceau utilisé a une section réduite, soit à la source ponctuelle, soit à la focale tangentielle.

## Referate.

Disposition zu dem Vortrage:

**Auswertung weitwinkliger Luftaufnahmen.** Von Geh. Rat Dr. S. Finsterwalder in München.

1. Weitwinklige Luftaufnahmen (über  $100^\circ$  Bildfeld) können unter Voraussetzung eines einigermaßen ebenen Geländes bis auf  $15'$  genau gegen das Lot orientiert und die darauf befindlichen eigenen und fremden Nadirpunkte mittels einfacher Formeln ausgerechnet werden.

2. Auf Grund dieser umgerechneten Nadirpunkte ist eine genaue Nadirtriangulation der Lage nach möglich.

3. Mittels dieser Lagetriangulation können für jede Luftaufnahme Höhen bezogen auf eine bis auf  $15'$  genähert wagrechte Ebene gerechnet werden.

4. Die Höhe benachbarter, übereinandergreifender Aufnahmen können einfach auf die gleiche genähert wagrechte Ebene umgerechnet werden.

5. Sind von den so gerechneten Höhen mindestens 3 bekannt, so können alle auf eine wirklich wagrechte Ebene bezogen werden.

6. Dann kennt man auch von allen zugehörigen Aufnahmen die wahren Nadirpunkte.

7. Um diese mit den wahren Nadirpunkten versehenen weitwinkligen Aufnahmen für Auswertegeräte geringen Gesichtsfeldes zugänglich zu machen, wird nicht ein ähnliches Modell des Geländes, sondern ein in der Lotrichtung vielfach affin verzerrtes Modell der Auswertung unterzogen. In diesem verzerrten Modell sind die bild-erzeugenden Strahlenbündel nicht mehr weitwinklig. Die mit verzerrten Luftaufnahmen können aus den ursprünglichen durch Zuhilfenahme eines Entzerrungsgerätes umgebildet werden.

8. Für diese Umbildung werden einfache Formeln aufgestellt, die die Einstellwerte des Entzerrungsgerätes liefern und auch die Brennweite des Auswertegerätes berücksichtigen.

9. Die Einpassung auf Stereoeffekt dieser umgebildeten Aufnahmen im Auswertegerät ist dadurch sehr vereinfacht, daß die Achsen der beiden Projektionskammern des Auswertegerätes von Anfang an parallel sind und bleiben.

10. Auf diese Weise können aus 2 weitwinkligen Luftaufnahmen Hunderte von Quadratkilometern in Maßstäben  $1 : 50.000$ — $1 : 200.000$  in einem Stück einheitlich ausgewertet und mit Höhenschichten versehen werden. Eine gewisse Schwierigkeit bereitet nur die Erdkrümmung, da diese das Auswertegerät nicht berücksichtigt.

11. Die mögliche Genauigkeit ist bei 50 mm Brennweite der Aufnahmekammer und der Ausmeßgenauigkeit der Bilder auf 0.01 mm auf 1—2 mm in Lage und Höhe zu schätzen.

Disposition für das Referat:

**Das topographische Ergebnis der Alai-Pamir-Expedition 1928 (mit Lichtbild).** Von Dr. Richard Finsterwalder, Privatdozent an der Technischen Hochschule Hannover.

1. Überblick über das Expeditionsgebiet und die Expeditionsaufgaben.
2. Photogrammetrische Aufnahme
  - a) im Wüstengebiet am Karakul,
  - b) in den Gebirgen Seltau und Transalai,
  - c) in den Steppen des Alaitals.

3. Die Bestimmung des Festpunktsnetzes.
  - a) Genaue geographische Ortsbestimmungen.
  - b) Triangulationen.
  - c) geographische Azimutbestimmungen als Hilfsmittel zur Triangulation.
4. Die Auswertung des Materials.
5. Die fertigen Karten.
6. Erfahrungen für künftige ähnliche Arbeiten.

Disposition zu dem Referat:

**Letzte Entwicklung der Auswertegeräte in Deutschland.** Von Prof. Dr. O. von Gruber, Jena.

Vom Einzelbild zum Mehrfachbild.  
 Aufgaben und Voraussetzungen.  
 Grundelemente und Konstruktionen.  
 Möglichkeiten und Grenzen.

Disposition zu dem Referat:

**Bildtriangulierung eines 10.000 km<sup>2</sup> umfassenden Gebietes mit der neuen Panoramenkammer der Photogrammetrie G. m. b. H. München.** Von Dipl. Ing. Claus Aschenbrenner, München.

Einleitung: Umgrenzung der Aufgabe: Bestimmung der Lage einer größeren Anzahl von Geländepunkten in einem Gebiet von 10.000 km<sup>2</sup> Umfang durch Bildtriangulierung aus Aufnahmen mit der Panoramenkammer. Als Ausgangspunkte stehen für das ganze Gebiet nur zwei bekannte Punkte zur Verfügung. Die Aufnahme und Auswertung findet unter staatlicher Kontrolle statt.

Erster Abschnitt: Die Durchführung der Bildtriangulierung.

- I. Anlage des Fluges, Überdeckungsverhältnisse.
- II. Besonderheiten der Netzerkundung auf den umgebildeten Aufnahmen.
- III. Die Ausmessung der Bilder.
- IV. Die Verwertung der Messungen. Gründe für die Wahl des rechnerischen Verfahrens an Stelle des graphischen Verfahrens. Beschreibung des Rechenverfahrens und Bericht über die dabei gemachten Erfahrungen. Zeitbedarf.

Zweiter Abschnitt: Genauigkeitsuntersuchung.

- I. Die zur Prüfung der Genauigkeit angewandte Methode.
- II. Das Genauigkeitsergebnis und seine Diskussion.

Dritter Abschnitt: Ausblick auf die Verwertung der Bildtriangulierung als Unterlage für weitere kartographische Arbeiten.

- I. Mittels Einbildauswertung, Herstellung von Photokarten.
- II. Mittels Doppelbildauswertung, Herstellung von Höhenschichtenkarten.

Disposition zu dem Vortrage:

**Staatliche Bildstelle (Meßbildanstalt) Berlin.** Von J. Unte.

Im Gegensatz zu Geländeaufnahmen spielt die Objektivverschiebung bei Architekturaufnahmen eine große Rolle und führt zu Schwierigkeiten und Fehlern, wenn die ObjektivEinstellung auf der Zentimeterskala eine unsaubere und demgemäß die zugehörige Angabe eine irrige war. Denn diese meist Bruchteile von Millimetern betragenden Fehler eines Bildes (1) können wegen der allen alten Bauwerken eigenen Unregelmäßigkeiten nicht mit Sicherheit durch Verlängerung der fluchtenden Linien berichtigt werden, weil diese häufig keinen gemeinsamen Schnittpunkt haben. Auf



einem anderen, als einwandfrei festgestellten Bilde (2) aber lassen sich meist zwei auch auf dem Bilde 1 sichtbare Punkte finden, deren Projektion in einer seiner Bildebene nahezu parallelen Verbindungslinie liegen, und deren Höhenunterschied darum sicher festzustellen ist, während die Verbindungslinie dieser selben Punkte auf dem Bilde 1 (mit falschem Horizont) mit dessen Bildebene einen Winkel bildet. Wird dann der aus dem Bilde 2 ermittelte richtige Höhenunterschied durch Addition einer angemessenen Höhenzahl derartig erweitert, daß ein Parallelogramm mit vertikalen und horizontalen Seiten entsteht, und wird die perspektivische Größe jener angenommenen Höhenzahl für das Bild 1 errechnet und in dieses eingezeichnet, so schneiden sich die nun perspektivisch horizontalen Seiten des hilfswise erzeugten Parallelogramms in einem Punkte des richtigen Horizontes.

Disposition zu dem Referat:

**Die Wirtschaftlichkeit terrestrischer stereophotogrammetrischer Aufnahmen.** Von Dr. Wodera, Wien.

1. Allgemeine Kosten nach Tarifsätzen für verschiedene Vermessungsarbeiten.
2. Anschaffungspreis der verschiedenen Apparaturen (Zeiß, Heyde, Wild), Spezialgeräte, Universalgeräte.
3. Der Wert des Grundstückes — die Vermessung nur dort, wo ein wirtschaftlicher Zweck, selten, wo ein wissenschaftlicher Zweck auftritt.
4. Der Maßstab, die geforderte Genauigkeit, Schichtenlinienabstand.
5. Die Geländeform (Überhöhungen, Basismöglichkeit).
6. Ergänzungsmessungen (primäre Anlage der Vermessung).
7. Die Witterungseinflüsse.
8. Die Disposition und Gliederung nach den einzelnen Arbeitsvorgängen.
9. Die Möglichkeit mehrfacher Verwendung derselben Grundlagen, des Operates oder seiner Teile (Detailaufnahmen für Detailprojekte, Großaufnahmen für Landestopographische Zwecke).
10. Der Staat als Vermessungsorgan.
11. Der Privatingenieur als Vermessungsorgan.

Disposition zu dem Referat:

**Fünf Jahre hamburgische Luftbildpraxis staatlicher Regie.** Von Vermessungsrat Nüsse, Hamburg.

- I. Gründe für die Einrichtung des eigenen Luftbildbetriebes.
  - a) Unvorhergesehene, zu beschleunigende Schaffung großer Kartenwerke.
  - b) Ausdehnung des Arbeitsfeldes auf das gesamte niederelbische Wirtschaftsgebiet.
  - c) Witterungsverhältnisse Hamburgs.
  - d) Luftbildforderungen der übrigen technischen Zweige und Behörden.
- II. Versuche im ersten Flugjahr mit fremden Maschinen, Besatzungen und Geräten.
  - a) Technisches Ergebnis.
  - b) Wirtschaftliches Ergebnis.
- III. Der Luftbildbetrieb von heute.
  - a) Flugzeuge.
  - b) Bildgeräte.
  - c) Besatzung.
  - d) Arbeitsweise.

## IV. Leistungen

- a) im Interesse der reinen Vermessung,
- b) für die übrige Technik.

## V. Kosten.

## VI. Ausblick.

Disposition zu dem Referat:

**Die neue vollautomatische Panoramenkammer der Photogrammetrie G. m. b. H. München.** Von Dipl. Ing. Claus Aschenbrenner, München.

Einleitung: Der Zweck der Panoramenkammer und die daraus sich ergebenden besonderen Bedingungen für die konstruktive Ausgestaltung.

Erster Abschnitt: Der Kammerkörper. Aufbau, Einzelheiten der Optik und des Verschlusses, die Nebenapparate im Kammerkörper: Höhenmesser, Libelle, Uhr und Zählwerk.

Zweiter Abschnitt: Die Filmkassette. Allgemeiner Aufbau, Dimensionierung, der Transportmechanismus, die Anpreßvorrichtung.

Dritter Abschnitt: Die Kammer im Betrieb. Einbauvorrichtung, halbautomatischer Betrieb mit Handauslösung, vollautomatischer Betrieb mit dem zugehörigen Intervallometer. Erfahrungen im praktischen Betrieb.

Disposition zu dem Referat:

**Die Orientierung von Flugzeugaufnahmen gegeneinander und gegen das Lot mittels stereographischer Projektion.** Von Prof. Dr. Koppmair, Graz.

- I. Kurze Übersicht über die bisherigen Versuche (Sturm, S. Finsterwalder, Doležal, v. Sanden, Labussière).
- II. Die streng mathematische Lösung der Aufgabe.
- III. Übertragung der Lösung auf die stereographische Projektion.
- IV. Mechanisches Gerät.
- V. Rechnerische Lösung des Problems.
- VI. Aussichten.

**Vorschläge der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie betr. Diskussionsfragen für die Kommissionsberatungen.**

Kommission 1: Vorbereitung der Feldarbeit; Transport der Instrumente im Hochland; Stationierung und örtliche Messungen; Ausfüllung uneingesehener Räume (weiße Flecken) und dafür dienende Instrumente; Ausmessung und Ergebnisse.

Kommission 2: Für welche Aufgaben eignet sich der Luftbildplan? Neuerungen an Entzerrungsgeräten; wann ist ein Entzerrungsgerät als „Automatisch“ zu bezeichnen? Verfahren zum Einpassen der Bilder; Entzerrungsunterlagen.

Kommission 3: Bedingungen des stereoskopischen Sehens; Neuerungen an Ausmeßmaschinen; Möglichkeiten und Grenzen der Luftbildmessung; welche Fehlergrenzen sind aufzustellen?

Kommission 4: Vereinfachungen im Ausgleichen der Bildtriangulation; Panoramen- und Koppelkammern für den Folgebildanschluß; welches Maß der Überdeckung ist nötig? Genauigkeitsuntersuchungen und Ergebnisse.

Kommission 5: Jetzige Ausmeßmethoden für Röntgenbilder; Körpermessung (für industrielle, landwirtschaftliche, kriminelle und ähnliche Zwecke).

Wünsche von Ing. Beyerlein, Röntgen-Stereo-Werk, München.

1. Festlegung des Begriffes „unmittelbare Raumbildmessung“ im Röntgenbild. 2. Grenzen der sog. „subjektiven raumrichtigen Wahrnehmung“ und ihre Bedeutung für die stereoskopische oder stereometrische Röntgendiagnostik. 3. Beschränkungen des Wheatstoneschen Systems im Vergleich zu den heutigen Forderungen moderner Röntgenlaboratorien und der Röntgenbilderzeugung. 4. Erfahrungen über die Unterscheidungsmöglichkeit beim praktischen Arzt zwischen orthostereoskopischem, tautomorphem und sog. pseudostereoskopischem (vielleicht besser „retrospektivem“ genannt) Stereoskopbild. 5. Zweckmäßige Verzerrungsmöglichkeiten des Röntgenraumbildes. 6. Zweckmäßigkeit und Notwendigkeit der Unabhängigkeit der Vermessung von der Betrachtung. 7. Die Möglichkeiten der direkten Nachbildung im gesehenen Raumlichtbild und die Möglichkeit der Übertragung aus dem stereometrischen Bilde auf festes Material (direkte Raumkurvenübertragung). 8. Aufnahmemöglichkeiten und das Problem der Röntgenstereomomentaufnahme für bewegliche Organe.

Kommission 6a: Beseitigung von Einstellfehlern (Horizont) bei Architekturmessungen. Bildfunk im Dienste der Photogrammetrie.

Kommission 6b: Photogrammetrische Messungen im Dienste der Meteorologie, der Astronomie, der Ballistik u. dgl.

Kommission 7: Aufgaben, Leistungen und Kosten der Photogrammetrie; welche Ersparnisse an Zeit und Personal?

Kommission 8: Objektive für Meßzwecke; Mehrfach- und Wechselkassetten; Antrieb insbesondere für Reihenbildner; Verschlüsse, Hilfsgeräte; Normung.

Kommission 9: Steigerung der Lichtempfindlichkeit, des Auflösungsvermögens und der Haltbarkeit der Aufnahmeschicht; Verhalten verschiedener Filme bei und nach dem Entwickeln (Schrumpfung); Ausstattung eines Photolaboratoriums; Reduktionsmaschinen und Verfahren.

Kommission 10a: Geräteausrüstung für einen Ausbildungskursus; Einteilung der Vorträge und der praktischen Übungen; Prüfungsarbeiten.

Kommission 10b: Vorbildung des Nachwuchses für Luftbildpersonal; Ausbildung desselben in der Aufnahmetechnik, im Photolaboratorium, im Entzerrungsverfahren und in sonstigen Auswertarbeiten.

Kommission 11a: Anforderungen an ein Bildflugzeug; Eignung verschiedener Flugzeugtypen für die Bildaufnahme.

Kommission 11b: Anlage eines Bildfluges; Geräte und Verfahren zur Einhaltung des geplanten Bildfluges.

## Bücherbesprechungen.

**Bericht über zwei Abhandlungen zur geometrischen Theorie der Photogrammetrie** von Hofrat Th. Schmid in Wien, o. ö. Professor der Technischen Hochschule i. R.

Zur geometrischen Theorie der Photogrammetrie hat Österreich in den letzten Jahren zwei schöne Beiträge geliefert, welche in den „Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften in Wien“ erschienen sind.

I. F. Palm, Über Flächen und Kurven gleicher Parallaxe bei stereophotogrammetrischen Aufnahmen, 136. Bd. (1927).

Zuerst hat sich A. Freih. v. Hübl in den „Mitteilungen des militärgeographischen Institutes“, 24. Bd. (1904), mit den Linien gleicher Parallaxe beschäftigt und C. Pulfrich stellte eine Vorrichtung zur Versinnlichung dieser Linien her (Zeitschrift für Instrumentenkunde, 32. Jg. [1912]). Dann haben H. Döck und R. Heinz die Linien und Flächen gleicher Parallaxe im „Internationalen Archiv für Photogrammetrie“, Bd. 5 (1919), mit Hilfe der analytischen Geometrie eingehend behandelt, wobei die beiden Lagen des Aufnahmeapparates ganz allgemein vorausgesetzt waren. In der oben genannten Arbeit hat nun F. Palm gezeigt, daß die Aufgabe mit Hilfe der projektiven Geometrie viel einfacher und klarer gelöst werden kann.

Jeder Punkt  $P$  ergibt zwei Bildpunkte  $P'$ ,  $P''$ , welche auf den beiden Platten eine gewisse Koordinatendifferenz ( $x_1 - x_2$ ) aufweisen, die man Parallaxe  $a$  des Punktes  $P$  nennt. Soll diese gleich bleiben, so müssen  $P'$  und  $P''$  auf entsprechenden Strahlen kongruenter Parallelstrahlbüschel von den Richtungen  $y_1$  und  $y_2$  liegen. Aus den Sehpunkten projiziert, ergeben sie projektive Ebenenbüschel, welche eine Regelschar einer Fläche 2. Grades erzeugen. Alle Punkte dieser Fläche haben gleiche Parallaxe. Der Regelschar gehört auch die Schnittgerade  $v$  der beiden Verschwindungsebenen an, und zwar als zwei benachbarte Erzeugende.

Für  $a = 0$  sind die Ebenenbüschel kongruent und ergeben ein orthogonales Hyperboloid. Die Punkte mit bestimmter erster und bestimmter zweiter Parallaxe liegen auf der Schnittlinie zweier Hyperboloide mit der gemeinsamen Erzeugenden  $v$ , also auf einer Raumkurve 3. Ordnung. Die Punkte ohne 1. und 2. Parallaxe, deren Bilder also beim Aufeinanderlegen der Platten koinzidieren, liegen auf einer Koinzidenzlinie 3. Ordnung. (Vergleiche Th. Schmid, Monatshefte f. Math. u. Ph., IV. Jg. [1883].)

II. L. Hofmann, Über den Zusammenhang des Problems der Projektivität mit den Beziehungen zwischen inzidenten Geraden und Ebenen im vierdimensionalen Raum (mit einer Anwendung auf die Photogrammetrie), 138. Bd. (1929).

In der Abhandlung von Th. Schmid über die Koinzidenzaufgabe der Darstellenden Geometrie des vierdimensionalen Raumes (Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 137. Band [1928]) ist eine Abbildung der Punkte  $P$  des vierdimensionalen Raumes auf die Punktepaare  $P'$ ,  $P''$  einer Ebene behandelt, bei welcher einer Gerade  $g$  zwei projektive Punktreihen  $g'$ ,  $g''$  und einer Ebene  $\varepsilon$  zwei kollineare Felder  $\varepsilon'$ ,  $\varepsilon''$  entsprechen. Auf Grund dieser Abbildung wird ein Zusammenhang zwischen den von C. Segre (Rendiconti del circolo mat. di Palermo, II. Bd. [1888]) gefundenen Inzidenzbeziehungen der Geraden und Ebenen des vierdimensionalen Raumes mit dem „Problem der Projektivität in der Ebene“ hergestellt, insbesondere führt die Aufgabe „zu 6 Ebenen des  $R_4$ , von denen keine 5 assoziiert sind, die 5 Treffgeraden zu finden“ auf das eigentliche Problem der Projektivität, und zwar ergeben sich die 3 Lösungen der Aufgabe unmittelbar als gemeinsame Elemente zweier Kegelschnitte, die schon ein bekanntes gemeinsames Element besitzen. Aus diesen Betrachtungen erhält man auch eine lineare Konstruktion der Kernpunkte für zwei photographische Aufnahmen eines räumlichen Objektes aus den Bildern von 8 Punkten (ohne Kenntnis der inneren Orientierung).

Manche Leser werden sich vielleicht durch die Heranziehung des vierdimensionalen Raumes abschrecken lassen; wer aber näher darauf eingeht, wird bald sehen, daß es sich nur um eine natürliche Erweiterung der Darstellenden Geometrie des dreidimensionalen Raumes handelt, wenn auch eine Rekonstruktion nicht mehr möglich ist.