

C2. 2691

Bildmessung und Luftbildwesen

Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie e. V.

Beilage

zu

Heft 24 der Allgemeinen
Vermessungs-Nachrichten

vom 15. Dezember 1940



Heft 3

XV

Dezember 1940

Verlag: Herbert Wichmann, Berlin-Grünental



Bildmessung und Luftbildwesen

Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie e. V.

XV - 1940 - 3

Inhalt:

Löschner: Der photogrammetrische Plan als Grundlage für Projekte des Bauingenieurs	Seite 81
Roos: Über die Lage der Projektionszentren bei einem Objektiv und ihre Bedeutung in der Bildmessung	Seite 88
Jensen: Untersuchung von Phototheodolitkammern	Seite 96
Bonczek: Der Einsatz des Luftbildes zur Schaffung der Planungsunterlagen bei dem Großbauvorhaben „Stadt des KdF.-Wagens“	Seite 100
Gedenktage	Seite 105
Vereinsnachrichten	Seite 106
Bücherbesprechung	Seite 108

Bildmessung und Luftbildwesen erscheint viermal im Jahre.
Bezug durch die Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie e. V.
oder als Beilage der Allgemeinen Vermessungs-Nachrichten
(Verlag: Herbert Wichmann, Berlin-Grünwald)
Preis des Einzelheftes 2.50 RM.



Bildmessung und Luftbildwesen

Beilage

zu den Allgemeinen Vermessungs-Nachrichten

Schriftwalter: W. Geßner, Berlin SW 29, Flughafen

Verlag Herbert Wichmann, Berlin-Grünwald, Königsallee 21, Fernsprecher 971993

Nachdruck nur mit ausdrücklicher Genehmigung gestattet

Aufsätze und Fachberichte für das nächste Heft bitten wir bis zum 1. Februar 1941 an Dir. Geßner zu senden

15. Jahrgang

Dezember 1940

Heft 3

Der photogrammetrische Plan als Grundlage für Projekte des Bauingenieurs

Von Dipl.-Ing. Dr. techn. Fritz Löschner in Kaprun,

Leiter der Vermessungsarbeiten der Alpen-Elektrowerke A.-G. (dzt. Tauernwerk).

I.

Die Planherstellung für Zwecke des Bauingenieurs verlangt in der Regel nicht nur gründliche Kenntnisse aus dem Gebiete des reinen Vermessungswesens, sondern auch mehr oder weniger gründliche Kenntnisse aus dem Fachgebiete, dem der zu projektierende Bau angehört. Es bringt deshalb nicht zu unterschätzende Vorteile, wenn die geodätischen Aufnahmen von jenen Ingenieuren ausgeführt werden können, denen später die Projektierung überlassen werden soll oder die dabei mit tätig sein sollen. Diese Vorteile sind nicht nur fachtechnischer, sondern insbesondere auch wirtschaftlicher Natur. Ganz besonders wichtig erscheint hier die richtige Einstellung des notwendigen Genauigkeitsgrades der Höhenverhältnisse.

Es ist mir z. B. berichtet worden, daß die geodätische Aufnahme eines jungen Ingenieurs, der auf dem Gebiete des Eisenbahnbaues noch keinerlei Erfahrungen hatte sammeln können und der eine Unzahl von Detailpunkten durch zeitraubende, allzu präzise Nivellements festgelegt hat, abfällig beurteilt worden ist, weil eine solche Aufnahme auffallend viel Zeit beanspruchte und dadurch gänzlich unwirtschaftlich ausfallen mußte. Andererseits kann es vorkommen, daß wichtige Details für den projektierenden Ingenieur außer acht gelassen werden, wenn bei der geodätischen Aufnahme nicht auch der Blick des projektierenden Bauingenieurs miteinwirkt.

Hier sollen nun zunächst die Eigenschaften einer Geländedarstellung aufgezeigt werden, die vom projektierenden Bauingenieur angefordert werden. Hierauf sollen die in Betracht kommenden Aufnahmemethoden angegeben werden, wobei auf die Raschheit und Wirtschaftlichkeit der Arbeit — entsprechend der Forderung der Gegenwart — ein besonders großes Gewicht zu legen ist.

Die erforderlichen Eigenschaften der Geländedarstellung richten sich in erster Linie nach der dem Bauingenieur gestellten Aufgabe, also nach dem Zweck der Arbeit. Namentlich das Genauigkeitserfordernis für die geodätischen Elemente kann recht verschieden sein. So werden im Straßen- und Eisenbahnbau andere Anforderungen gestellt als bei Flußregulierungen, bei Schleusenbauten, bei Talsperrenbauten, bei Meliorationen oder bei Siedlungsbauten (wo auch der Zutritt der Sonne eine Rolle spielt). Im allgemeinen wird aber bei allen Aufgaben des projektierenden Bauingenieurs der Schichtenplan die geeignetste Grundlage abgeben.

abc, D. 1192/69

Um diesem Schichtenplan die erforderliche Genauigkeit zu geben, muß ein einwandfreier, mathematisch-geodätischer Aufbau der Aufnahme vom Großen ins Kleine auf dem Wege über Triangulierung, Polygonisierung und Nivellement erfolgen. Ein solcher systematischer Aufbau ermöglicht auch die nachträglich oft notwendige Erweiterung des Aufnahmegebietes, ohne daß schädliche Orientierungs- und Lagefehler zu befürchten wären.

Der Schichtenplan muß außer den in geeignetem Abstände gewählten Höhenlinien auch alle wichtigen topographischen Einzelheiten enthalten, so alle bestehenden Verkehrsanlagen, die Gewässer, Häuser, die wertvollen Obstgärten, dann die Umzäunungen, allenfalls Kulturen und namentlich hochstämmige Bodenbewachsungen (besonders wo Rodungen in Frage kommen, die den Kostenvoranschlag beeinflussen). Außerdem müssen für bautechnische Zwecke technische Einrichtungen, wie Gas-, Wasser- und elektrische Leitungen aller Art, sowie geologische Einzelheiten, wie anstehender Fels, dann Rutsch- und Sumpfbereiche, sorgfältig aufgenommen und eingetragen werden. Eine entsprechende Anzahl gut verteilter Höhenfestpunkte erleichtert die Aufnahme und die spätere Absteckarbeit. Auch hier ist der verständnisvolle Blick des Bauingenieurs von Bedeutung: denn was in dieser Hinsicht bei der Planherstellung versäumt oder gespart wird, verursacht viel schwerer ins Gewicht fallenden Zeit- und Kostenaufwand während des Baues. Das gilt in gleicher Weise auch für Orientierungsfestpunkte.

Alle Höhen- und Orientierungsfestpunkte sind so zu wählen, daß sie — wenn möglich — gleich günstig für die Planherstellung wie auch für die Absteckung des projektierten Baues liegen. Ferner sind sie dauerhaft festzulegen, wobei auf die örtliche Frostgrenze Bedacht zu nehmen ist.

Was nun die zur Aufnahme des Details geeigneten Aufnahmemethoden betrifft, so kommen hier entweder die älteren Aufnahmemethoden zur Anwendung (wie die Aufnahme nach Längen- und Querprofilen oder die Aufnahme mit Hilfe eines Tachymeters — sei es eines Kreistachymeters mit Reichenbachscher Distanzmessung oder eines Diagrammtachymeters nach Hammer-Fennelscher Art, oder eines Doppelbildtachymeters nach Art des Boßhardt-Zeisschen Reduktionstachymeters, oder eines Meßtischtachymeters, wie solche namentlich im Orient vorteilhaft verwendet werden, wo ununterbrochen schönes Wetter die Feldarbeit durch lange Zeit begünstigt, wogegen die Zimmerarbeit im dunstigen Zelt weniger angenehm erscheint), oder aber man verwendet die neuen Methoden der Photogrammetrie (die stereoskopische Erdbildmessung oder die Luftbildmessung).

Auch bei der Detailaufnahme darf der Zweck der Arbeit nicht außer acht gelassen werden: es richtet sich hiernach die zu wählende Aufnahmemethode beziehungsweise die einzuhaltende Genauigkeit und Sorgfalt. Handelt es sich zum Beispiel um das Projekt für eine Stadtbahn, so muß mit viel größerer Schärfe und Sorgfalt vorgegangen werden als bei den Vorarbeiten für eine über ausgedehnte, ebene Weideflächen geführte Bahntrasse. Während im ersten Falle beispielsweise die Feintachymetrie mit Boßhardt-Zeiss angewendet werden wird, wird im zweiten Falle die Eiltachymetrie mit Reichenbachscher Distanzmessung vollkommen genügen, wobei unter Umständen auch größere Zielweiten zugelassen werden können. Im allgemeinen kann man sagen, daß die Genauigkeit der Plan-darstellung für Bauzwecke so weit getrieben werden muß, daß das projektierte Bauobjekt sicher und maßgerecht in die Natur übertragen werden kann. Außerdem achtet der Bauingenieur darauf, daß die aus dem Plane ermittelten Massen für die Massenverteilung sowie für die Abrechnung eine so hohe Genauigkeit erreichen, daß die Nachprüfung in der Natur (z. B. durch Staffellung von Querprofilen) Ergebnisse liefert, die mit den aus dem Plane ermittelten bis auf wenige Prozente übereinstimmen. (Diese Genauigkeitsgrenze wird zwischen Bauleitung und Bauunternehmung vereinbart. In der Regel wird der Plan als Abrechnungsgrundlage festgelegt, falls nicht allzu große Abweichungen zwischen Plan und Natur festgestellt werden. Kleinere örtliche Ungenauigkeiten gleichen sich erfahrungsgemäß aus.)

Für die Baugrube des Krafthauses beim Tauernkraftwerk wurde beispielsweise aus Anlaß einer vorläufigen Abrechnung auf Grund von Querprofilaufnahmen mittels Staffelleuges seitens der Bauunternehmung der Baggeraushub mit rd. 97 000 cbm ermittelt. Im Namen der Bauleitung habe ich die Masse des Aushubs von einem einzigen, volle Übersicht bietenden Standpunkt aus nach der Polarmethode mit Reichenbachscher Distanzmessung kontrolliert und mit rd. 101 000 cbm ermittelt. Das Ergebnis mit 4 % Unterschied befriedigt vollkommen. Der von mir verwendete Theodolit Zeiss IV ließ den Lattenabschnitt mühelos auf $\frac{1}{2}$ cm bis zu Entfernungen von 250 m erfassen, und die Feldaufnahme war in zwei-einhalb Stunden erledigt.

Wenn nun auch die älteren Aufnahmeverfahren bei den Vorarbeiten des Bauingenieurs in vielen Fällen noch heute vollkommen entsprechen, so sind sie doch in einzelnen Fällen — namentlich in schwer begehbarem Gelände — mit wirtschaftlichen Nachteilen verbunden: die Durchführung der Aufnahme wird langwierig und dadurch unrationell, in steilem, besonders in brüchigem Felsgelände für Ingenieur und Meßgehilfen sogar lebensgefährlich, zum mindesten aber zeitraubend und kostspielig. Es sei hier beispielsweise erinnert an die mühevollen Vorarbeiten für den Bau der über zahlreiche Taleinschnitte führenden Semmeringbahn (erbaut 1848—1854), für den Bau der Gotthardbahn (1872—1882), der Arlbergbahn (1880—1884), der an vertikale Felswände sich anschmiegenden Zahnradbahn auf den Pilatus bei Luzern (eröffnet 1889), der Tauerabahn (1901—1909). Nach den Berichten des beteiligten Ingenieurs Emil Teischinger waren die mühevollen Querprofilaufnahmen im Felsgebiete des Arlberges für den Meßtrupp mit mannigfachen Gefahren verbunden. Bei den Vorarbeiten für die kühnen Talübersetzungen der Tauernbahn, speziell der imposanten Angertalschlucht, hat Dipl.-Ing. Hans Dafinger ein schönes Sonderverfahren angewendet (Aufnahme von Querprofilen nach markanten, charakteristischen oder vorher von einem auf verankertem Seil befindlichen Gehilfen mit Ölfarbe markierten Felspunkten aus zwei Standpunkten durch gleichzeitiges Vorwärtsabschneiden mit trigonometrischer Höhenmessung; zwei Instrumente, zwei Beobachter). Aber auch dieses bewährte Verfahren erscheint uns heute schon allzu mühsam und zeitraubend — also unmodern, nicht zeitgemäß.

II.

In den erwähnten Fällen würde man heutzutage an die Anwendung des neuzeitlichen Aufnahmeverfahrens der Stereophotogrammetrie oder Raumbildmessung denken. Denn dieses Verfahren läßt auch unzugängliche Felswände aufnehmen und schränkt den Zeitaufwand für die Feldaufnahme auf das Mindestmaß ein, was namentlich dann von größter Bedeutung wird, wenn in den Monaten stark abnehmender Tageslänge gearbeitet werden muß, oder wenn in einer Gegend mit besonders häufigen und starken Niederschlägen aufzunehmen ist. In letzterer Beziehung verdienen die Beobachtungsergebnisse der meteorologischen Stationen die volle Würdigung der Bau- und Vermessungsingenieure. So hat man beispielsweise bei Feldarbeiten im Gebiete von Zell am See in den Monaten Mai, Juni, Juli, August nach dem Ergebnis neunjähriger Beobachtungen im Mittel mit monatlich 15 Regentagen zu rechnen¹.

Besonders vorteilhaft erscheint die Anwendung der Stereophotogrammetrie (von der Erde aus) bei den Vorarbeiten zur Errichtung von Talsperren im Gebirge, wie sich dies seit der vollen Ausgestaltung der Stereoautogrammetrie schon oft erwiesen hat. Denn auch hier arbeitet man mit den älteren Aufnahmeverfahren viel zu umständlich und unrationell.

Zur Gänze versagen aber die älteren Aufnahmeverfahren wegen ihrer Langwierigkeit, wenn es sich um möglichst rasche Entwürfe für großangelegte Regulierungen von

¹ Vgl.: „Über die Niederschlagshäufigkeit in den österreichischen Ländern.“ Verhandlungen des Naturforschenden Vereines, Brünn, Bd. 53.

Strömen mit zahlreichen Seitenarmen in dichten Buschwäldern, um Entwürfe für ausgedehnte Siedlungsanlagen, um eine rasche Aufnahme des Überschwemmungsgebietes bei Hochwasser eines ausgedehnten Flußlaufes oder um den Entwurf lebenswichtiger Verkehrsanlagen aller Art in den Kolonialländern handelt. Auch bei der möglichst raschen Berichtigung veralteter Topographischer Karten 1:25 000, die ja dem Bauingenieur beim Projektieren so oft als Unterlage dienen, sind die älteren Aufnahmeverfahren viel zu umständlich. Ebenso, wenn es sich um rasche, beweiskräftige Aufnahmen von größeren Rutschungen, Hochwasserschäden und bedeutenderen Senkungserscheinungen handelt. In allen diesen Fällen liefert nur die allermodernste Aufnahmemethode: die Aerophotogrammetrie, Luftbildmessung, eine rationelle Lösung, nämlich eine gründliche Erkundung und eine rasche, einheitliche und entsprechend genaue Kartierung, und zwar für einfachere Aufgaben in ebenem Gelände den Luftbildplan mit aneinandergereihten, entzerrten Senkrechtaufnahmen und für Aufgaben im Berggelände und im Hochgebirge den Schichtenplan, in dem stereoskopische (raumbildmessende) Luftbildaufnahmen mit aufeinanderfolgend sich überdeckenden Meßbildern (Photogrammen) mit Hilfe eines „Auswertegerätes“ (z. B. des Universal-Auswertegerätes Stereoplanigraph der Firma Zeiss-Aerotopograph (Jena) oder des einfachen Aeroprojektors Multiplex der gleichen Firma) linienweise ausgewertet werden.

Bei den enormen Vorteilen, die die Photogrammetrie für technische Arbeiten verschiedenster Art bietet, ist es für jeden deutschen Bauingenieur eine Verpflichtung, sich der hervorragenden deutschen Vorkämpfer auf diesem Gebiete dankbar zu erinnern.

Schon im Jahre 1898 brachte der österreichische Hauptmann des Militärgeographischen Institutes und Kapitän langer Fahrt Theodor Scheimpflug² den Gedanken der optischen „Doppelprojektion“, der später von Gasser in seinem Doppelprojektor praktisch verwertet wurde. Scheimpflug ist ferner der Schöpfer des Luftbildplanes und der Luftbildkarte, die er „Photokarte“ nannte und wobei er auch die Theorie der projektiven „Umbildung“ für seine achtfache Panoramenkamera in seinem „Photoperspektographen“ und hiermit die Theorie der „Entzerrungsgeräte“ aufgestellt hat. Der Grundgedanke der Radialtriangulation stammt gleichfalls von Scheimpflug († 1911).

Der Begründer der Stereophotogrammetrie ist Dr. Carl Pulfrich, der als wissenschaftlicher Mitarbeiter der Firma Carl Zeiss den Stereokomparator zur scharfen punkweisen Auswertung von Stereophotogrammen konstruiert hat (1901). Hernach war es der österreichische Oberleutnant Ed. von Orel vom Wiener Militärgeographischen Institut, der unter Ausnützung des stereoskopischen Sehens das Prinzip für die Konstruktion des ersten mechanischen Auswertegerätes der Erdbildmessung, des „Stereoautographen“, zur linienweisen Auswertung von Stereophotogrammen nach topographischen Grenzen und Schichtenlinien angegeben hat (1909). 1915 hat Dr. Gasser dann als erster ein Stereoauswertegerät, den Doppelprojektor, gebaut und sich einschließlich der Verfahren patentieren lassen. In den Jahren 1919 und 1920 hat dann Prof. Dr. R. Hugerhoff in den Werkstätten von Heyde in Dresden seine Auswertemaschine für Stereoaufnahmen aus der Luft (also für Flugzeugaufnahmen), den „Autokartographen“, konstruiert, wobei wieder durch Ausnutzung des stereoskopischen Sehens rein mechanisch das topographische Detail samt den Schichtenlinien in fortlaufenden Linien gezeichnet, also eine Schichtenlinienkarte hergestellt wird.

1921/22 entstand in den Werkstätten der Firma C. Zeiss ein Universalgerät: der „Stereoplanigraph“ nach Dr. Bauersfeld, bei dem auch die stereoskopische Bildanreihung als Ersatz einer Triangulierung beim Überfliegen festpunktlosen Raumes zwischen Triangulierungspunkten am Anfang und am Ende ermöglicht ist.

Im Jahre 1926 folgte der Deutsch-Schweizer Oberingenieur Heinrich Wild mit seinem Autographen.

Um die Entwicklung und Ausgestaltung von Theorie und Praxis der Erd- und Luftbildmessung haben sich außer den schon Genannten noch besonders verdient gemacht: in der Ostmark, der Begründer der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie und des Internationalen Archivs für Photogrammetrie Prof. Dr. h. c. Ed. Doležal, ferner Oberst v. Hübl und Ingenieur Kammerer, der beim ersten Versuche einer Landesaufnahme aus der Luft mit der Scheimpflugschen Mehrfachkamera in Fischamend im Juni 1914 im bren-

² Scheimpflug: Herstellung von Karten und Plänen auf photographischem Wege. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, Wien, Math.-naturw. Kl., 1907.

nend abstürzenden Lenkballon den Tod fand³; und im Altreich: Prof. Dr. Sebastian Finsterwalder, Prof. Dr. von Gruber, Dr. Gasser, Ingenieur Boykow (in Firma Goerz), Dr.-Ing. Aschenbrenner.

Die innerhalb eines Zeitraumes von knapp 30 Jahren im deutschen Raume geradezu stürmisch erfolgte Entwicklung und Vervollkommnung der Konstruktionen und Meßmethoden hat die Bewunderung der Fachleute des Auslandes erregt und dortselbst manches Vorbild und manche Anregung gegeben.

Wenn man bedenkt, wie schwerfällig, mühsam und zeitraubend bei tachymetrischen Aufnahmen die Interpolation nach Punkten runder Höhe zwischen einer Riesenanzahl „charakteristischer“ Punkte und die darauf beruhende Einzeichnung der Schichtenlinien ist, und wenn man mit dem Endergebnis den aus einer stereophotogrammetrischen Aufnahme mit Hilfe eines Auswertegerätes rasch und elegant erhaltenen Schichtenplan mit seinen sicheren und genauen Höhenlinien vergleicht, so erkennt man den ungeheuren Vorteil der stereophotogrammetrischen Aufnahmemethode für den Bauingenieur. Der Wert eines aus Luftaufnahmen entstandenen „Luftbildplanes“ wird unter Umständen noch dadurch erhöht, daß der Projektant von Verkehrsanlagen aus der verschiedenartigen Färbung von Grundstücken mit gleicher Bepflanzung unterirdische (versunkene) Bauwerke erkennt und daß der Projektant von Flußregulierungen aus Tönungen im Flußbild auf wichtigere Einzelheiten, wie Untiefen, seichte Stellen u. dgl., aufmerksam gemacht wird, die dem Ingenieur beim Aufnehmen von der Erde aus ungesehen und unerkannt bleiben.

Die Genauigkeit gut durchgeführter photogrammetrischer Aufnahmen, die auf den modernen Maschinen ausgewertet worden sind, entspricht vollkommen den Anforderungen des Bauingenieurs. Charakteristisch ist dabei, daß jeder Punkt, jede Begrenzung und Bodengestalt des Planes ein Messungsergebnis darstellt und auf Grund der Meßbänder nachträglich jederzeit im Zimmer kontrolliert werden kann.

Bei der Erdbildmessung, wo sich die Aufnahmestationen im Gelände befinden, nehmen die Lagefehler mit dem Quadrate der Entfernung von der Basis zu, die Höhe wird im allgemeinen genauer als die Lage erhalten.

Bei der Luftbildmessung liefern Senkrechtaufnahmen die Lage mit gleichmäßiger Genauigkeit, und die Lage einzelner Punkte ist hier im allgemeinen genauer als die Höhe. (Es ist naheliegend, daß in sehr flachem Gelände die Führung der wandernden Marke weniger sicher wird, weshalb hier die Lagefehler der photogrammetrisch ermittelten Höhenlinien ziemlich groß werden können.)

Man entnimmt aus der vortrefflichen „Einführung in die Luft- und Erdbildmessung“ von K. Schwidewsky für die Aufnahmebildweite 21 cm und das Basisverhältnis

$$\frac{\text{Basis}}{\text{Aufnahmehöhe}} = 1:3$$
 die mittleren Höhen- und Lagefehler von gut sichtbaren Einzelpunkten und die mittleren Höhenfehler von Höhenlinien, wie sie in der nachfolgenden Tabelle wiedergegeben sind:

Kartenmaßstab	Bildmaßstab	Flughöhe	Einzelpunkte		Schichtlinien Höhenfehler
			Höhenfehler	Lagefehler	
1: 1000	1: 3500	730 m	± 0,25 m	± 0,3 m	± (0,30+0,4 tg α) m
1: 2500	1: 4000	850	± 0,25	± 0,8	± (0,35+1,0 tg α)
1: 5000	1: 6000	1250	± 0,30	± 1,3	± (0,40+1,8 tg α)
1: 10000	1: 12000	2500	± 0,70	± 2,3	± (0,90+3,0 tg α)
1: 25000	1: 20000	4200	± 1,20	± 5,0	± (1,50+6,3 tg α)

Hierin bedeutet α die Geländeneigung.

³ Vgl.: K. Korzer: Der erste Versuch einer Landesvermessung aus der Luft. Mitteilungen des Reichsamtes für Landesaufnahme, XV, 1939, S. 202.

Vergleichsweise betrachten wir die amtliche Fehlergrenzformel für Schichtlinien in der topographischen Grundkarte des Deutschen Reiches 1 : 5000. Diese lautet:

$$f_h = \pm (0,4 + 5 \operatorname{tg} \alpha) \text{ m.}$$

Für Einzelpunkte ist ein Höhenfehler von 0,3 m und ein Lagefehler von ± 3 m bei offenem Gelände, ± 5 m bei schwierigem, unübersichtlichem Gelände zugelassen.

Hiernach ist die in der Tabelle ausgewiesene Genauigkeit größer. Für die Vorarbeiten des Bauingenieurs kann diese Genauigkeit im allgemeinen als hinreichend und befriedigend gelten.

Die Forderung nach größtmöglicher Wirtschaftlichkeit bringt es mit sich, daß die Vorarbeiten des Bauingenieurs bei geringerer Ausdehnung des Bauvorhabens (z. B. bei Talsperren) mit Hilfe der Erdbildmessung ausgeführt werden, während die Vorarbeiten für technische Erhebungen und Bauten größerer Ausdehnung (z. B. für Übersichtspläne bei Hochwasserkatastrophen oder für ausgedehnte Eisenbahn-, Straßen- oder Flußbauten in Kolonialländern, wo keine anderweitigen Unterlagen vorhanden sind) mit Hilfe der Luftbildmessung günstiger ausgeführt werden. Hier kommt neben der Raschheit der Aufnahme als weiterer Vorteil noch hinzu, daß das überflogene Gebiet mit größerer Breite aufgenommen ist, wodurch die Ausarbeitung verschiedener Varianten in kürzester Zeit ermöglicht wird.

Aus dem Gebiet der Erdbildmessung gebe ich aus meiner Praxis ein Beispiel aus der letzten Zeit:

Für die eine von den im Gebiete der Hohen Tauern projektierten Talsperren ist eine photogrammetrische Aufnahme von rd. 40 ha mit dem Vorzugspreise von 72 RM. je Hektar veranschlagt. Die photogrammetrische Aufnahme samt Plandarstellung in 1 : 500 kostet somit 2880 RM.

In dem gleichartigen steilen alpinen Gelände, wo man bei der Feldarbeit mit oftmaligen Klettereien und Störungen durch Unwetter rechnen muß, wurde ein Gebiet von 35 ha tachymetrisch aufgenommen; die Feldarbeit erforderte drei Sommermonate. Der Kostenaufwand für einen Ingenieur und drei Meßgehilfen bei der Feldarbeit und für die nachfolgende Kartierung im Zimmer war nennenswert höher.

Die Frage der Wirtschaftlichkeit fällt also auch hier zugunsten der photogrammetrischen Aufnahme aus.

Für anderweitige erdbildmessende Aufnahmen im Deutschen Reich kann der Einheitspreis je Hektar wie folgt veranschlagt werden:

bei Plandarstellung 1 : 500	75 bis 100 RM.,
1 : 1000	54 bis 70 RM.,
1 : 2000	30 bis 50 RM.

Bemerkt wird weiter, daß zur Verfassung des Generalprojektes für eine Talsperre eine photogrammetrische Karte 1 : 25 000 vortreffliche Dienste leistet. Eine solche Karte des Kartographischen Institutes (ehem. Militärgeographischen Institutes) in Wien stand beispielsweise bei der Projektverfassung für das Tauernkraftwerk zur Verfügung. Diese Karte lieferte Angaben über die Einzugsgebiete und ermöglichte die vorläufige Ermittlung der Stauraumgröße und der günstigsten Gefällstufen, dann die vorläufige Wahl der Druckrohrleitungstrasse, die Projektierung von Reservespeichern mit den entsprechenden Zuleitungen, Vergrößerung des Einzugsgebietes durch Hangkanäle, die vorläufige Projektierung der Verkehrslinien für den Antransport der Baugüter, die Projektierung von Seilbahnen, endlich die Wahl der Unterbringungsplätze für die Belegschaft.

Ein von der Firma „Photogrammetrie G. m. b. H.“ in München gemeinsam mit deren Tochtergesellschaft „Stereographik“ in Wien speziell für das Tauernkraftwerk hergestellter Plan 1 : 5000 gestattete dann schon Projektierungen von hoher Punktsicherheit und außerdem die maßgerechte Eintragung der ausgeführten Bauanlagen, so daß jederzeit ein übersichtliches Bild über den Baufortschritt gegeben ist.

Für einzelne, besonders zu detaillierende Bauvorhaben in sehr schwierigem Gelände war ein Plan 1 : 500 herzustellen, und zwar mit Rücksicht auf das gegebene Gelände auf photogrammetrischem Wege von der gleichen Firma „Photogrammetrie G. m. b. H.“ in München.

Um die Plandarstellungen für Bauingenieurzwecke gut verwerten zu können, pflege ich anzufordern:

1. Die photogrammetrischen Aufnahmestandpunkte sind an das trigonometrische Landesnetz in den Gauß-Krügerschen Koordinaten anzuschließen, sofern dies ohne erhebliche Mehrkosten geschehen kann und sofern sich amtlich vermarkte trigonometrische Punkte in der Nähe befinden.

2. Die benützten Festpunkte und die eingemessenen Aufnahmestandpunkte sowie die Paßpunkte sind im Plane und auf einer eigenen Oleate zu verzeichnen.

3. Die Aufnahmestandpunkte sind in der Natur dauerhaft zu vermarken.

4. Es ist ein Verzeichnis der Koordinaten aller verwendeten Dreieckspunkte sowie der errechneten Aufnahmestandpunkte und der Paßpunkte mit Lagebeschreibung beizulegen.

5. Die Höhenfestpunkte sind dauerhaft zu vermarken, und es ist ein Verzeichnis mit Lagebeschreibung beizulegen nebst einer Übersichtskarte mit den Festpunkten.

Das Nivellement ist womöglich an einen Festpunkt des Landesnivellements anzuschließen.

Auf den Anschluß an das trigonometrische Landesnetz und an das Landesnivellement kann aus wirtschaftlichen Gründen bei kleineren Aufnahmen, die an Stelle von örtlichen tachymetrischen Aufnahmen treten, verzichtet werden. Bei größeren Aufnahmeflächen, etwa von 500 ha aufwärts, sollte er stets gemacht werden.

6. Enge Schluchten und Täler sind für unsere Bauarbeiten besonders wichtig und dürfen daher nicht als weiße Streifen im Schichtenplan erscheinen. Derartige schwer einzusehende Geländeteile sind durch Sonderaufnahme einzumessen.

7. Zum Zwecke der leichteren Identifizierung von Plan und Natur sind besonders markante Objekte und Grenzlinien, wie einzelstehende Bäume und Häuser, Wasserläufe, dann Felsbegrenzungen, geologische Eigentümlichkeiten, endlich Kulturgrenzen als topographische Details im Plane einzuzeichnen. Um den photogrammetrischen Plan zur Projektierung und zur Übertragung in die Natur gut verwenden zu können, sind mindestens drei, über das Aufnahmegebiet günstig verteilte Festpunkte (Signale) festzulegen, zu vermarken, koordinatenmäßig zu bestimmen und im Plane darzustellen, wofür eine separate Vergütung vereinbart wird. Dies ist für rasche Installationsarbeiten im Aufnahmegebiet unerlässlich.

Während bei tachymetrischen Aufnahmen die Feldarbeit und die Kartierung mit wenig kostspieligen Instrumenten von jedem Bau- und Vermessungsingenieur leicht durchführbar ist, verlangt die gute Durchführung von photogrammetrischen Aufnahmen nicht nur sehr wertvolle Instrumente für die Feldarbeit, sondern auch ganz gewaltige und kostspielige Auswertemaschinen, die einer Bauleitung oder Bauunternehmung zumeist nicht zur Verfügung stehen. Auch verlangt die gute Ausführung der Auswertung geschulte Kräfte mit reichlichen Erfahrungen.

Die terrestrisch-photogrammetrischen Aufnahmen für die topographischen Karten werden von eingeführten Kräften der staatlichen Zentralvermessungsbehörden ausgeführt und ausgewertet, woselbst sich die notwendigen Aufnahmegeräte und Auswertemaschinen vorfinden.

Für Zwecke des Bauingenieurs übergeben wir die Durchführung von Aufnahmen und Auswertungen der terrestrischen Photogrammetrie der bewährten Firma „Photogrammetrie G. m. b. H.“ in München und bei etwa notwendigen Luftaufnahmen der gleichfalls vielfach schon bewährten Firma „Hansa-Luftbild G. m. b. H.“ in Berlin.

Über die Lage der Projektionszentren bei einem Objektiv und ihre Bedeutung in der Bildmessung

Von Dr. Wolfgang R o o s, Jena.

Die Projektionszentren eines Objektivs liegen in seiner Ein- und Austrittspupille. Schon vor über 40 Jahren hat M. v. Rohr auf diese leicht einzusehende und auch damals schon längst bekannte Tatsache mehrfach hingewiesen¹. Trotzdem ist auch heute noch unter den Fachleuten der Bildmessung in weitesten Kreisen die Meinung verbreitet, daß nicht die Pupillen, sondern die Knotenpunkte eines Objektivs als Projektionszentren zu gelten hätten². Selbst dort, wo an einzelnen Stellen ausdrücklich auf die Pupillen als die „physikalischen“ Projektionszentren hingewiesen wird, bleibt diese richtige Feststellung meist nur eine Randbemerkung, deren tiefere Bedeutung nicht erkannt und deren Tragweite stark unterschätzt wird. Praktisch, d. h. in Meßfehlern, kann sich allerdings der genannte Irrtum nur unter ganz bestimmten Bedingungen auswirken. Diese liegen bei den bis heute zur Bildmessung im allgemeinen verwendeten Geräten entweder nicht vor oder müssen doch nur vom Hersteller, nicht aber vom Benutzer beachtet werden. Dies braucht jedoch durchaus nicht für alle Geräte der Zukunft zu gelten. Auf keinen Fall aber darf die Bedeutung der Pupillen für die klare Erkenntnis theoretischer Zusammenhänge übersehen werden. Hier handelt es sich nicht um eine kleine Korrektur an einer ziemlich unwesentlichen Einzelheit der üblichen Darstellung, sondern um eine Voraussetzung für das wirkliche Verständnis des tatsächlich vorliegenden Strahlenverlaufs durch ein Objektiv und damit einer Reihe oft angewandeter Begriffe, Meßvorgänge und Justierverfahren. So trifft z. B. keineswegs die immer wieder aufgestellte Behauptung zu, das Wesen der Verzeichnung bestehe in der Verschiedenheit der objekt- und bildseitigen Bildwinkel.

Daher wird vielleicht manchem eine grundsätzliche Klarstellung der für die Bildmessung wesentlichen Begriffe und Zusammenhänge erwünscht sein. Dabei werden sich auch die Bedingungen ergeben, unter denen eine Verwechslung der Pupillen als Projektionszentren mit den Knotenpunkten zu Meßfehlern führen kann. An einigen typischen Fällen werden wir ihre Bedeutung für die praktische Messung erläutern.

1. Die Knotenpunkte und Pupillen.

Wir erinnern zunächst an die Bedeutung der Knotenpunkte und Pupillen, indem wir möglichst anschauliche Verfahren zu ihrer Konstruktion benutzen.

Um die *Knotenpunkte* K und K' eines Objektivs zu finden, verfolgen wir eine Reihe von Lichtstrahlen, die alle mit der optischen Achse den Objektwinkel w einschließen, durch das Objektiv hindurch³. Nach dem Austritt vereinigen sie sich (mehr oder weniger gut) in dem Bildpunkt P , sind nun also untereinander nicht mehr parallel, sondern bilden verschieden große Bildwinkel w' mit der optischen Achse. In diesem austretenden Büschel ist (wenn es genügend weit geöffnet ist) auch ein Strahl enthalten, für den $w' = w$ ist. Seine rückwärtige Verlängerung schneidet die optische Achse im bildseitigen Knotenpunkt K' , während derjenige eintretende Lichtstrahl, dessen Fortsetzung $K'P$ ist, in entsprechender Weise den objektseitigen Knotenpunkt K liefert. Die Knotenpunkte sind also definiert durch die Eigenschaft, daß für denjenigen Lichtstrahl, der vor und hinter dem Objektiv auf die Knotenpunkte zielt, objekt- und bildseitige Bildwinkel gleich sind.

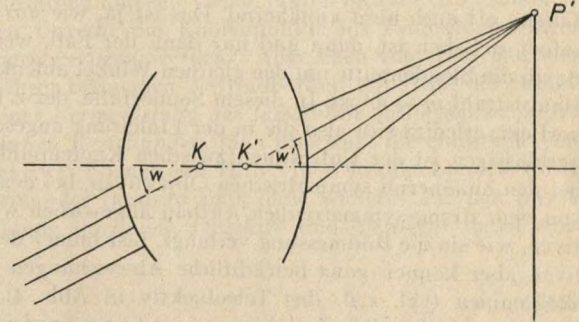
¹ Vgl. z. B. M. v. Rohr, Theorie und Geschichte des photographischen Objektivs, Berlin 1899, S. 15.

² Oft ist sogar von den Hauptpunkten die Rede. Bei Objektiven in Luft fallen diese mit den Knotenpunkten zusammen. Definitionsgemäß haben sie aber mit den hier vorliegenden Problemen nichts zu tun.

³ Wir bezeichnen, wo es zweckmäßig erscheint, die objektseitigen Bildwinkel w kurz als Objektwinkel.

Bei der Konstruktion der Pupillen nehmen wir an, daß das Objektiv eine körperliche Blende besitzt, die sich i. a. im Innern zwischen dem vorderen und hinteren Teil des Objektivs befindet. Wir verfolgen nun einen Lichtstrahl, der durch die Mitte B der Blende geht (vgl. Abb. 2), einen sogenannten „Hauptstrahl“, durch die vor bzw. hinter der Blende liegenden Teile des Objektivs hindurch und bestimmen so seinen Verlauf vor dem Eintritt und nach dem

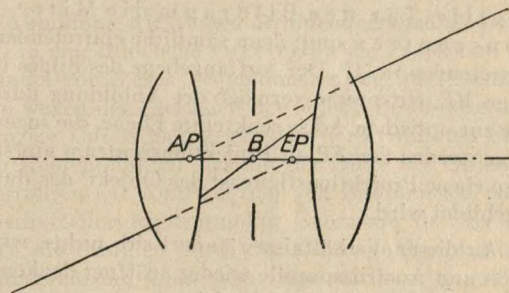
Abb. 1.
Für den Lichtstrahl, dessen (gestrichelt gezeichnete) Verlängerungen durch die Knotenpunkte K und K' gehen, ist: $w' = w$.



Austritt aus dem Objektiv. Die Verlängerungen dieser ein- bzw. austretenden Teile des Strahls schneiden die optische Achse in den Mitten EP bzw. AP der Ein- und Austrittspupille⁴. Der Hauptstrahl zielt also im Objektraum nach der Mitte der Eintrittspupille, während er im Bildraum aus der Mitte der Austrittspupille zu kommen scheint. Mit anderen Worten: die Pupillen selbst sind die Bilder der Blende, die die vor bzw. hinter der Blende liegenden Teile des Objektivs im Objekt- bzw. Bildraum entwerfen.

Beide Konstruktionen, sowohl zur Bestimmung der Knotenpunkte als auch der Pupillen, wollen wir uns durchgeführt denken für einen bestimmten festen Bildwinkel. Es besteht

Abb. 2.
Der Hauptstrahl durch die Blendenmitte B zielt vor und hinter dem Objektiv nach den Mitten EP und AP der Pupillen.



nämlich im allgemeinen eine *Abhängigkeit vom Bildwinkel*, d. h. man erhält nicht etwa genau dieselben Punkte, wenn man die beschriebenen Konstruktionen für verschiedene Bildwinkel ausführt. Bei den Pupillen kommen außerdem — wie hier nur angedeutet werden soll — noch zwei Umstände hinzu, die ein Wandern mit dem Bildwinkel zur Folge haben. Mit wachsendem Bildwinkel wird nämlich der Rand einer um B kreisförmigen Blende nicht mehr in einen Kreis um EP bzw. AP abgebildet, so daß nun ein Strahl durch die Blendenmitte nicht genau durch die Pupillenzentren geht; und außerdem tritt bei großen Bildwinkeln oft Vignettierung auf, d. h. statt der Blende wirken Teile der Linsenfassungen als Strahlenbegrenzung und verlagern dadurch gleichfalls die Pupillen. Alle diese Erscheinungen und die sich so ergebenden Pupillenaberrationen werden bei der Berechnung eines Objektivs untersucht und in ihrer

⁴ Dabei kann, wie in Abb. 2 gezeichnet, im Sinne der Lichtrichtung auf der optischen Achse (von links nach rechts) die Eintrittspupille hinter der Austrittspupille liegen. Entsprechendes kann auch bei den Knotenpunkten der Fall sein.

Bedeutung für den beabsichtigten Verwendungszweck abgeschätzt. Sie spielen in manchen Fällen eine sehr wesentliche Rolle. Für unsere Betrachtungen aber kommt es auf diese Aberrationen nicht an. Wir setzen daher im folgenden eine vom Bildwinkel unabhängige Lage der Knotenpunkte und Pupillen voraus.

Im allgemeinen werden nun die *Knotenpunkte mit den Pupillen keineswegs zusammenfallen*, oft auch nicht annähernd. Das ist ja, wie aus den oben angegebenen Konstruktionen sofort zu sehen ist, dann und nur dann der Fall, wenn der vordere Objektivteil den Strahl durch die Blendenmitte um den gleichen Winkel ablenkt wie der hintere Teil, so daß für diesen Hauptstrahl $w = w'$ ist. In diesem Sonderfalle, der z. B. bei streng symmetrischen Objektiven vorliegt, erledigt sich also die in der Einleitung angeschnittene Streitfrage von selbst. Zu vernachlässigen ist der Unterschied zwischen Knotenpunkten und Pupillen im allgemeinen auch bei den annähernd symmetrischen Objektiven, bei denen nur zum Zwecke der Feinkorrektur von dem streng symmetrischen Aufbau abgewichen wurde (was bei den hochwertigen Objektiven, wie sie die Bildmessung verlangt, fast immer der Fall ist). Bei unsymmetrischen Objektiven aber können ganz beträchtliche Abweichungen zwischen Knotenpunkten und Pupillen vorkommen (vgl. z. B. das Teleobjektiv in Abb. 4). Bei ihnen hat unter Umständen die Frage, ob die Projektionszentren in den Knotenpunkten oder in den Pupillen liegen, durchaus nicht nur theoretische, sondern auch praktische Bedeutung.

2. Die Pupillen als Projektionszentren.

Die Frage nach der *Lage der Projektionszentren bei einem Objektiv* beantwortet sich nun beinahe von selbst.

Wir denken uns in Abb. 2 den Durchmesser der Blende so lange verkleinert, bis nur noch das durch die Mitte B der Blende gehende *Hauptstrahlenbündel* hindurchtreten kann. Man sieht dann sofort, daß für den Objektraum die Mitte EP der Eintrittspupille, für den Bildraum die Mitte AP der Austrittspupille Projektionszentren sind; denn sämtliche eintretenden Strahlen schneiden sich ja in EP , sämtliche austretenden in AP . Der Auffangebene des Bildes (vgl. Abb. 3), der sogenannten Mattscheibenebene ME , entspreche vermöge der Abbildung durch das Objektiv im Objektraum wiederum eine zur optischen Achse senkrechte Ebene, die sogenannte Einstellebene EE . Auf diese Einstellebene werden von EP als Projektionszentrum aus sämtliche Punkte des Raumes projiziert, und diese ebene Projektionsfigur ist das Objekt, das durch das Objektiv auf der Mattscheibenebene abgebildet wird.

An diesen Verhältnissen ändert sich nichts, wenn wir uns die Blende und damit die Eintritts- und Austrittspupille wieder geöffnet denken (wobei wir voraussetzen wollen, daß jeder Punkt der Einstellebene scharf in einen entsprechenden Bildpunkt der Mattscheibenebene abgebildet wird). An Stelle des Hauptstrahls P_1EP tritt nun ein ganzer *Strahlenkegel* mit P_1 als Spitze und der Eintrittspupille als Grundfläche⁵. Er wird durch das Objektiv verwandelt in einen Kegel mit der Austrittspupille als Grundfläche und P_1' als Spitze. Ein Punkt P_2 , der vor oder hinter der Einstellebene liegt, sendet gleichfalls einen Strahlenkegel in die Eintrittspupille. Dieser Strahlenkegel durchstößt die Einstellebene in einem Zerstreungskreis Z , der durch das Objektiv in den Zerstreungskreis Z' in der Mattscheibenebene abgebildet wird. Der Mittelpunkt dieses Zerstreungskreises Z' ist als der eigentliche Bildort des Punktes P_2 in der Mattscheibenebene zu betrachten; denn er bleibt unabhängig von mehr oder weniger starker Ablendung des Objektivs erhalten und auf ihn

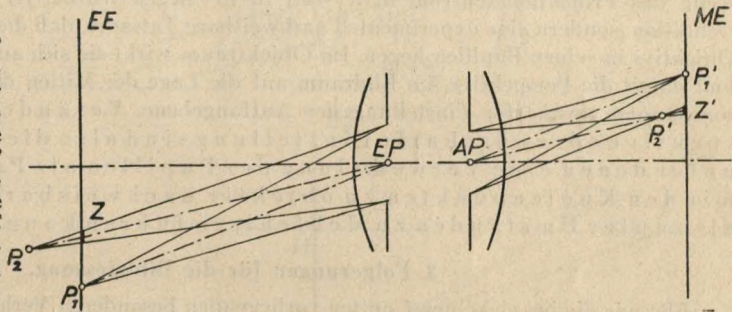
⁵ Wir bezeichnen die zweifache Mannigfaltigkeit von Strahlen durch einen Objektpunkt und die Fläche der Eintrittspupille als Strahlenkegel, durch die Mitte der Eintrittspupille (oder den vorderen Knotenpunkt) und die Objektebene als Strahlenbündel; entsprechend auf der Bildseite.

wird z. B. bei einer Messung das Auge einstellen. Dieser Mittelpunkt aber ist der Schnittpunkt des Hauptstrahls durch die Austrittspupille mit der Mattscheibenebene. Entsprechendes gilt im Objektraum für den Mittelpunkt von Z. Darum sind auch bei geöffneter Blende die Pupillen die Projektionszentren eines Objektivs.

Wie kommt es nun aber, daß diese einfachen und seit vielen Jahren bekannten Zusammenhänge immer wieder übersehen und zu Unrecht die Knotenpunkte als Projektionszentren bezeichnet und daraus falsche Folgerungen gezogen werden? Abgesehen von einer gewissen Bevorzugung der Knotenpunkte wegen ihrer bequemen Auffindbarkeit mit Hilfe der Brennpunkte liegt der eigentliche Grund in einer *Verwechslung des tatsächlich vorliegenden physikalischen Vorgangs mit rein mathematischen Beziehungen*. Man überträgt die einfachen Verhältnisse der oft gesehenen Figur, in der zwei Ebenen mit Hilfe eines Strahlenbündels durch ein Projektionszentrum perspektiv aufeinander bezogen sind, ohne weiteres auf den physikalischen Vorgang der optischen Abbildung durch ein Objektiv und übersieht dabei *zwei wesentliche Unterschiede*.

Abb. 3.

Die Mitten EP und AP der Pupillen sind die Projektionszentren bei der Abbildung des Objektraums auf die Ebene ME ; denn die durch EP und AP gehenden Hauptstrahlen durchstoßen die Ebene ME und die ME optisch als Objekt zugeordnete Ebene EE in den Mitten der Zerstreungskreise Z' und Z .



Der erste liegt in der bei der optischen Abbildung wirksamen *Strahlenbegrenzung*. Gewiß kann man sich die Abbildung einer Objekt- in eine Bildebene vorstellen als Projektion von den Knotenpunkten aus. Beide Strahlenbündel von diesen Projektionszentren nach zugeordneten Punkten der beiden Ebenen sind dann wegen der Gleichheit der objekt- und bildseitigen Bildwinkel einander kongruent und der einzige Unterschied gegenüber der erwähnten Figur ist der kleine Abstand zwischen den beiden Knotenpunkten, der mit der Dicke des Objektivs entschuldigt wird. Das bekannte Zeichenverfahren zur Konstruktion von Bildpunkten macht ja auch von dieser ausgezeichneten Eigenschaft der Knotenpunkte Gebrauch. Bei der tatsächlichen optischen Abbildung aber spielen die Strahlen durch die Knotenpunkte durchaus keine ausgezeichnete Rolle, ja die Strahlenbegrenzung kann sogar eine solche sein, daß die Strahlen durch die Knotenpunkte überhaupt nicht an der Abbildung teilnehmen. Dies ist z. B. bei dem in Abb. 4 schematisch gezeichneten Teleobjektiv der Fall (das Objekt ist dabei unendlich fern angenommen). Hier ist der Strahl durch K und K' wirklich nur ein gedachter, er würde den gezeichneten Verlauf haben, wenn die Linsen groß genug wären, um ihn durchzulassen. Die Hauptstrahlen hingegen, d. h. die Strahlen durch die Mitten der Blende und der Pupillen, bilden auch hier wie immer die Achsen der Strahlenkegel, die tatsächlich die Abbildung vermitteln. Der physikalische Vorgang der Abbildung durch ein Objektiv ist also im allgemeinen keineswegs eine einfache Zentralprojektion durch die beiden Knotenpunkte, auch wenn man von ihrem Abstand absieht. Es liegen vielmehr im Objekt- und Bildraum zwei ganz getrennte Zentralprojektionen mit den Pupillen als Zentren vor, die man auch durch Vernachlässigung des Abstandes zwischen Ein- und Austrittspupille nicht in eine einzige zusammenfassen kann, weil zugeordnete Objekt- und Bildwinkel einander im allgemeinen nicht gleich sind, die Hauptstrahlen im Objektiv also eine Richtungsänderung erleiden (vgl. Abb. 4). Die rein formale Zentralprojektion durch die Knotenpunkte

entspricht also nicht dem wirklichen Vorgang. Daß sie trotzdem auf dem Papier oft nützliche Dienste leistet, liegt daran, daß man sich dabei auf die scharfe Abbildung einer Objekt- in eine Bildebene beschränkt.

Im allgemeinen aber — das ist der zweite Unterschied gegenüber der oben erwähnten Figur — handelt es sich ja um die *Abbildung räumlicher Objekte auf eine Ebene im Bildraum*. Dann bleibt überhaupt keine Freiheit mehr für willkürliche Annahmen über die Projektionszentren; denn nun ergibt sich ihre wahre Lage mit zwingender Notwendigkeit aus objektiv meßbaren Wirkungen. Im Bildraum äußert sie sich experimentell nachweisbar darin, daß bei einer Verschiebung der Auffangebene die Mitten der dann entstehenden Zerstreuungskreise auf dem Hauptstrahl — und nicht etwa auf dem manchmal gar nicht vorhandenen Strahl durch die Knotenpunkte — wandern. Im Objektraum aber ändert sich mit dem Abstand des Projektionszentrums vom Objekt die sogenannte Perspektive. Die (absichtlich übertreibende) Abb. 5 veranschaulicht in der Einstellebene EE den grundsätzlich meßbaren Unterschied, der bei der Abbildung der Punkte P_1 und P_2 in die EE zugeordnete Mattscheibenebene auftreten würde, wenn das Projektionszentrum in K statt in EP liegen würde. Es ist daher keine formale Definition, sondern eine experimentell nachweisbare Tatsache, daß die Projektionszentren eines Objektivs in seinen Pupillen liegen. Im Objektraum wirkt sie sich aus auf den Objektabstand und damit die Perspektive, im Bildraum auf die Lage der Mitten der Zerstreuungskreise bei sogenannter unscharfer Einstellung der Auffangebene. Veränderlichkeit der Perspektive oder unscharfe Einstellung sind also die Voraussetzungen, unter denen eine Verwechslung der Pupillen als Projektionszentren mit den Knotenpunkten zu objektiv nachweisbaren Unterschieden, also unter Umständen zu Meßfehlern führen kann.

3. Folgerungen für die Bildmessung.

Ehe wir die bei einzelnen Geräten vorliegenden besonderen Verhältnisse näher betrachten, wollen wir an einigen in der Bildmessung oft vorkommenden Begriffen die grundsätzliche Bedeutung der Pupillen für den Strahlenverlauf erläutern.

Die Verschiedenheit der objekt- und bildseitigen Bildwinkel ist, wie z. B. Abb. 6a zeigt, durchaus nicht gleichbedeutend mit dem Vorhandensein von *Verzeichnung*. Von den beliebig vielen Lichtstrahlen, die von einem unendlich fern angenommenen Objektpunkt kommen (und daher untereinander parallel sind) und sich im Bildpunkt P' vereinigen, sind in Abb. 6a nur der durch die Knotenpunkte und der durch die Pupillen gehende gezeichnet. Für den ersten ist definitionsgemäß $w' = w$. Wir können annehmen, es liege keine Verzeichnung vor. Die Bildwinkel aber werden nicht an diesem immer denkbaren Strahl gemessen, der durch die Bedingung $w' = w$ definiert ist, sondern an dem Hauptstrahl durch die Pupillen, da er die Achse der abbildenden Strahlenkegel bildet und daher auf ihm die Mitten der Zerstreuungskreise liegen. Eine Ungleichheit der objekt- und bildseitigen Bildwinkel hat also mit einer etwaigen Verzeichnung überhaupt nichts zu tun. Sie bedeutet vielmehr nur, daß Knotenpunkte und Pupillen nicht zusammenfallen, entspricht also dem normalen Fall. Man muß sich daher an die — vielleicht manchem zunächst befremdliche — Tatsache gewöhnen, daß auch bei verzeichnungsfreien Objektiven die objekt- und bildseitigen Bildwinkel im allgemeinen ungleich, d. h. daß die Hauptstrahlenbündel vor und hinter dem Objektiv einander im allgemeinen durchaus nicht kongruent sind.

Bekanntlich wird die *Bildweite* einer Meßkammer grundsätzlich so bestimmt, daß man für ein fernes Objekt die zu dem Objektwinkel w gehörende Bildgröße l mißt und daraus nach der Beziehung: $l = -b \cdot \operatorname{tg} w$ die Bildweite b berechnet. Wie aus Abb. 6a hervorgeht, ist dann: $b = K'H'$, d. h. die Bildweite ist gleich dem Abstand des Bildhauptpunktes H' vom hinteren Knotenpunkt⁶. Die Bildweite ist also eine Rechengröße,

⁶ Die Bildweite b ist maßgebend für die Bildgröße, die Brennweite f dagegen für die Scharfabbildung. Die Brennweite spielt bei den folgenden Betrachtungen keine Rolle. Sie ist

die — Verzeichnungsfreiheit und großen Objektstand vorausgesetzt — aus den Objektwinkeln w die Bildgrößen l' zu berechnen gestattet. Über den tatsächlichen Strahlenverlauf aber sagt sie nichts aus; denn in den Begriff der Bildweite gehen die Projektionszentren, nämlich die Pupillen, überhaupt nicht ein. Das Beispiel des Teleobjektivs (Abb. 4) zeigt, wie sehr die Bildweite $K'H'$ sich unterscheiden kann vom wirklichen bildseitigen Projektionsabstand $AP'H'$ (der manchmal Strahlenweite genannt wird). Kamern gleicher Bildweite liefern also bei unendlich großem Objektstand und gleichem Gang der Verzeichnung gleiche Bildgrößen l' für gleiche Objektwinkel w . Die zugehörigen Bildwinkel w' aber können — je nach Lage

Abb. 4.

Der (gestrichelt gezeichnete) Strahl durch die Knotenpunkte K und K' wird vom Objektiv gar nicht durchgelassen. Der (strichpunktierte) Hauptstrahl durch die Blendenmitte geht durch die wirklichen Projektionszentren, die Pupillen. Man beachte den großen Abstand zwischen Knotenpunkten und Pupillen. Er kommt bei Teleobjektiven häufig (aber nicht etwa zwangsläufig) vor.

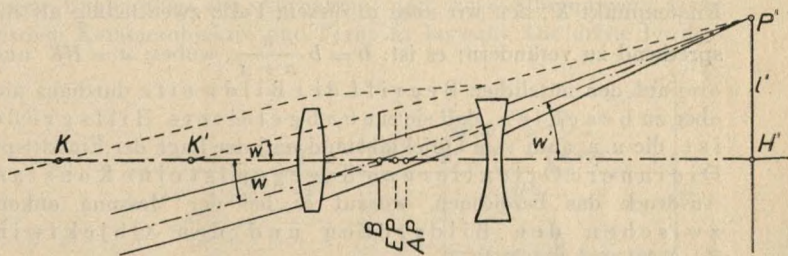
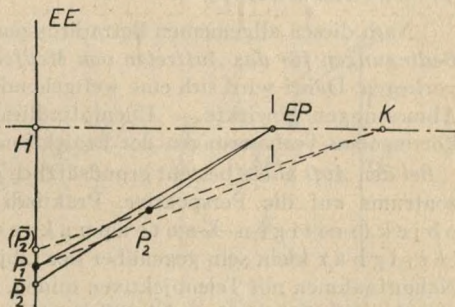


Abb. 5.

Bei der Projektion des Punktes P_2 auf die Einstellebene EE von EP aus ist: $P_2'H > P_1'H$. Läge das Projektionszentrum in K , so wäre $(P_2)H < P_1'H$.



der Austrittspupille — ganz verschieden groß sein. Oft sind sie überhaupt nicht bekannt, und für den Benutzer der Kammer ist die Kenntnis dieser inneren, d. h. bildseitigen Strahlenbündel meistens auch gar nicht erforderlich.

Dies gilt insbesondere für die Herstellung der inneren Orientierung einer Meßkammer, d. h. für die Orientierung der Bildebene in dem inneren Strahlenbündel einer Kammer. Gegeben sind dabei die Objektwinkel des äußeren Strahlenbündels. Damit liegen für das benutzte Objektiv die Bildwinkel w' des inneren Strahlenbündels fest, und man hat die Bildebene nun so in dieses innere Strahlenbündel hineinzustellen, daß zu den Objektwinkeln w die richtigen Bildgrößen l' gehören; das bedeutet aber: die Herstellung der inneren Orientierung besteht in der Einstellung der richtigen Bildweite, also (genauer gesagt) in der Festlegung des bildseitigen Knotenpunktes gegenüber den Marken der Bildebene. Die Lage der Austrittspupille dagegen und die Gestalt des inneren Strahlenbündels hängen von der Bauart der verwendeten Objektive ab. Aber auch der Ort des hinteren Knotenpunktes hat bei der Herstellung der inneren Orientierung nur theoretische, aber keine praktische Bedeutung. Für die Messung kommt es ja allein auf die zu bestimmten Bildgrößen gehörenden Objektwinkel des äußeren Strahlenbündels an. Darum ist es zweckmäßiger, die innere Orientierung nicht durch das Mittel (Einstellung einer bestimmten Bildweite), sondern durch den Zweck zu definieren: Kamern gleicher innerer Orientierung liefern gleiche Bildgrößen l' für gleiche Objektwinkel w .

hier stets so groß anzunehmen, daß in der jeweiligen Bildebene die gewünschte Objektebene scharf abgebildet wird. Liegt H' im hinteren Brennpunkt, so ist: $b = f$.

Die Vorteile dieser Definition werden offensichtlich, sobald wir die oben gemachte *Voraussetzung des unendlich großen Objektabstandes aufgeben*. Dann sind (vgl. Abb. 6 b) die vom gleichen Objektpunkt kommenden Strahlen durch den vorderen Knotenpunkt und durch die Eintrittspupille einander nicht mehr parallel, sondern schließen einen kleinen Winkel Δw ein, der sowohl vom Objektabstand und -winkel als auch vom Abstand der Eintrittspupille vom vorderen Knotenpunkt abhängt. Soll nach wie vor zu dem am Hauptstrahl durch EP gemessenen Objektwinkel w die Bildgröße l gehören, so sind — wie Abb. 6 anschaulich zeigt — die Strahlen durch K und damit auch durch K' um Δw zu drehen (und entsprechend der Strahl durch AP) und der Abstand des Bildhauptpunktes H' vom hinteren Knotenpunkt K', den wir auch in diesem Falle zweckmäßig als Bildweite \bar{b} bezeichnen, entsprechend zu verändern; es ist: $\bar{b} = b \frac{a}{a + \Delta}$, wobei: $a = HK$ und $\Delta = KEP$. Man braucht also auf den nützlichen Begriff der Bildweite durchaus nicht zu verzichten; man hat aber zu beachten, daß sie eine abgeleitete Hilfsgröße für die Rechnung ist, die u. a. auch vom Objektabstand und der Lage der Eintrittspupille abhängig sein kann. Die innere Orientierung dagegen ist eine Konstante, wenn wir mit diesem Ausdruck das bezeichnen, worauf es bei der Messung ankommt: die Beziehung zwischen den Bildgrößen und den Objektwinkeln des äußeren Strahlenbündels.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen untersuchen wir nun, wie weit die oben erkannten *Bedingungen für das Auftreten von Meßfehlern bei einigen typischen Fällen der Bildmessung* vorliegen. Dabei wird sich eine weitgehende — teils grundsätzliche, teils durch die besonderen Abmessungen bewirkte — Unempfindlichkeit der betrachteten Geräte gegen die in Frage kommenden Verlagerungen der Projektionszentren herausstellen.

Bei der Aufnahme besteht grundsätzlich der oben gezeigte Einfluß der Lage des Projektionszentrums auf die Perspektive. Praktisch wird jedoch meistens der Abstand des objektseitigen Knotenpunktes von der Eintrittspupille vernachlässigbar klein sein gegenüber der Objektentfernung. Eine Ausnahme davon würden z. B. Nahaufnahmen mit Teleobjektiven bilden. Aber auch bei ihnen würden Meßfehler oder Widersprüche nur dann auftreten, wenn zu Korrektions- oder Kontrollzwecken der Abstand eines Objekts vom Projektionszentrum besonders gemessen und dieses dabei irrtümlich im objektseitigen Knotenpunkt angenommen wird.

Bei den Auswertgeräten bezeichnen wir als Objekt die Film- bzw. Plattenebene. Hier wirkt sich die Lage des Projektionszentrums im Bildraum aus bei absichtlich oder unabsichtlich unscharfer Einstellung der Auffangebene.

Ein Einfluß ist zunächst beim Aeroprojektor *Multiplex* zu erwarten, bei dem man sich ja mit scharfer Abbildung in einer mittleren festen Tischentfernung begnügt, während darüber und darunter die Mitten der Zerstreungskreise die Bildpunkte vertreten. Bekanntlich werden beim Multiplex nach dem Porro-Koppeschen Prinzip die objektseitigen Bildwinkel der Aufnahme wiederhergestellt. Hier liegt nun der oben beschriebene Fall vor, daß wegen der endlichen Tischentfernung die (im Verkleinerungsmaßstab reduzierte) Aufnahme- und die Wiedergabebildweite einander nicht genau gleich gemacht werden dürfen; denn dadurch würde man ja die Strahlenbündel durch die Knotenpunkte kongruent machen, während dies tatsächlich für die Strahlenbündel durch die Projektionszentren, d. h. die Pupillen, geschehen muß, da sie die Mitten der Zerstreungskreise liefern. In diesem Falle würde also grundsätzlich ein Meßfehler entstehen, wenn man irrtümlich die Knotenpunkte als Projektionszentren betrachten würde. Nun wird aber tatsächlich beim Multiplex ein annähernd symmetrisches Projektionsobjektiv verwendet. Der Abstand zwischen tischseitigem Knotenpunkt und der Pupille beträgt etwa 0,7 mm beim Objektiv des Normalprojektors, was eine Änderung der reduzierten Aufnahmebildweite von 46,0 mm um nur etwa 0,1 mm bewirkt. Dieser Betrag fällt aber nicht ins Gewicht gegenüber anderen beim Multiplex gemachten Vernachlässigungen (z. B. Schwankungen der Aufnahmebildweite bis zu 1 v. H.).

Unter den genaueren Geräten mit subjektiver Beobachtung wählen wir den *Porro-Koppeschen Bildtheodoliten*, um die drei an die Justierung zu stellenden Forderungen zu erläutern, die hier der einen Bedingung beim Multiplex (Kongruenz der Strahlenbündel durch die objekt- bzw. tischseitige Pupille) entsprechen. Am übersichtlichsten zeigt folgende Formulierung der Bedingungen die grundsätzlichen Zusammenhänge. Erstens muß die Zielachse des Fernrohrs durch den Schnittpunkt seiner Drehachsen, den sogenannten Kardanpunkt, gehen. Das aus dem Kammerobjektiv austretende Strahlenbündel ist — zweitens — durch Abstimmen der Auswertbildweite dem Aufnahmestrahlenbündel kongruent zu machen, und zwar muß diese Kongruenz für den Kardanpunkt hergestellt werden; denn sonst werden falsche Bildwinkel gemessen, wenn wegen Ungleichheit der Aufnahme- und Auswertbrennweite kein paralleler Strahlengang zwischen Kammerobjektiv und Fernrohr herrscht. Die dritte Forde-

Abb. 6 a.

Objektstand unendlich. Verzeichnung sei nicht vorhanden. Trotzdem ist für den Strahl durch die Pupillen $w' \neq w$. — Bildweite $b =$ Abstand des Bildhauptpunktes H' vom hinteren Knotenpunkt K' .

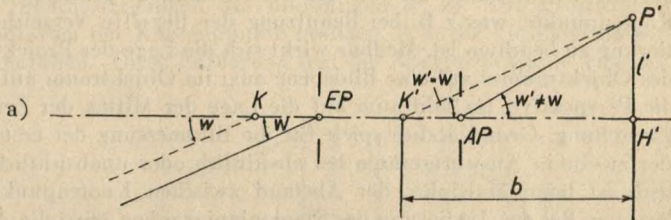
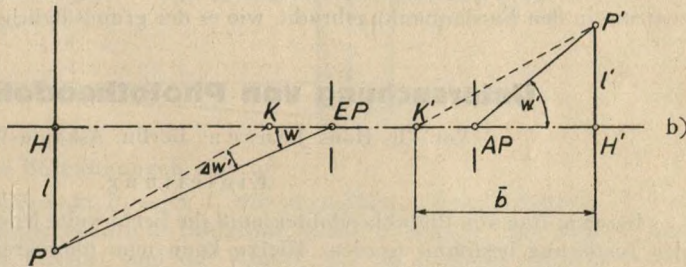


Abb. 6 b.

Objektstand endlich. Objektwinkel w und Bildgröße l' sind unverändert. Die Bildweite b' hängt vom Objektstand ab.



nung betrifft wieder die dem Fernrohr zugewandte Austrittspupille des Kammerobjektivs als Projektionszentrum: sie muß im Kardanpunkt liegen. Ein Verstoß gegen diese dritte Bedingung wirkt sich, wie wir sahen, bei unscharfer Einstellung aus. Zum Unterschied vom Multiplex kommt diese hier nur unabsichtlich vor, wenn nämlich das Zwischenbild im Fernrohr nicht genau in die Ebene der Meßmarke fällt. Dann liegen die Mitten der Zerstreuungskreise nicht auf den Strahlen durch den Kardanpunkt, für den die Kongruenz mit dem Aufnahmestrahlenbündel hergestellt wurde (die bekannten Meßfehler infolge von Parallaxe können außerdem auftreten). Ähnlich wie unscharfe Einstellung kann auch — wie hier nur kurz erwähnt sei — eine nicht streng punktförmige Strahlenvereinigung in der Plattenebene des Kammerobjektivs wirken; durch Abweichungen zwischen Kardanpunkt und Austrittspupille können dann Verzeichnungsfehler des Kammerobjektivs entstehen.

Beim *Stereoplanigraphen* ist die obige erste Bedingung überflüssig gemacht durch die Tatsache, daß der hintere Knotenpunkt des Vorsatzsystems im Kardanpunkt liegt (und zwar bei jeder Einstellung des Vorsatzsystems), wodurch die Lage eines Bildpunktes auf dem Markenspiegel unabhängig wird von kleinen Zielfehlern der optischen Achse des Vorsatzsystems. Im übrigen gilt auch hier, daß für den Kardanpunkt die Kongruenz mit dem Aufnahmestrahlenbündel hergestellt werden muß und daß in ihm das Projektionszentrum, nämlich die Austrittspupille des Kammerobjektivs, zu liegen hat. Praktisch werden diese beiden Forderungen dadurch erfüllt, daß der Benutzer den Zahlenwert der Aufnahmebildweite an der Auswertkammer einstellt und dadurch das Strahlenbündel durch die Austrittspupille dem Aufnahmestrahlenbündel kongruent macht (bei Ungleichheit der Aufnahme- und Auswertbrennweite nicht streng, wie die Betrachtungen zum Multiplex zeigen, aber mit völlig ausreichender Näherung) und daß er zwei Marken zur Deckung und dadurch die Austrittspupille

des Kammerobjektivs in den Kardanpunkt bringt. Diese letzte Bedingung hat also bei den Geräten mit Scharfabbildung der auszuwertenden Punkte vorbeugenden Charakter: sie soll Meßfehler auch bei unabsichtlich unscharfer Einstellung vermeiden. Man sucht sie daher bei der Justierung durch geeignete Verfahren so gut wie möglich zu erfüllen.

Wir fassen zusammen: Die Projektionszentren bei der optischen Abbildung durch ein Objektiv liegen nicht in den Knotenpunkten, sondern in den Pupillen. Knotenpunkte und Pupillen fallen nur in Sonderfällen, z. B. bei streng symmetrischen Objektiven, zusammen. Bei stark unsymmetrischen Objektiven, z. B. Teleobjektiven, können die Pupillen unter Umständen ganz beträchtliche Abstände von den Knotenpunkten haben. Der wirkliche Strahlenverlauf weicht daher ab von der oft schematisch gezeichneten Zentralprojektion durch die Knotenpunkte, was z. B. bei Benutzung der Begriffe Verzeichnung, Bildweite, innere Orientierung zu beachten ist. Meßbar wirkt sich die Lage der Projektionszentren bei der Abbildung des Objektraumes auf eine Bildebene aus: im Objektraum auf den Objektabstand und damit die Perspektive, im Bildraum auf die Lage der Mitten der Zerstreungskreise bei unscharfer Einstellung. Grundsätzlich spielt für die Bildmessung der erste Einfluß meistens keine Rolle, der zweite in Auswertgeräten bei absichtlich oder unabsichtlich unscharfer Einstellung. Praktisch ist beim Multiplex der Abstand zwischen Knotenpunkten und Pupillen zu vernachlässigen. Bei der Justierung des Stereoplanigraphen wird die Austrittspupille als Projektionszentrum in den Kardanpunkt gebracht, wie es der grundsätzlichen Forderung entspricht.

Untersuchung von Phototheodolitkammern

Von Dr. Hans Jensen, Berlin, Askania-Werke AG.

Einleitung.

Bei dem Bau von Phototheodoliten muß die Brennweite jeder Phototheodolitkammer nach der Justierung bestimmt werden. Hierzu kann man photographische Aufnahmen von vermessenen Punkten benutzen. Aus den Messungen der gegenseitigen Abstände der Zielpunkt-bilder und aus den als bekannt vorausgesetzten Gesichtswinkeln der Zielpunkte läßt sich die Brennweite ermitteln. Im folgenden werden zunächst die Formeln für die Auswertung abgeleitet und anschließend einige praktische Beispiele gegeben. Eine ähnliche Arbeit ist von Werkmeister¹ veröffentlicht worden. Dabei wird die Anwendung beschränkt auf die Ableitung der Kammerbrennweiten und der Plattenhauptpunktslage aus einigen nahe am Plattenrand gelegenen Zielpunkten, so daß die Verzeichnungsfehler dort nicht bestimmt wurden.

Ableitung der Formeln

zur Bestimmung von Brennweite und Plattenhauptpunktslage.

Bei der Auswertung von photographischen Aufnahmen mit Phototheodoliten ist die Kenntnis der Brennweite und der Lage des Plattenhauptpunktes erforderlich. Als Plattenhauptpunkt ist der Fußpunkt des Lotes vom Projektionszentrum auf die Bildebene anzusehen. Da das Bild durch eine Zentralprojektion entsteht, dessen bildseitiges Projektionszentrum der Mittelpunkt der Austrittspupille ist, so ist dieses Lot also vom Mittelpunkt der Austrittspupille auf die Plattenebene zu fallen. Dieser Punkt wird fälschlicherweise oft als Schnittpunkt der optischen Achse mit der Bildebene definiert. Der Plattenhauptpunkt wird auf den photographischen Platten im allgemeinen durch eine Reihe von Marken kenntlich gemacht. Man benutzt z. B. zwei zugleich mit der Aufnahme aufkopierte Paare von Punkten, deren Verbindungslinien senkrecht zueinander stehen. Der Schnittpunkt dieser Verbindungs-

¹ Bestimmung der inneren Orientierung der Kammer eines Phototheodolits. Zeitschrift für Instrumentenkunde 50, 1930, S. 246—254.

linien sei als Rahmenmittelpunkt R bezeichnet. Bei einwandfreier Justierung der Phototheodolitkammern soll er mit dem Plattenhauptpunkt mindestens so weit zusammenfallen, daß er bei der Auswertung der Platte mit hinreichender Genauigkeit als Plattenhauptpunkt angesehen werden kann. Die Brennweite f ist bei dieser Untersuchung nicht im Sinne der geometrischen Optik als paraxiale Brennweite, sondern als eine Kammerkonstante anzusehen, die die Abstände der Bildpunkte vom Plattenhauptpunkt, die „Bildgrößen“ l' , in möglichst genauer Anlehnung an die einfache Formel

$$l' = f \cdot \tan \omega \tag{1}$$

als Funktion des Gesichtswinkels ω wiedergibt.

Die photogrammetrische Rechnung geht davon aus, daß der Neigungswinkel des objektseitigen Bündelhauptstrahles ω gleich derjenigen des bildseitigen ω' ist. Die Projektionszentren müssen also die Eigenschaften der Knotenpunkte besitzen, d. h. die Pupillen müssen mit den Knotenebenen zusammenfallen. Diese Forderung legt die Aperturblende in eine der beiden Hauptebenen.

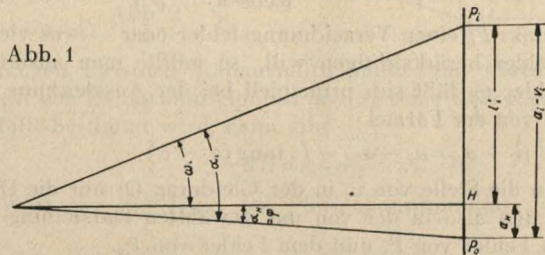


Abb. 1

Wir führen die folgenden Bezeichnungen ein:

Für einen beliebigen Bildpunkt P_i seien l'_i die verzeichnungsfreie Bildgröße, $l'_i + v_i$ die gemessene, mit Verzeichnung behaftete Bildgröße, sowie ω_i und ω'_i der objekt- und der bildseitige Gesichtswinkel. Hierbei sind die Winkel von der Richtung des Lotes vom Projektionszentrum auf die Bildebene und die Bildgrößen vom Fußpunkt dieses Lotes auf der Bildebene zu rechnen. Die Vorzeichen von l'_i und ω_i bzw. ω'_i sollen — abweichend von dem genormten Gebrauch der geometrischen Optik — stets gleich sein. Alle Bildgrößen auf der einen Seite von der Achse und die zugehörigen Gesichtswinkel sollen konsequent positiv, auf der anderen Seite von der Achse negativ gerechnet werden. Die Verzeichnung v_i ist positiv, wenn der wirkliche Bildpunkt, vom verzeichnungsfreien Bildpunkt aus gerechnet, in Richtung wachsender Bildgröße verschoben ist. Allerdings bedeutet v_i nicht den reinen Verzeichnungsfehler, sondern enthält gleichzeitig auch den Meßfehler. Diese beiden Fehler lassen sich jedoch nur trennen, wenn für den Verlauf der Verzeichnung irgendein bestimmter funktionaler Zusammenhang mit Bildgröße oder Gesichtswinkel vorausgesetzt wird.

Bei der Untersuchung einer soeben fertiggestellten Phototheodolitkammer gilt die genaue Lage des Plattenhauptpunktes zunächst als unbekannt. In Abb. 1 seien H der Plattenhauptpunkt und P_o ein ihm nahegelegenes Bild eines mitvermessenen Zieles. Die wirklich gemessene Bildgröße eines Bildpunktes P_i muß von diesem Punkt P_o aus gezählt werden und sei mit a_i bezeichnet. Es ist also $a_i = P_o P_i$. Dieser Bildgröße a_i entspricht der Gesichtswinkel α_i . Auch die Vorzeichen von a_i und α_i seien stets gleich, und zwar in Übereinstimmung mit der Wahl der Vorzeichen von l'_i und ω_i gewählt. In der Abb. 1 möge P_i der verzeichnungsfreie Bildpunkt irgendeines Zielpunktes sein. Dann folgt aus der Abbildung ohne weiteres:

$$l'_i = a_i - v_i - a_H \quad \text{und} \quad l'_o = -a_H$$

$$\omega_i = \alpha_i - \varphi \quad \omega_o = -\alpha_H = -\varphi$$

Somit geht über in

$$l'_i = f \cdot \tan \omega_i$$

$$v_i = a_i - a_H - f \cdot \tan (\alpha_i - \varphi) \tag{2}$$

Unter der bei diesen Aufnahmen erfüllbaren Bedingung, daß φ nur klein ist, läßt sich diese Formel nach der Taylor-Entwicklung

$$f(x+h) = f(x) + h \cdot f'(x)$$

unter Abbrechen nach dem zweiten Glied entwickeln zu:

$$v_i = a_i - a_H - f \left\{ \tan \alpha_i - \frac{\varphi}{\varrho} \frac{1}{\cos^2 \alpha_i} \right\} \quad (3)$$

Dabei soll φ in Bogensekunden oder in Bogenminuten ausgedrückt sein und dementsprechend ϱ die Anzahl der Sekunden bzw. der Minuten für den Bogen 1 bedeuten, also $\varrho = 206\,265''$ bzw. $\varrho = 3438'$. Da die Abszisse des Plattenhauptpunktes a_H in der Größenanordnung eines oder einiger Zehntel Millimeter liegt, kann hierfür Verzeichnungsfreiheit angenommen werden, also:

$$a_H = f \cdot \tan \varphi = f \cdot \frac{\varphi}{\varrho} \quad (4)$$

Dann folgt der Verzeichnungsfehler des Punktes P_i :

$$v_i = a_i - f \cdot \left\{ \tan \alpha_i - \frac{\varphi}{\varrho \cos^2 \alpha_i} + \frac{\varphi}{\varrho} \right\} \quad (5)$$

Wenn man auch für den Punkt P_o einen Verzeichnungsfehler oder — was vielleicht den Sinn mehr trifft — einen Meßfehler berücksichtigen will, so müßte man anstatt a_H den Wert $a_H - v_H$ einsetzen. Der Fehler v_H läßt sich prinzipiell bei der Ausgleichung mit bestimmen. Wir würden in diesem Fall von der Formel

$$v_i - v_H = a_i - a_H - f \cdot \tan(\alpha_i - \sigma) \quad (6)$$

ausgehen. Es würde also an die Stelle von v_i in der Gleichung (2) nur die Differenz $v_i - v_H$ treten. Demgegenüber bedeutet also in der von uns gewählten Darstellung jeder Fehler v_i die Differenz zwischen dem Fehler von P_i und dem Fehler von P_o .

Die Ausgleichung der Messungen.

Grundsätzlich lassen sich Brennweite und Plattenhauptpunktlage auf Grund von nur drei Zielpunkten nach (5) streng berechnen, wenn man auf die Bestimmung der Verzeichnung verzichtet. Der wesentliche Vorteil der Ausgleichsrechnung besteht darin, daß man eine größere Anzahl von Meßpunkten benutzen kann, außerdem neben den gesuchten Größen auch eine Aussage über ihre Genauigkeit erhält und endlich die Verzeichnungsfehler nicht als verschwindend ansetzen muß.

Vor der eigentlichen Ausgleichung wählen wir bereits einen Näherungswert f_o für die Brennweite f und setzen $f = f_o + \Delta f$, damit bei der Ausgleichung nur noch kleine Größen (Δf , φ , v_i) bestimmt werden müssen und eine relativ grobe Rechnung ausreicht. Unter Vernachlässigung der in den Größen φ und Δf quadratischen Glieder folgt dann

$$v_i = a_i - f_o \cdot \tan \alpha_i + \frac{f_o \cdot \varphi}{\varrho} \tan^2 \alpha_i - \Delta f \cdot \tan \alpha_i \quad (7)$$

Mit den Abkürzungen

$$A_i = -\tan \alpha_i \quad B_i = +\frac{f_o}{\varrho} \tan^2 \alpha_i \quad w_i = a_i - f_o \cdot \tan \alpha_i \quad (8)$$

erhalten wir dann die Fehlergleichung

$$A_i \Delta f + B_i \varphi + w_i = v_i \quad \text{für } i = 1, 2, \dots, k \quad (9)$$

Aus diesen Fehlergleichungen folgen nach der Methode der kleinsten Quadrate die Normalgleichungen mit der in der Ausgleichsrechnung üblichen Symbolik:

$$\begin{aligned} [AA] \Delta f + [AB] \varphi + [Aw] &= 0 \\ [AB] \Delta f + [BB] \varphi + [Bw] &= 0 \end{aligned} \quad (10)$$

Für die Kontrolle der Summenbildung rechnen wir noch die Hilfsgröße

$$S = A + B + w \quad (11)$$

und die Produktsummen $[SA]$, $[SB]$, $[Sw]$ und $[SS]$

Sollten die Zahlenwerte der Größen A , B und w sehr verschieden sein, so empfiehlt es sich, vor der Summenberechnung neue Einheiten für die Größen φ , Δf und v zu wählen, indem z. B. der Verzeichnungsfehler v in μ oder der Winkelfehler φ in $100''$ als Einheit ausgedrückt wird. Bei dieser Ausgleichung ist bewußt darauf verzichtet, den einzelnen Meßpunkten verschiedene Gewichte zuzuerteilen, da bei einigermaßen verzeichnungsfreien Objektiven das Ergebnis praktisch unabhängig von den Gewichten wird und die Rechnung mit Gewichten einen erhöhten Arbeitsaufwand erfordert.

Bei der praktischen Durchführung erfolgen die Auflösung der Normalgleichungen und die Fehlerbestimmung nach einem besonderen Schema, so daß die Auswertung auch von Hilfskräften, die natürlich daraufhin eingearbeitet sein müssen, ausgeführt werden kann.

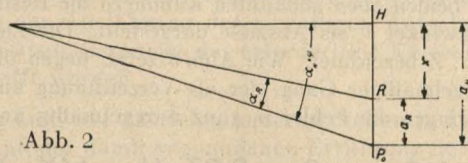


Abb. 2

Die Beziehungen zwischen Rahmenmittelpunkt und Plattenhauptpunkt folgen aus Abb. 2. Bedeutet R den Rahmenmittelpunkt und a_R seine Koordinate, die bei der Ausmessung der Platte ebenfalls bestimmt wird, dann gibt

$$RH = x = a_H - a_R \tag{12}$$

den gesuchten Wert für die Lage des Plattenhauptpunktes, bezogen auf den Rahmenmittelpunkt.

Die Durchführung der Rechnung.

Die Platte wird am Meßapparat ausgemessen und die Bildgröße $a_i = P_o P_i$ für eine Reihe von Punkten bestimmt. Aus zwei möglichst symmetrisch liegenden Punkten werden zwei Näherungswerte für die Brennweite nach der Formel

$$f = \frac{a_i}{\tan \alpha_i}$$

berechnet. Der Mittelwert beider Zahlen wird als Näherungswert f_o gewählt. Diese Art der Bestimmung des Näherungswertes f_o hat den Vorteil, daß der noch unbekannte Abstand $P_o H$ nur einen unwesentlichen Fehler im Näherungswert f_o bewirkt.

Dann werden die Größen A_i , B_i , w_i nach (8) sowie S_i nach (11) berechnet und anschließend die Produktsummen $[AA]$, $[AB]$ usw. gebildet, die in (10) vorkommen. Die Auflösung der Normalgleichungen (10) erfolgt nach dem üblichen Rechenverfahren der Ausgleichsrechnung. Man erhält dabei Δf und φ sowie ihre mittleren Fehler. Endlich werden die Verzeichnungsfehler v_i berechnet, und zwar am einfachsten nach Formel (9), da man dann nur kleine Zahlen zu bestimmen hat und infolgedessen hierfür nur mit einem Rechenschieber arbeiten braucht.

Messungsergebnisse an einigen Phototheodolitkammern.

Für zwei Phototheodolitkammern sind die Brennweite f und der Abstand x des Plattenhauptpunktes vom Rahmenmittelpunkt R sowie ihre aus der Ausgleichung folgenden mittleren Fehler (m. F.) in der Tab. 1 zusammengestellt. Die Kammer enthalten Askania-Phototheodolitobjektive Typ R von 37 cm Brennweite und dem Öffnungsverhältnis 1:5,5. Bei der Berechnung dieser Objektive ist auf höchste Verzeichnungsfreiheit Wert gelegt worden.

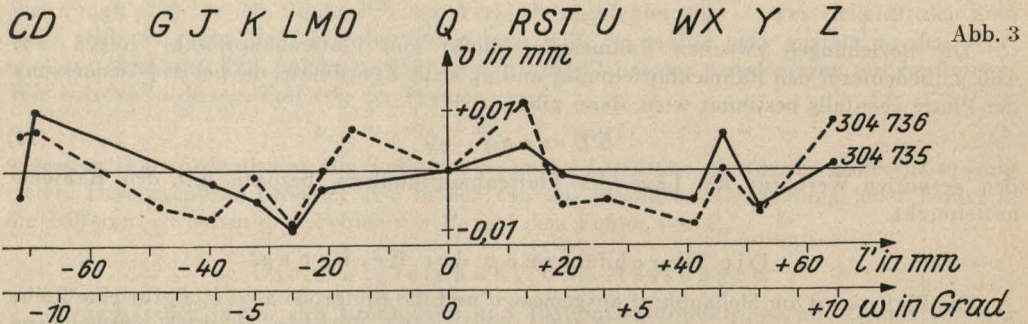
Aus Tab. 1 ist zu ersehen, daß die Brennweite mit befriedigender Genauigkeit ermittelt wird, daß aber der mittlere Fehler für den Plattenhauptpunktsfehler in diesen beiden

Fällen von ähnlicher Größe wie der gesuchte Wert selbst ist. Oft ist sogar der Plattenhauptpunktsfehler erheblich kleiner als sein mittlerer Fehler. In den in Tab. 1 mitgeteilten Fällen ist der Plattenhauptpunktsfehler immer noch kleiner als der dreifache Betrag des mittleren Fehlers, d. h. der Wert des Plattenhauptpunktsfehlers ist nicht verbürgt.

Tab. 1. K a m m e r k o n s t a n t e n .

Gerät-Nr.	f	$m.F.$	x	$m.F.$
304 735	369,83	$\pm 0,015$	+ 0,24	$\pm 0,09$
304 736	369,86	$\pm 0,019$	- 0,18	$\pm 0,13$

In Abb. 3 sind für die beiden oben genannten Kammern die Restfehler v_i über der Bildgröße l'_i und dem Gesichtswinkel ω als Abszisse dargestellt. Die Zielpunkte sind in Abb. 3 durch Buchstaben C, D, ... Z bezeichnet. Wie Abb. 3 zeigt, liegen die Restfehler² durchweg unterhalb 0,01 mm. Ein regelmäßiger Gang, der als Verzeichnung anzusehen wäre, ist nicht zu bemerken. Vielmehr springen die Fehler v_i ganz unregelmäßig und sind also vorwiegend



als Meßfehler anzusehen. Man kann also aus diesen Kurven schließen, daß die reinen Verzeichnungsfehler erheblich unter 0,01 mm liegen. Da nach diesen Kurven die Meßgenauigkeit zu etwa 0,01 mm angenommen werden muß, so kann man die Objektive dieser Phototheodolitkammern als „völlig verzeichnungsfrei“ bezeichnen.

Z u s a m m e n f a s s u n g .

Die Formeln für die Bestimmung der Lage des Plattenhauptpunktes und der Brennweite von Phototheodolitkammern aus photographischen Aufnahmen bekannter Zielpunkte werden abgeleitet. Das Ergebnis von zwei derartigen Rechnungen wird als Beispiel mitgeteilt und besprochen.

Der Einsatz des Luftbildes zur Schaffung der Planungsunterlagen bei dem Großbauvorhaben „Stadt des KdF.-Wagens“

Von Vermessungsrat B o n c z e k , Stadt des KdF.-Wagens.

Die Grundlage für jede Planung ist die Karte. Ihr Maßstab ist abhängig von der gestellten Aufgabe. Großräumige Planungsarbeiten erfordern die einen großen Raum umfassende kleinmaßstäbliche Karte. Je weiter die Planung ins Detail geht, um so größer muß auch der Maßstab der Karte werden. Diese Vergrößerung des Maßstabes der Planungs-

² Unter günstigeren atmosphärischen Verhältnissen, als sie bei diesen Aufnahmen infolge der Refraktionsanomalien über den Dächern einer Großstadt vorliegen, dürfte der Meßfehler merklich kleiner sein.

unterlage erhält man aber nicht mit der erforderlichen Genauigkeit durch die Reproduktion der Meßtischblätter 1 : 25 000 auf jeden beliebigen Maßstab, wie man es vielfach in der Praxis beobachten kann. Hierfür sind die durch die Aufnahme und die Herstellung dieses Kartenwerkes bedingten Grenzen gesetzt, die beim Maßstab 1 : 10 000 liegen dürften. Durch die Vergrößerung des Meßtischblattes auf den Maßstab 1 : 5000 oder sogar 1 : 2500 erhält man keineswegs eine genügend genaue Unterlage für die Detailplanung. Auf die sehr verschiedene Güte der Meßtischblätter soll hierbei nicht weiter eingegangen werden.

Eine ideale Planungsunterlage wäre die deutsche Grundkarte 1 : 5000, die in ihrem Wert als Entwurfsunterlage noch gesteigert wird, wenn sie aus der Arbeitskarte im Maßstab 1 : 2500 entwickelt wird. Da die deutsche Grundkarte aber erst in sehr geringem Umfange zur Verfügung steht und auch nicht abzusehen ist, wann mit ihrem Vorhandensein zu rechnen ist, muß also zur Ausführung der gewaltigen Aufgaben der Neuordnung des deutschen Lebens- und Wirtschaftsraumes das erforderliche Kartenmaterial auf schnellstem Wege anderweitig beschafft werden.

Diese Forderung trat auch wie an vielen anderen Stellen in Deutschland beim Aufbau des Volkswagenwerkes und der damit verbundenen Errichtung der Stadt des KdF.-Wagens auf. In der Nähe des kleinen Landstädtchens Fallersleben entsteht in bisher rein land- und forstwirtschaftlich genutztem Gebiet eine neue Industrie und eine neue Großstadt. Alle Zweige des Bauwesens, die bei diesem Großbauvorhaben eingesetzt sind, verlangen nach Karten in den verschiedensten Maßstäben. Zur Ausführung sämtlicher messungs- und katastertechnischer Arbeiten in diesem Aufbaugbiet, also auch zur Herstellung sämtlicher Planungsunterlagen, wurde von der Preußischen Katasterverwaltung ein Neumessungsamt errichtet.

Die Planungsarbeiten für dieses Großbauvorhaben erstrecken sich über ein Gebiet von ca. 100 qkm, das sind also 25 deutsche Grundkarten. An großmaßstäblichen Karten waren nur die Katasterpläne vorhanden, die wegen der großen Verschiedenheit der Maßstäbe, wegen der Inseldarstellung, wegen der fehlenden Darstellung der Höhen und topographischen Einzelheiten und wegen der mangelhaften Gebäudedarstellung für Entwurfsarbeiten ungeeignet sind. Entsprechend den Anforderungen des Bauwesens wurde nach Einsatz des Neumessungsamtes mit allen Kräften die terrestrisch-topographische Aufnahme in Angriff genommen. Die Geländeaufnahme, die örtlich teilweise mit 10 Meßtrupps und dem entsprechenden häuslichen Personal betrieben wurde, konnte aber das Kartenbedürfnis — insbesondere nach den Maßstäben 1 : 2500 und 1 : 5000 — nicht voll befriedigen, weil die Messungs- und Kartierungsarbeiten gegenüber den Bauarbeiten zu spät angefangen wurden. Aus diesem Grunde mußte für die Herstellung der Karten 1 : 2500 und 1 : 5000 auch die Luftbildmessung herangezogen werden.

Aber dies war nicht der alleinige Grund für den Einsatz der Luftbildmessung. Neben der Herstellung von Kartenunterlagen sollte das Luftbild außerdem für städtebauliche Arbeiten Verwendung finden. Die Anschaulichkeit der Geländewiedergabe, die Erfassung von Details, die in einer Karte nicht dargestellt sind, machen den Luftbildplan zu einem guten Hilfsmittel für den modernen Städtebau. Wesentlich gesteigert wird noch die Bedeutung des Luftbildplanes durch die Verbindung mit einer gleichmaßstäblichen Karte, wodurch besonders die sonst fehlende Höhenangabe zur Darstellung gebracht wird. Die Karte bildet dann die Entwurfsunterlage und der Luftbildplan ist hierzu die anschauliche Ergänzung und Erläuterung für städtebauliche Zwecke.

Aus diesen beiden Gründen — Unterlagen für die Kartenherstellung und Benutzung des Luftbildplanes für städtebauliche Zwecke — wurde für das gesamte Aufbaugbiet der Stadt des KdF.-Wagens bei der Hansa-Luftbild der entzerrte Luftbildplan in Auftrag gegeben. Der Auftrag ist in zwei Abschnitten erteilt worden. Der erste erstreckt sich über ein Gebiet von 65 qkm und ist bereits ausgeführt. Zur Zeit läuft der zweite Teilauftrag

über ein Gebiet von 35 qkm. Die annähernd senkrechte Luftaufnahme in der Filmgröße 18×18 cm erfolgt stereoskopisch, d. h. mit einer Überdeckung von etwa 60 % in der Flugrichtung. Der Bildmaßstab ist bei einer Flughöhe von rd. 850 m etwa 1 : 4000. Die Luftaufnahmen werden auf den Maßstab 1 : 2500 entzerrt.

Für die Entwurfsarbeiten im Städtebau ist der Maßstab 1 : 2500 besonders günstig, während der Maßstab 1 : 5000 sich mehr für die generelle Planung eignet. Da die Karte 1 : 2500 als Arbeitskarte für die deutsche Grundkarte ohnehin beim Preußischen Neumessungsamt gefertigt wird, lag es nahe, auch den Luftbildplan in diesem Maßstab zu fertigen. Er bietet gegenüber dem Luftbildplan 1 : 5000 bezüglich Wiedergabe von Details erhebliche Vorteile. Die Blatteinteilung für den Luftbildplan 1 : 2500 wurde entsprechend dem Rahmen der Deutschen Grundkarte vorgenommen, so daß vier Blätter des Luftbildplanes im Bildformat 40×40 cm eine Arbeitskarte 1 : 2500 bzw. den Inhalt einer deutschen Grundkarte wiedergeben.

Die Kosten für die Herstellung des Luftbildplanes im Maßstab 1 : 2500 betragen naturgemäß durch den Maßstab der Originalaufnahme 1 : 4000 und durch die größere Anzahl der zu bestimmenden Paßpunkte ungefähr das Vier- bis Fünffache des Luftbildplanes im Maßstab 1 : 5000.

Außer dem entzerrten Luftbildplan wurde zur beschleunigten Herstellung der Entwurfskarte 1 : 2500 für eine Fläche von 33 qkm die Höhenausmessung verlangt; davon ist der vordringliche Teil mit 13 qkm fertiggestellt. Waldflächen, Gebiete mit dichtem Buschwerk und Gelände unter 3 Grad Neigung fallen hierbei aus. Diese Lücken müssen durch terrestrisch-topographische Aufnahmen geschlossen werden.

Die Höhenausmessung wird als 1-m-Schichtenplan von der Hansa Luftbild auf Aluminiumfolien in Bleistiftzeichnung geliefert. Diese Pläne werden bei der Herstellung des Höhenblattes auf Klarzell abgezeichnet und sind die Vorlagen für den braunen Höhendruck. Über die Genauigkeit der Höhenausmessung kann zunächst nur gesagt werden, daß nach den bisherigen Erfahrungen die erzielte Genauigkeit im allgemeinen ausreicht. Eine geplante Genauigkeitsuntersuchung mußte bei Kriegsausbruch zurückgestellt werden.

Das Fehlen einer gesetzlichen Grundlage, wonach jedes Bauwerk einer zwangsläufigen Aufnahme unterliegt, hat die Katasterkarten in Preußen für topographische Zwecke fast wertlos gemacht. Es ist auch in der Zukunft bei den bevorstehenden gewaltigen Aufgaben und dem Mangel an Fachkräften im Vermessungsdienst nicht abzusehen, wann hier mit den bisherigen Mitteln und Methoden Abhilfe geschaffen werden kann. Die Ausführung der Ortslageneummessungen und die Beseitigung der ungetrennten Hofräume auf dem Wege der Katasterneummessung würde Generationen in Anspruch nehmen. Falls inzwischen nicht eine gesetzliche Regelung der Bauwerkseinmessung auf Kosten des Bauherrn erlassen wird, würde übrigens auch dieses Werk unterdessen veraltet und unbrauchbar geworden sein. Zur Laufendhaltung der großmaßstäblichen Kartenwerke, was eine wesentliche Förderung der Katasterplankarte und damit der Deutschen Grundkarte bedeuten würde, müssen m. E. neue Wege beschritten werden. Hier könnte die Luftbildmessung mit Erfolg eingesetzt werden. Bei dem jetzigen Stand der Luftbildtechnik könnte in Verbindung mit terrestrischen Messungen auf diesem Gebiet Bedeutendes geleistet werden. Es käme nur darauf an, die Luftbildmessung in der richtigen Form in das amtliche Vermessungswesen für diese Zwecke einzuschalten.

Innerhalb des Aufbaugesbietes, für das die Kartenherstellung in verschiedenen Maßstäben — 1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2500, 1 : 5000 und 1 : 10 000 — betrieben wird, liegt die Stadt Fallersleben und eine Reihe ländlicher Ortschaften. Bei der Herstellung der Karte 1 : 2500 und der Folgemaßstäbe finden die Katasterkarten weitgehende Verwendung. Die Prüfung der Ortslagen in den vorliegenden Katasterkarten durch Feldvergleich ergab eine vollkommen veraltete Gebäudedarstellung; 50 bis 75 % sämtlicher Gebäude in der Örtlichkeit

fehlten bzw. waren inzwischen wesentlich verändert. Außerdem lagen im Gebiet des Landes Braunschweig auch einige ungetrennte Hofräume vor. Die Durchführung der erforderlichen Ortslagenneumessungen kann trotz der modernen Ausrüstung mit Instrumenten und Geräten und dem großen Personalbestand — 100 Köpfe — vom Neumessungsamt in der verlangten Zeit nicht ausgeführt werden. Aus diesem Grunde erhielt die Hansa Luftbild den Auftrag zur Ausmessung von zwölf ländlichen und einer städtischen Ortslage im Maßstab 1 : 2500. Außerdem wurde für eine Ortslage, die mitten im Aufbaugebiet liegt und durch die Errichtung der neuen Stadt verschwinden wird, die Ausmessung im Maßstab 1 : 1000 gewünscht. Bisher sind die Ergebnisse für die Stadt Fallersleben und für fünf ländliche Ortslagen fertiggestellt und ausgeliefert. Die Darstellung erfolgt in Bleistiftzeichnung auf Aluminiumfolien.

Die Güte der Luftbildpläne, der Höhen- und insbesondere der Ortslagenausmessungen hängt wesentlich von der Paßpunktbestimmung ab. Die terrestrische Paßpunktbestimmung ist für die Luftbildausmessung bei der Herstellung großmaßstäblichen Kartenmaterials z. Z. noch eine Lebensfrage. Rascher Einsatz ausreichender Meßtrupps, richtige Organisation und Anwendung geeigneter Methoden bei der Durchführung der terrestrischen Messungen sind für die wirksame Einschaltung der Luftbildmessung erforderlich. Vorausgesetzt wird hierbei, daß die Luftbildmessung selbst über die erforderliche Einsatzbereitschaft verfügt, also genügend Auswertegeräte, Fachkräfte usw. vorhanden sind.

Für die Herstellung des Luftbildplanes 1 : 2500 und für die Ausmessungen wurden sechs bis acht Paßpunkte auf ein Quadratkilometer bestimmt. Die Anzahl der Paßpunkte bei dem ersten Auftrag über 65 qkm betrug 440, hierunter waren 60 vorhandene Polygon- bzw. Kleinpunkte. 245 Punkte wurden auf ein bereits vorhandenes Polygonnetz durch Aufwinkeln, Festlegung mittels eines toten Strahles oder durch Vorwärtsabschnitt bestimmt; für den Rest, also 135 Punkte, mußten außerdem an vorhandenen trigonometrischen und polygonometrischen Punkten die erforderlichen Polygonzüge gelegt werden. Die Paßpunkte wurden nicht nach erfolgter Überfliegung nach dem Luftbild angesprochen und örtlich bestimmt, sondern sie wurden vorher durch gekalkte Flächen luft sichtbar gemacht. Dies bietet den Vorteil der einfachen messungstechnischen Ausführung, eine gute Prüfungsmöglichkeit des Luftbildes und der Ausmessung und eine erheblich größere Genauigkeit in der Paßpunktbestimmung.

Für die Signalisierung, Einmessung und Koordinatenberechnung der 440 Paßpunkte wurden insgesamt 470 Arbeitstage benötigt. Auf die einzelnen Arbeitsabschnitte entfallen hierbei folgende Anteile: Signalisierung = 60 Arbeitstage, Einmessung der Paßpunkte auf ein bereits vorhandenes Polygonnetz = 69 Arbeitstage, Einmessung der Paßpunkte mit gleichzeitiger Schaffung des erforderlichen Polygonnetzes = 205 Arbeitstage, Koordinatenberechnung = 136 Arbeitstage. Für die zusätzliche Höhenbestimmung von 380 Paßpunkten zum Zwecke der Höhenausmessung waren 66 Arbeitstage erforderlich, hiervon 60 örtliche und 6 häusliche.

In kurzen Zügen soll nun noch die Herstellung der Karte 1 : 2500 mit Benutzung des Luftbildplanes und der Ortslagenausmessungen dargestellt werden.

Von der in Bleistiftzeichnung auf Aluminiumfolie gelieferten Ortslagenausmessung wird beim Neumessungsamt durch Reproduktion ein lichtpausfähiges Exemplar für den Feldgebrauch gefertigt. Durch Feldvergleich werden hierin die Kulturarten, Zäune, Zweckbestimmung der Gebäude, Trennungswände zwischen Wohn- und Stallgebäuden, in besonderen Fällen Dachüberstände usw. eingetragen. Das Urstück wird in roter Tusche entsprechend ausgearbeitet und bildet dann die Unterlage für die Übertragung durch Abzeichnung auf das Arbeitsblatt, einen Bogen Klarzellhaut.

Eine weitere Unterlage für die Kartenherstellung bilden die Mutterpausen der Reichsbodenschätzung, also Abzeichnungen der hinsichtlich der Kulturarten fortgeführten Katasterkarten. Sie liegen hier in verschiedenen Maßstäben, z. B. 1 : 3200, 1 : 2133, 1 : 2000

usw., ohne Gitternetz vor. Auf Grund örtlich bestimmter Paßpunkte, wozu vermarkte Grenzpunkte, Schnittpunkte von Wegeachsen usw. gewählt werden, wird auf dem Katasterblatt ein Gitternetz konstruiert. Bei der Auswahl der Paßpunkte muß darauf Bedacht genommen werden, möglichst Ursprünge zu erfassen, also nicht Punkte oder Linien zu verwenden, die durch spätere Fortführungsmessungen in die Karte eingetragen sind, sondern solche, die bereits bei der Entstehung der Karte vorhanden waren. Mit Hilfe der Reproduktionseinrichtung werden auf Grund des aufgetragenen Gitternetzes diese Katasterblätter entzerrt und Lichtbilder im Maßstab 1 : 2500 hergestellt.

Die mit Gitternetz versehene und auf den Maßstab 1 : 2500 gebrachte Katasterkarte und das entzerrte Luftbild bzw. die Ortslagenausmessung werden zusammen der Kartenherstellung zugrunde gelegt. Durch sachgemäße Bearbeitung können durch die gegenseitige Ergänzung beider Unterlagen sehr gute Ergebnisse erzielt werden.

Die Darstellung der Eigentums Grenzen erfolgt nach den Katasterkarten, wobei die Darstellung der Luftbilder zum Vergleich herangezogen wird. Durch Aufdecken der bezeichneten Klarzellhaut auf den Luftbildplan sind verschiedentlich falsche Darstellungen, die durch Messungsfehler, unrichtige Eintragung von Fortschreibungsmessungen usw. hervorgerufen worden sind, aufgedeckt und beseitigt. Nach dem Luftbildplan wird dann der Grundriß aus den Katasterplänen topographisch ergänzt. In ähnlicher Weise werden die Ortslagenausmessungen verwandt, indem sie nämlich als Fortführungsunterlage für die Katasterdarstellung benutzt werden.

Mit besonderer Aufmerksamkeit müssen die Fälle behandelt werden, wo die Eigentums Grenzen von den Gebäuden gebildet werden, also die Baufluchtlinie mit der Eigentums Grenze zusammenfällt, weiterhin die Fälle, die in der Altstadt besonders häufig auftreten, wo ein schmaler, durch weiten Dachüberstand verdeckter Bauwich vorliegt. Falls die Katasterkarte in diesen Fällen versagt, müssen durch terrestrische Messungen — Aufwinkeln auf vorhandenen Polygonseiten oder Anschneiden der Gebäudeecken mit dem Zeiss-Boßhardt — einige Festpunkte bestimmt werden. Durch eine sinn gemäße Verbindung der Katasterkarte mit der Luftbildausmessung und ergänzenden terrestrischen Messungen können auf verhältnismäßig schnellem Wege gute Planungsunterlagen geschaffen werden.

Es soll noch erwähnt werden, daß für eine Ortslage im Maßstab 1 : 1000 auf gleichem Wege ein brauchbarer Plan geschaffen worden ist.

Die beabsichtigten Genauigkeitsuntersuchungen mußten leider bei Kriegsausbruch ebenfalls zurückgestellt werden. Für diese Zwecke liegt ausreichendes und geeignetes Material vor.

Bei der Darstellung der Arbeitsmethode zur beschleunigten Kartenherstellung beim Preußischen Neumessungsamt bin ich von den hier vorliegenden Verhältnissen ausgegangen und erhebe keinen Anspruch auf unbedingte Verallgemeinerung. Der in jedem Falle einzuschlagende Weg wird sich nach der Güte der Katasterkarte, den örtlichen topographischen Verhältnissen, den zur Verfügung stehenden Mitteln u. a. m. richten müssen.

Verallgemeinert werden kann aber der Gedanke, daß die Luftbildmessung ein wichtiges Hilfsmittel im Vermessungswesen ist. Ebenso wie die optische Messung Eingang in das amtliche Vermessungswesen gefunden hat, muß auch die Luftbildmessung durch entsprechende Einschaltung mehr Boden gewinnen. Es muß vollkommene Klarheit darüber herrschen, daß für die Herstellung amtlicher Karten die Luftbildmessung allein nichts Vollgültiges leisten kann und daß bei der Anwendung der bisherigen terrestrischen Methoden das Vermessungswesen zur Lösung der bevorstehenden gewaltigen Aufgaben nicht in der Lage ist. Wohl kann aber durch eine gut abgestimmte sachliche Zusammenarbeit zum Wohle der Technik, Wirtschaft und Verwaltung ein großer Nutzen entstehen.

Gedenktage

Theodor Scheimpflug zum Gedächtnis.

Dem lärmenden Treiben der Großstadt entrückt, in einer ruhigen Straße des 18. Bezirkes von Wien, Sternwartestr. 39, steht ein Haus, das die Gedenktafel trägt:

„Theodor Scheimpflug, 1865—1911, Bahnbrecher auf dem Gebiete der Aerophotogrammetrie, gewidmet vom III. österr. Luftschiffertag 1913.“

Diese Gedenktafel wurde im Beisein der Spitzen der Behörden, der Vertreter wissenschaftlicher Vereine, der Freunde und Verehrer Scheimpflugs angebracht und von der Gemeinde Wien in ihre Obhut übernommen.

Dieser Akt pietätvollen Gedenkens war von der Erkenntnis getragen, daß Scheimpflug Großes, Außerordentliches geleistet hat. Wenn er als Bahnbrecher der Aerophotogrammetrie bezeichnet wird, so ist es das richtige Wort; Bahnbrecher war er und Vorkämpfer! Er hat die schwierigen Probleme der Aerophotogrammetrie mit geradezu fanatischem Eifer einer brauchbaren Lösung zuzuführen getrachtet, sein Lebensziel war die Schaffung einer Photokarte aus Luftaufnahmen, einer naturwahren Karte des Geländes.

Ohne Vorbilder in dieser Hinsicht schuf er die nötigen Geräte und Instrumente, von denen die Panoramakammer und sein Transformationsgerät uns heute noch so „modern“ anmuten, als läge eine kaum nennenswerte Zeitspanne zwischen uns und ihm.

Als Pulfrich die Grundlagen der Stereophotogrammetrie entwickelte und den Stereokomparator schuf, erkannte Scheimpflug sofort die hohe Bedeutung der Raumbildmessung nicht nur für terrestrische Aufgaben, sondern insbesondere auch für Vermessungsprobleme der Aerophotogrammetrie. Unermüdlich war der ideenreiche Erfinder bemüht, brauchbare Methoden und zweckmäßige Instrumente zu entwickeln, die die allgemeinste Aufgabe der Aerophotogrammetrie meistern sollten: die Auswertung von Bildpaaren auch gebirgigen Geländes aus Luftstandpunkten auf stereoskopischer Grundlage.

Mitten in den besten Jahren seines Schaffens gebot das Schicksal ein unerbittliches „Halt“. Zu früh ist Scheimpflug von uns gegangen. Er mußte vieles unvollendet lassen, was durch die unermüdliche Arbeit des Meisters zu einem Meisterwerke hätte werden müssen.

Und dennoch: Er teilte zwar mit ungezählten anderen Erfindern das harte Schicksal unendlicher Mühe, vielfältiger Enttäuschungen, zahlreicher Kämpfe, aber er hatte doch anderen voraus, daß sein Wunsch in Erfüllung ging, den er in die Worte kleidete:

„Das einzige, was ich tun kann, ist, durch mein Beispiel die Mächtigen für die Sache zu interessieren und für andere die Wege zu bahnen.“

Er konnte sich nicht darüber beklagen, daß für sein Lebenswerk kein Interesse vorhanden gewesen wäre. Dieses war sogar vielfach sehr lebhaft, und die Würdigung seiner Arbeit, die Hochschätzung und Ehrung, die ihm zuteil wurden, sind vielen anderen großen Erfindern bei Lebzeiten versagt geblieben. Auf der „Ila“, der internationalen Luftfahrtausstellung in Frankfurt a. M., in London, Paris, Amerika fanden seine Arbeiten, Erfindungen und Konstruktionen das lebhafteste Interesse; das deutsche Kolonialamt würdigte voll die Bedeutung seiner Ideen.

Sein Mitarbeiter, Ing. Gustav Kammerer, trachtete, das, was nach Scheimpflugs Heimgang unvollendet geblieben war, zu vollenden und zu vervollkommen. Die Ballonkatastrophe bei Fischamend am 20. Juni 1914, bei der Kammerer nebst acht anderen Mitgliedern der Besatzung des Luftschiffes einen gräßlichen Tod fand, setzte den weiteren Arbeiten, die im Sinne Scheimpflugs betrieben worden waren, ein jähes Ende.

Wenn wir aus Anlaß der fünfundsiebzigjährigen Wiederkehr des Geburtstages Scheimpflugs in tiefer Wehmut seiner gedenken, so gilt es, über die Zeit des Weltkrieges, über die traurige Nachkriegszeit hinweg eine Brücke dankbarer Erinnerung zu schlagen an den Bahnbrecher und Vorkämpfer der Aerophotogrammetrie.

Er, der Mitgründer und stets eifriges Mitglied der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie war, soll uns Späteren ein Vorbild sein. Auch wir wollen Mann für Mann

uns bemühen, deutsche Wissenschaft, deutsche Forschung zur Geltung zu bringen; zum Nutzen unseres großen deutschen Vaterlandes!

D o c k.

25 Jahre Gasser-Patent Nr. 306 384 und Nr. 306 385.

Dr. Max Gasser wurden im Jahre 1915 eine Reihe von Patenten erteilt, von denen es besonders die beiden nachstehenden verdienen, hervorgehoben zu werden.

D. R. P. Nr. 306 384, Kl. 42 c Gr. 9, patentiert vom 20. 4. 1915 ab.

„Dr. Max Gasser in München. Verfahren, mittels dreier gegebener Punkte durch mechanische Ausmeßvorrichtungen, mechanische Bewegungsapparate und durch geodätisch orientierte Doppelprojektionseinrichtungen, lufttopographische Karten für eine photogeodätische Landesvermessung herzustellen.“

D. R. P. Nr. 306 385, Kl. 42 c Gr. 9, patentiert vom 26. 9. 1915 ab.

Zusatz zum Patent Nr. 306 384.

„Dr. Max Gasser in München. Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Landkarten aus übergreifenden schiefen Aufnahmen.“

Diese beiden Verfahren sind die bedeutendsten, die Gasser geschaffen hat, da mit ihnen die Entwicklung der Luftbildmessung in ein neues Stadium eingetreten ist. R i c h t e r.

25 Jahre Reihenbildner.

Der selbsttätige Reihenbildner, ohne den das neuzeitliche zivile und militärische Luftbildwesen nicht mehr vorstellbar ist, vollendet in diesem November seinen 25jährigen Einsatz.

Bereits im November 1915 wurden die ersten Reihenbildner von ihrem Konstrukteur Oskar Messter, dem Begründer der deutschen Filmindustrie, an der Westfront in Tergnier der Truppe übergeben.

Dieser erste Einsatz war die Grundlage der Einführung vollautomatischer Luftbildgeräte nicht nur im deutschen Heer, sondern überhaupt in der Welt.

Bei diesen ersten Reihenbildnern wurden erstmalig lange Filmbänder benutzt, die während der Belichtung auf eine Planglasplatte gepreßt wurden. Belichten, Planlegen und Filmtransport besorgte selbsttätig ein Luftpropellerantrieb. Das Gerät besaß bereits einen Überdeckungsregler.

Diese Geräte wurden bald in besonderen Reihenbildzügen an allen Fronten eingesetzt, von deren Führern einige den Pour le mérite erhielten.

Wie sich nach dem Kriege herausstellte, hatten die Alliierten kein gleichwertiges Gerät verfügbar.

In umgestalteter Form, als Meßreihenbildner, ist er heute das wichtigste Aufnahmegerät der Luftbildmessung.

Vereinsnachrichten

Mitgliederbewegung im Jahre 1940.

Z u g a n g :

Stand am 31. 12. 1939: 404 Mitglieder.

Bischof, Alfred, Dipl.-Ing.,

Berlin-Charlottenburg 2, Werner-Siemens-Str. 19.

Carbonell, Roberto, A., Dipl.-Ing., Major im argentinischen Heer,

Berlin-Wilmersdorf, Nikolsburger Platz 6, Pension Naumann.

Geodätisches Institut der Technischen Hochschule Danzig,

Danzig²Langfuhr.

Herunter, Dipl.-Ing., Heeresbaumeister, Oberkommando d. Heeres, Heeresplankammer,

Berlin W 35, Lützowstr. 60.

Kitsch, Willy, Reg.-Rat, Dipl.-Ing.,

Berlin W 35, Ludendorffstr. 79.

- Kölchen, J.,
Berlin SW 29, Hasenheide 74, Gartenh. III, I., b. Heier (RfL.).
- Koll, Joh. Ferd., Techn. Inspektor i. Vorber., RfL.,
Berlin SW 68, Wilhelmstr. 9.
- Lohmann, Walter, Dr.-Ing. habil., Reg.-Baurat,
Berlin NW 21, Bochumer Str. 14, III.
- Roemmelt, Erwin, Dipl.-Ing.,
Berlin SW 29, Flughafen.
- Schimpf, Dipl.-Ing., Oberst d. Gen.,
Berlin-Friedenau, Südwestkorso 73.
- Schönemann, Albert, Dipl.-Ing., Reg.-Rat,
Wien 65, Josefstädter Str. 66/32.
- Takeda, T. Ing., Landesvermessungsamt (Rikuchi Sokuryobu),
Nr. 1 1—Chone Nagatate, Kojimochi-Ku, Tokyo.
- Wand, K., Dipl.-Ing., RfL., Abt. Photogr.,
Berlin SW 68, Wilhelmstr. 9.
- Weigand, Adam, Reg.-Verm.-Rat, Dipl.-Ing.,
München 68, Wörthstr. 21, III.
- Witzmann, Willy,
Berlin O 34, Pillauer Str. 1.
- Zikes, Wenzel, Major, Leiter der topogr. Gruppe des Geographischen Instituts,
Prag.

A b g a n g :

Zugang: 16 Mitglieder = 420 Mitglieder.

- Afag, Aeronautische und photogrammetrische Apparate G. m. b. H.,
Dresden-A. 1, Annenstr. 23.
- Anstalt für angewandte Mathematik der Universität,
Jena.
- Scadta, Sociedad Colombo Alemana de Transportes Aereos,
Berlin W 35, Kurfürstenstr. 3.
- Scherpbier, B., Ing.,
s'Gravenhage, van-Voorschoten-laan 9 (Holland).
- Weidinger, Hein, Ingenieur,
München, Föhringer Allee 1.

V e r s t o r b e n :

Abgang: 5 Mitglieder = 415 Mitglieder.

- von Bertrab, Hermann, Dr. h. c., General der Infanterie a. D.,
Berlin-Charlottenburg, Roscherstr. 6.
- Eidam, Vermessungsassessor,
Siegburg, Ring 36.
- Gründler, Ernst,
Wien 81, Kaiser-Ebersdorfer-Str. 305.
- Haußmann, Prof. Dr., Geh. Reg.-Rat,
Schwäbisch-Gmünd, Parlerstr. 43.
- Koerner, Otto, Senatsrat beim Reichspatentamt, Major a. D.,
Berlin-Halensee 1, Karlsruher Str. 1.
- Neuffer, Felix, Zeiss-Werke,
Jena, Langemarkstr. 16.

*Verstorben: 6 Mitglieder = 409 Mitglieder.
Stand am 1. Oktober 1940: 409 Mitglieder.*

Bücherbesprechung

Handbuch für das Vermessungswesen, herausgegeben von Dipl.-Ing. Walter Pietschmann, Band IV, „Photogrammetrie“, von Dipl.-Ing. Kurt Rube; 112 Seiten, 83 Abb.; Format: 155 × 236 mm; Preis: 3,60 RM. Verlag: Otto Elsner, Berlin, Wien, Leipzig, 1940.

Der neue Band des Handbuches für das Vermessungswesen schließt endlich eine immer störend empfundene Lücke in der vermessungstechnischen Lehrbücherei. Gewiß gibt es schon seit langem hervorragende Werke für die photogrammetrische Ausbildung des Nachwuchses, wie die Arbeiten der bekanntesten Photogrammeter: Prof. v. Gruber, Prof. Hugershoff, Dr. Schwidofsky u. a., aber neben diesen Werken fehlte eine Anleitung, die sich besonders an die Gruppe der Nachwuchskräfte wendet, die ausschließlich in der praktischen Vermessung beschäftigt werden, die Vermessungstechniker. Diesem Mangel abzuhelpfen, ist die vorliegende Arbeit von Rube hervorragend geeignet. In der Einführung sagt der Verfasser:

„So wird heute und künftig fast jeder vermessungstechnische Praktiker irgendwie mit der Photogrammetrie in Berührung kommen, sei es, daß er sich lediglich mit der Beschaffung von Unterlagen für die Auswertung befassen muß oder aber selbst in einer photogrammetrischen Abteilung arbeitet.“

Um besonders den Studierenden der Staatsbauschulen einen möglichst erschöpfenden Überblick über das gesamte Gebiet der Photogrammetrie zu geben, hat der Verfasser sich bemüht, unter Ausschaltung aller ins einzelne gehenden mathematischen Behandlungen, die Verfahren einfach und leicht verständlich darzustellen. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß dem Verfasser die Schaffung eines photogrammetrischen Lehrbuches zur Unterstützung der Ausbildung der Vermessungstechniker gelungen ist. Er unterstützt damit die Bemühungen, die seit langem die Photogrammetrie in den Lehrplan der Staatsbauschulen eingebaut wissen wollen.

„Polarforschung.“ Mitteilungen für die Vereinigung zur Förderung des Archivs für Polarforschung. Kiel, e. V., 19. Jahrgang, herausgegeben vom Verlag: Archiv für Polarforschung; Nr. 1, 30. Juni 1940.

Das vorliegende Heft Nr. 1 der „Polarforschung“ bringt einen aufschlußreichen Bericht von Ruthe über die Erschließung der russischen Arktis. Für den Photogrammeter ist hierin von besonderer Bedeutung, daß bei der Erkundung und Erschließung Flugzeug und Luftbild eine ausschlaggebende Rolle gespielt haben. Die Luftfahrtabteilung der „Hauptverwaltung des nördlichen Seeweges“ verfügte 1939 über 150 Flugzeuge und über 90 für den arktischen Dienst besonders ausgebildete Flugzeugführer. Die Maschinen sind durchweg Wasserflugzeuge, deren Schwimmer im Winter durch Skikufen ersetzt werden können. Die Flugzeuge haben neben ihrer Erkundungstätigkeit die Aufgabe, die gesamte unberührte und unvermessene Taiga für eine Kartierung aus der Luft aufzunehmen und dadurch u. a. für die Ausnutzung der sibirischen Holzbestände die notwendigen Unterlagen zu liefern. Für die Verbindung dieser nördlichsten Gebiete mit den Wirtschaftszentren sind Luftschiffe vorgesehen, die bereits erprobt sind und sich gut bewährt haben sollen. Der Bericht enthält neben anderen sehr interessanten Ergebnissen die Beschreibung der Einrichtung einer Beobachtungsstation auf einer Eisscholle 20 km neben dem Nordpol, die über vier Flugzeuge verfügen soll.

Richter.

Steckschuß und Röntgenstrahlen. Von Prof. Dr. A. Hasselwander, Erlangen, mit 83 Abb.; 1940; Format: Lex. 8°; Preis: kartoniert 9,60 RM. Georg Thieme, Verlag, Leipzig.

Prof. Hasselwander kann auf eine praktische Erfahrung in der Röntgenstereoskopie zurückblicken, deren Grundlagen bereits im Weltkrieg geschaffen worden sind. Durch unermüdete Arbeit auf diesem Spezialgebiet hat er die Stereoskopie ausgebildet. Als Ergebnis dieser Spezialforschung ist von ihm die oben angeführte Arbeit veröffentlicht. Der Verfasser geht von der Aufgabe aus, die für Ärzte eine selbstverständliche Pflicht ist, „unseren Soldaten, welche für das Vaterland ihr Leben eingesetzt haben, das sichere Bewußtsein zu geben, daß im Falle ihrer Verwundung alles zu ihrer Wiederherstellung geschieht, was das ärztliche Wesen und Können vermag“. Er sagt ferner: „In diesem Aufgabenbereich hat zu allen Zeiten die Beseitigung in den Körper des Verwundeten eingedrungener Geschosse eine besondere Rolle gespielt. Hierfür besitzen wir nun heute gegenüber den bescheidenen Möglichkeiten früherer Zeiten einerseits in der Röntgenstereoskopie für die Lagebestimmung das exakteste und vollkommenste Untersuchungsverfahren, andererseits in der Durchleuchtungsoperation für den Eingriff den sichersten Wegweiser.“ In der Einleitung wird von dem Verfasser die Aufgabe folgendermaßen festgelegt:

„Die Aufgabe, ein im Körper des Verwundeten steckendes Projektil zu lokalisieren, ist, um welche Art solcher Verwundungen es sich auch immer handle, nur dann als kunstgerecht gelöst anzusehen, wenn

1. seine Lage im Raum eindeutig (geometrische Lokalisation),
2. seine topographischen Beziehungen zur Anatomie der umgebenden Teile vollkommen klar gestellt (anatomische Lokalisation),
3. der chirurgisch zweckmäßigste Weg zu seiner Aufsuchung und Entfernung auf Grund dieser Feststellungen ermittelt ist (chirurgische Indikation).

Dies schließt in sich, daß ein klarer Operationsplan gefunden, also jedes Wühlen und Tasten im Dunkeln vermieden werden kann, somit also jede Schädigung wichtiger Teile, auch des Gewebes, umgangen und endlich die Zeitdauer des Eingriffs so sehr wie irgend möglich beschränkt ist und somit eine glatte Wundheilung, so gut als dies die Lage des Falles gestattet, gewährleistet erscheint.“

Zur Lösung dieser Aufgabe werden von dem Verfasser die Grundlagen und Verfahren eingehend erläutert und beschrieben, wie sie die Röntgenstereoskopie bietet. So werden von ihm, wohl zum ersten Male in einer ganz auf den praktischen Gebrauch eingestellten Weise, zunächst die Einzelheiten der Aufnahme stereoskopischer Röntgenbilder, ihrer Einstellung und Auswertung, reich bebildert, zur Darstellung gebracht. Dieser Teil des Buches ist nicht nur für die Aufgabe der Steckschußlokalisation, sondern ganz allgemein für die diagnostische Anwendung dieser Methode höchst wertvoll. Im zweiten Teil des Buches bietet der Verfasser an Hand einer Reihe von praktischen Aufgaben eine reiche Fülle anatomischer Querschnittsbilder, die, zum großen Teil von ihm selbst gezeichnet, in jedem Einzelfalle die allenfalls notwendig werdende anatomische Orientierung ermöglichen sollen.

Richter.



Baumgart

Gelände- und Kartenkunde.

Handbuch für militärisches Aufnehmen und Kartenwesen für Offiziere, Offizieranwärter und Wehrsportler sowie zum Selbstunterricht.

In diesem Werk werden die Gelände- und Kartenkunde sowie alles damit Zusammenhängende äußerst klar und in verständlicher Form behandelt. Der Inhalt ist auch für den zivilen Vermessungsfachmann wertvoll und belehrend. Eine reiche Bebilderung, die mit dem Text eng zusammenhängt, ergänzt und verdeutlicht das geschriebene Wort. Sach- und Namenverzeichnisse sowie Literaturangaben erleichtern die Benutzung.

Aus dem Inhalt: Allgemeines / Der Karteninhalt und seine militärische Bedeutung / Militärische Kartenskizzen und Krokis / Die Herstellung der amtlichen deutschen Kartenwerke / Die graphische Anwendung der Karte beim Schießen / Tafeln und Anlagen (Höhenlinien, Skizzen, Luftbilder usw.).

140 Seiten, Großoktavformat, mit 102 Abbildungen im Text, 15 Bildertafeln und 5 Kartenmustern; 4. Auflage, 1938 gebunden **6.75 RM.**

Jordan-Eggert

Handbuch der Vermessungskunde.

Band I. Ausgleichs-Rechnung. 8., erw. Aufl. in Ganzleinen **30.— RM.**

Band III. Feld- und Landmessung. 9., erw. Aufl. in Ganzleinen **26.50 RM.**

Band II. Höhenmessungen, Tachymetrie, Photogrammetrie, Absteckungen. 9., erw. Aufl. in Ganzleinen **28.25 RM.**

Band III. Landesvermessung und Grundaufgaben der Erdmessung. 8., erw. Aufl. in Ganzleinen **30.50 RM.**

Lüscher

Kartieren nach Luftbildern.

Eine Zusammenstellung und Erklärung der wichtigsten, mit einfachen Mitteln durchzuführenden Verfahren und Geräte der Bildauswertung zur Verbesserung und Neuerstellung von Karten.

Aus dem Inhalt: Allgemeines über das Luftbild / Die gebräuchlichsten Verfahren der Bildauswertung / Das Herrichten der Luftbilder für die räumliche Betrachtung. 97 Seiten, Großoktavformat, mit 113 Abbildungen und Zeichnungen im Text und auf Tafeln in Leinenband **6.— RM.**

Nicolau-Bärlad

Die Photogrammetrie im Forstwesen.

dargestellt an der Waldwirtschaft der Karpathen- und Balkanländer.

Das Werk bringt neben einer Einführung in photogrammetrische Arbeitsmethoden eine Darstellung der forstwirtschaftlichen Verhältnisse der Karpathen- und Balkanländer und ihrer Kartenwerke. Es zeigt die Herstellung von Spezialkarten und behandelt eingehend die Anwendung der Photogrammetrie in Forstingenieurwesen, Forstbetrieb, Forstverwaltung und in der Forstwirtschaft. Insbesondere wird der gegenwärtige Stand der Forstvermessungen und Forsteinrichtungswerke, des forstlichen Transportwesens sowie der von Aufforstungswerken dargestellt und deren Vermessungen gezeigt. Ein besonderer Abschnitt gilt der Anwendung der Photogrammetrie in der Technik der Wildbachverbauung, die für alle Gebirgsländer (Frankreich, Italien, Spanien, Türkei usw.) von besonderer wirtschaftlicher Bedeutung ist.

Sammlung Wichmann, Band 9, 112 Seiten, Format DIN B 5, mit 31 Abbildungen, in Halbleinenband **7.50 RM.**

Schmidt

Geschichte der geodätischen Instrumente und Verfahren im Altertum und Mittelalter.

Eine Übersicht der bei den Babyloniern, Ägyptern, Chinesen, Indern, Griechen, Römern, Arabern und den Völkern des christlichen Mittelalters zur Anwendung gekommenen Meßverfahren und Instrumente mit über 1400 Quellenangaben und einer ausführlichen Beschreibung der alten Meßgeräte.

400 Seiten, Großoktavformat, 26 Tafeln broschiert **8.— RM.**

Herbert Wichmann, Berlin-Grünwald

40

Deutsches Schrifttum über Bildmessung und Luftbildwesen

Herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie e.V., Berlin.
Unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. L a c m a n n der Technischen Hochschule Berlin
bearbeitet von Dipl.-Ing. G. Albrecht.

Ein Nachweis, nach Gebieten und Verfassern geordnet, einschließlich
deutscher und österreichischer Patentschriften.

Aus dem Inhalt:

Zusammenfassende Darstellungen der Bildmessung und ihrer Teilgebiete
Landesberichte / Grundlagen und Hilfswissenschaften / Aufnahme / Aus-
wertung / Genauigkeit / Wirtschaftlichkeit / Anwendungsgebiete / Normung
Organisation der Bildmessung / Forschung / Ausbildung / Tagungen und
Ausstellungen / Geschichtliches / Schrifttumsnachweise / Eingehendere Werbe-
schriften von Firmen / Verschiedenes / Anhang: Deutsche und österreichische
Patentschriften / Verfasserverzeichnis / Nummernverzeichnis der Patentschriften

160 Seiten stark, Format DIN B 5, mit etwa 2500 Angaben
in Halbleinenband **7.50 RM.**



Herbert Wichmann, Verlag, Berlin-Grünwald
Postscheckkonto Berlin 3989