

Gz. 2691 10. J

# Bildmessung und Luftbildwesen

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

Herausgegeben von Herbert Wichmann, Berlin - Bad Liebenwerda.  
Schriftleiter: Kurd Slawik, Vermessungsingenieur.

9. Jahrg.

März 1934

Heft 1

## I n h a l t

Ueber Architektur-Bildmessung. Seite 1 / Die theoretischen Grundlagen und die praktische Anwendung der Photogrammetrie des Röntgenbildes. Seite 7 / Die optische Pyramide, ein neues Gerät für die Paßpunktbestimmung in der Luftbildmessung. Seite 20 / Einheitliche Bezeichnungen und Formelgrößen in der Photogrammetrie. S. 28. Die Verwendung des Luftbildes beim Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk Essen. Seite 45 / Erfahrungen der Emschergenossenschaft und des Lippeverbandes über Luftbildmessungen. Seite 48 / Paul Seliger 70 Jahre. Seite 51. Aus der Fachliteratur. Seite 53 / Berichtigung. Seite 53. Bücherbesprechung. Seite 54.

### Wichtige Adressen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie:

Postscheckkonto: Berlin Nr. 284 56, Deutsche Ges. f. Photogramm., Berlin NW 21, Emdener Str. 50. Kassierer und Versand: J. Unte, Berlin NW 21, Emdener Str. 50. An diesen sind auch Reklamationen und Nachbestellungen in Druckschriften zu richten. Schriftführer: Oberregierungsrat O. Koerner, Berlin-Halensee, Karlsruher Str. 1.

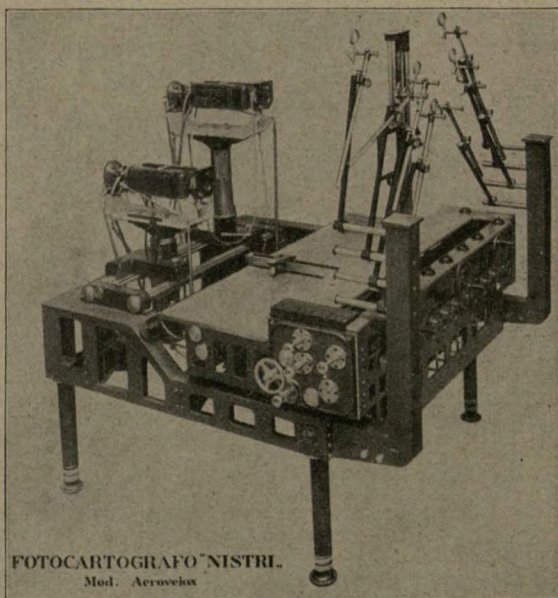




# S.A.R.A.

Società Anonima Rilevamenti Aerofotogrammetrici

Via Francesco Negri 11, **ROM**  
Telegramm-Adresse: Saromi-Roma



FOTOCARTOGRAFO "NISTRÌ".  
Mod. Aerovelox

Nach dem Luftbildmeßverfahren

## NISTRÌ

wurden in Italien und den anderen Ländern zum Zwecke der Katastervermessungen, für Eisenbahnen, Auto- und Fernverkehrsstraßen, Bodenverbesserungen, industrielle Anlagen und geologische Erkundungen mehrere hunderttausend Hektar im Maßstabe 1:500 bis 1:5000 und kleiner aufgenommen und ausgewertet.

### ● Die große Luftbildmeßarbeit in Sao Paulo, Brasilien

(3500 Hektar 1:1000 mit Höhenschichtlinien im Abstand von 1 Meter und hunderttausend Hektar 1:5000 mit Höhenschichtlinien von 5 zu 5 Metern) wurde zur größten Zufriedenheit der Kontrollkommission im Internationalen Wettbewerb ausgeführt.

### ● Die „S. A. R. A.“ besitzt 6 Stück des großen Modells

des Photokartographen „NISTRÌ“. Sie beschäftigt ferner 52 technische Spezialisten. Eine straffe und wissenschaftliche Organisation ermöglicht ihr deshalb, alle Luftbildmeßaufträge zu Zwecken jeder Art in den Maßstäben 1:500 bis 1:25000 auszuführen, und zwar in allen Ländern der Welt.

### ● Die Schwesterfirma „Ottico Meccanica Italiana“

baut automatische Luftbildaufnahmekameras, Phototheodolite, Theodolite, Tachymeter, Nivellierinstrumente und alle anderen topographischen Instrumente.

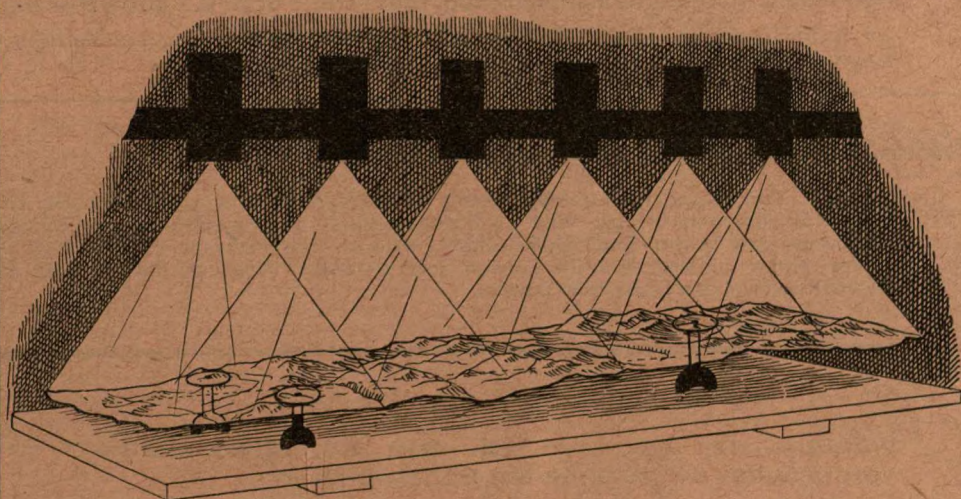
### ● Vertreter in allen maßgebenden Ländern

the S. 1189/64



# PHOTOGRAMMETRIE

Geräte für Aufnahme  
und Auswertung



Der Aeroprojektor „**Multiplex**“  
ist lieferbar / Man verlange Sonderprospekt ZA 33

**ZEISS - AEROTOPOGRAPH**

**Jena**



## STELLEN-ANZEIGER

### *Bildmeßstelle sucht erfahrene Kraft*

auf dem Gebiete der sachgemäßen Herstellung von Luftbildplänen und der Auswertung von Höhenplänen.

Angebote mit Lebenslauf, Ausbildungsgang, Angabe der ausgeführten Arbeiten und Gehaltsansprüchen unter L 2 an die Geschäftsstelle dieser Zeitschrift erbeten.

### *Beratender Ingenieur*

für Vermessungswesen und Bildmessung, insbes. für das Luftbildwesen stellt seine Dienste **Behörden, Siedlungsgesellschaften, Industrie, Forst- u. Landwirtschaft** zur **technischen und wirtschaftlichen Beratung und Begutachtung** zur Verfügung. Angebote unter L 1 an die Geschäftsstelle dieser Zeitschrift erbeten.

### *Bekannter Vermessungsfachmann i. R.*

seit 1911 Vorkämpfer für Luftbildmessung, vieljähriger Berater großer Firmen, mit reichen Erfahrungen in Erd- und Landesvermessung, Kartographie, Landesplanung, Stadtrand- und landw. Rententgutssiedlung, sucht entsprechende Stellung bei großer Firma, insbesondere für Entwurf und Werbung. Angebote unter L 3 an die Geschäftsstelle dieser Zeitschrift erbeten.

Während der Zeit vom **15. bis 21. März 1934** veranstalten wir in unserem Schauraum in

**Berlin NW 7, Karlstraße 13'**

eine

## **Ausstellung**

**neuzeitlicher Vermessungs-  
Instrumente und -Geräte**

Wir beehren uns, zum Besuch derselben ergebenst einzuladen

**Gebr. Wichmann m. b. H.**

Berlin NW 7, Karlstraße 13





019.

# Bildmessung und Luftbildwesen

Beiheft der  
**Allgemeinen Vermessungs-Nachrichten**  
unter Mitarbeit der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie E. V.  
Nachdruck von Originalartikeln nur mit ausdrücklicher Genehmigung gestattet.  
Schriftleiter: Kurd Slawik, Vermessungsingenieur.

Manuskripte für Aufsätze und Fachberichte für das nächste Heft bitten wir bis zum 10. Mai 1934 an Oberreg.-Rat O. Koerner, Berlin-Halensee, Karlsruher Str. 1, zu senden  
Die Schriftleitung

9. Jahrg.	März 1934	Nr. 1
-----------	-----------	-------

## Über Architektur-Bildmessung<sup>1</sup>

Von Dr. Walther, Karlsruhe.

### a) Ältere Photogrammetrie.

Die Bestrebungen der kunstgeschichtlichen und archäologischen Forschungen, des Denkmalschutzes und der Denkmalpflege des 19. Jahrhunderts brachten ein erhöhtes Bedürfnis nach Architekturaufnahmen, und die Fachwelt verlangte sehnlichst baldigste Durchführung an den interessierenden Bauobjekten. Viel wurde von Deutschland geleistet in archäologischer Forschung, zahlreiche und gute Denkmalzeichnungen sind in Deutschland im 19. Jahrhundert entstanden. Aber im Vergleich zu den vorhandenen großen Mengen an Baudenkmalern ist es doch nur ein kleiner Bruchteil von dem, was der Nachwelt durch maßstäbliche Zeichnung erhalten werden sollte. Eine universale Baudenkmalvermessung scheiterte an der Kostenfrage. Die Vermessung eines Bauwerkes durch Einzelaufnahme mit Gerüst und Maßstab, die Abnahme von Ornamenten durch Gipsabguß, das zeichnerische Darstellen mit Schnitten etwa im Maßstab 1 : 50, Ornamente in größeren Maßstäben bis 1 : 1, ist eine teure Angelegenheit. Ich erwähne ein Beispiel, die St.-Katharinen-Kirche in Oppenheim im Rheingau. Ihre Vermessung hat in runden Zahlen gekostet nach heutigen Geldwerten und im Zustande vor ihrer Renovierung:

Meßgehilfen . . . . .	5 000 M.
Architekt . . . . .	4 000 M.
leichte Einrüstungen . . . . .	2 000 M.
Zusammen	11 000 M.

Diese Kirche ist im Verhältnis zu Dombauten und größeren Schlössern noch ein kleines Objekt zu nennen. Bei solchen Kostenaufwendungen ist es selbstverständlich, daß man mit fortschreitender Entwicklung der Mathematik und Technik jederzeit bestrebt war und erhoffte, die Architekturvermessungen zu verbilligen. Schon Albrecht Dürer dachte an Vereinfachung, indem er quadratische Netze zur Aufzeichnung von perspektivischen Bildern benutzte. Nachdem Lambert 1759 geometrisch genau das Verfahren beschrieben hatte, aus einer perspektivischen Projektion Parallelprojektionen herzustellen, schritt der französische Gelehrte Beautemps-Beaupré 1791 zu praktischen Ausführungen. Er fertigte perspektivische Freihandzeichnungen der Insel Santa Cruz u. a. und stellte hier-nach Karten von Küstengebieten her. Da es nicht leicht ist, Freihandzeichnungen mit unveränderter Lage des Auges geometrisch genau zu zeichnen, fand diese Methode keine Verbreitung. Erst mit dem Aufkommen der Photographie wurde diese neue Vermessungskunst allgemein aufgegriffen. Wir begegnen in der historischen Entwicklung der photogrammetrischen Architekturvermessung den bekannten Namen der Schöpfer und Vorkämpfer der Bildmeßkunst wieder. Einige gingen ursprünglich überhaupt von der Architekturvermessung aus, und erst später reihte sich die topographische Gelände-vermessung an. So finden wir den Oberst Laussedat in Frankreich zu Beginn seiner photogrammetrischen Arbeiten 1854 bis 1861 mit Architekturaufnahmen von Paris beschäftigt. Ebenso war Porro, Professor am polytechnischen Institut in Mailand, 1853 in gleichen Arbeiten tätig, ohne aber Erfolg zu haben, da seine photographischen Geräte

<sup>1</sup> Vortrag, gehalten am 13. Oktober 1933 in der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie in Essen.





noch unvollkommen waren. Das Hauptverdienst an der Einführung der Bildmeßkunst in der Architektur gebührt fraglos dem deutschen Architekten Meydenbauer, welcher in jungen Jahren mit Aufnahmen mittelalterlicher Bauwerke beschäftigt war und ohne fremde Anregung den Gedanken faßte, das lebensgefährliche Messen und Zeichnen auf Leitern und Gerüsten durch das Ausmessen auf Photographien zu ersetzen. Er führte selbständig und unbeeinflußt von den französischen und italienischen Versuchen 1858 die erste photographische Architekturvermessung aus. April 1865 erschien die erste deutsche Veröffentlichung über „Photographische Meßkunst“ in Horns Photographischen Mitteilungen. Ueber die Arbeiten des Obersten Laussedat, in dem Juniheft gleicher Zeitschrift, schrieb Meydenbauer seinen ersten Aufsatz und bediente sich des Ausdrucks „Photometrographie“. 1862 erschien eine größere Arbeit von Meydenbauer „Ueber die Anwendung der Photographie in Architektur- und Terrainaufnahmen“ in der Zeitschrift für Bauwesen, Berlin, nachdem er seit 1865 sich auch mit topographischen Aufnahmen beschäftigt hatte. Es folgt in unermüdlicher Arbeit eine fast 25jährige Tätigkeit Meydenbauers auf dem Gebiet der Architekturvermessung, auch zum Teil mit Unterstützung des preußischen Kriegsministeriums, bis es ihm endlich 1885 gelang, das öffentliche Interesse und die Aufmerksamkeit des preußischen Kriegsministeriums zu gewinnen. Dies führte 1885 zur Einrichtung der Königl. Preußischen Meßbildanstalt, deren Direktor er wurde und womit eine fortlaufende Tätigkeit für die Aufnahme von Baudenkmalern von Staats wegen einsetzte. Die wichtigsten Arbeiten sind Aufnahmen der Saalburg, Hohkönigsburg, der Dome von Freiburg, Magdeburg, Meißen, Bamberg, der Elisabethkirche von Marburg; im Auslande der Ruinen von Baalbeck in Syrien, der Hagia Sophia in Konstantinopel; von seinem späteren Mitarbeiter Dr. Stolz der Ruinen von Persepolis und Pasargadae in Asien, der ältesten Moschee Persiens in Schiraz. Nach dem Internationalen Archiv für Photogrammetrie 1908 waren bis zu diesem Jahre über 1000 Baudenkmal mit 12 500 Aufnahmen photographisch festgelegt und aufbewahrt, zum Teil auch ausgewertet. Der heutige Name dieses photogrammetrisch-architektonischen Institutes ist „Staatliche Bildmeßanstalt“, welche auch heute noch mit dem Meydenbauerschen Phototheodolit, Platte 40×40, und der Meydenbauerschen graphischen Auswertungsmethode arbeitet. Letztere ist unter der Bezeichnung Meßtischphotogrammetrie oder graphisches Einschnideverfahren bekannt.

Die Entwicklung der Bildmessung hatte um die Jahrhundertwende den wichtigen Schritt zur Stereophotogrammetrie gefunden, nachdem Dr. Pulfrich zunächst nach der Idee von Helmholtz ein Telestereoskop und dann 1905 den Stereokomparator konstruiert hatte. Hiermit war die terrestrische Bildmessung zu einer verfeinerten Stufe und höheren Genauigkeit gelangt, und abermals marschierte Deutschland an der Spitze der photogrammetrischen Wissenschaft. Auf dem Gebiete der Architekturvermessung hat Freiherr von Hübl in Wien die Stereophotogrammetrie in Anwendung gebracht. Hübl arbeitete später mit Oberleutnant v. Orel zusammen, der den Stereokomparator zum Zeisschen Stereoautographen erweiterte. Hiermit war man über die punktweise Auswertung zum erstmalig hinausgekommen, da man jetzt Horizontalschnitte sowie — allerdings unter dauerndem Nachstellen des Höhenschlittens — jede sichtbare Linie, wie etwa Gebäudegrundrisse, fortlaufend aufzeichnen konnte. Orel gründete 1912 zwecks praktischer Befähigung eine Gesellschaft, die „Stereographik“ in Wien, welche nach dem Kriege als Konsortium „Luftbild G. m. b. H.“ unter der Leitung Dr. Gürtlers in München sich niederließ, heute die „Photogrammetrie G. m. b. H.“, welcher wir eine Reihe Architekturvermessungen verdanken.

Es stehen uns also zu Beginn des 20. Jahrhunderts zwei Bildmeßmethoden gegenüber, die Meßtischphotogrammetrie mit großen Plattenformaten, Betrachtung mit bloßem Auge und graphischer Auswertung und die Stereophotogrammetrie mit kleinen Platten, aber stereoskopischer Betrachtung unter Vergrößerung der Bilder und mechanischer Auswertung. Die erstere Aufnahmetätigkeit erfordert ein großes Basisverhältnis, Basislänge nicht unter  $\frac{1}{2}$  der Entfernung, um genügend große Schnittwinkel beim Vorwärtseinschnitt zu erhalten, was innerhalb bebauter Stadtteile nicht immer möglich ist. Dieser Umstand wird bei der Stereophotogrammetrie vermieden, bei welcher man bei wesentlich kleineren Standlinien eine gleiche oder höhere Genauigkeit erzielen und Aufnahmen von benachbarten Fenstern aus vornehmen kann. In „Bildmessung und Luftbildwesen“ 1951 sind Genauigkeitsuntersuchungen von Stereoaufnahmen von Schwidofski behandelt. Bei der kleinen Basis enthalten die Bildpaare im allgemeinen mehr ausnutzbare Flächen. Für die Stereophotogrammetrie spricht vor allem auch die Möglichkeit, am Stereoautographen Horizontalschnitte zu gewinnen. Andererseits wird im Internationalen Archiv für Photogrammetrie 1950 die deutlichere Wiedergabe der Ornamente und der architektonischen Formen auf dem großen Plattenformat zugunsten des Meßtischverfahrens angeführt. Ueber Zeitaufwand bzw. Wirtschaftlichkeit sind die



beiden Verfahren jedoch nirgends in Gegenüberstellung gebracht. Zweifellos bedeutet aber die Auswertung am Stereoautographen eine Abkürzung des Zeitaufwandes der Zimmerarbeiten und damit der Kosten. Trotzdem ist die Anzahl der praktischen Arbeiten und Aufnahmen klein geblieben, besonders wenn man diese im Verhältnis zu der entstandenen theoretischen Literatur betrachtet. Ob der Mangel an Mitteln oder an geübtem Personal oder an Interesse und an Kenntnis der photogrammetrischen Vermessung innerhalb der allgemeinen Fachwelt die Ursachen sind, oder aber ob die Verbilligung gegenüber den Gerüstaufnahmen noch nicht schwerwiegend genug war — also jedenfalls noch nicht  $\frac{1}{10}$  bis  $\frac{1}{15}$  der Kosten wie bei dem nachstehend beschriebenen Verfahren —, mag dahingestellt bleiben. Die architektonische Fachwelt empfand selbst die

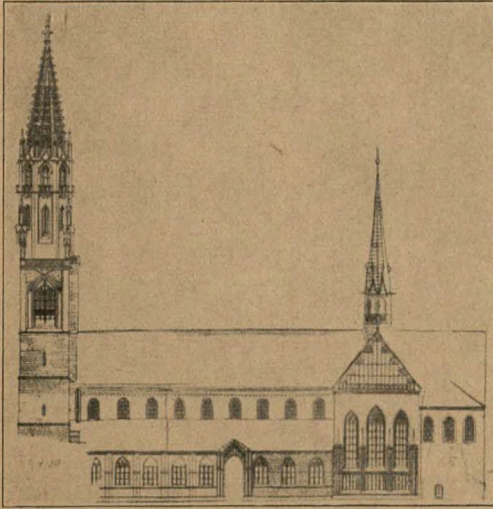


Abb. 1.

Münster in Konstanz, Südseite. Kartierungsmaßstab 1:50, Genauigkeit 0,5 bis 2 cm in der Natur.



Abb. 2.

Die Standlinien, teils auf dem Münster selbst, teils auf ebener Erde und in den Nachbarhäusern.

geringe Initiative für die photogrammetrische Vermessung, wie aus der Literatur hervorgeht. Unter Hinweis auf die fleißigen Arbeiten der großen Meister des 15./16. Jahrhunderts<sup>2</sup> schreibt der badische Architekt Albrecht, Freiburg: „Unter einem Leonardo und wohl auch unter einem Dürer hätte die Photogrammetrie in der Architektur sicherlich besser mit der Lichtbildkunst Schritt gehalten, als es in den letzten Dezennien tatsächlich der Fall war.“

#### b) Neuere photogrammetrische Auswertungsmethoden.

Das letzte Jahrzehnt hat in rascher Aufeinanderfolge photogrammetrische Auswertungsgeräte entwickelt, welche, ursprünglich durch die Flugaufnahme angeregt, verallgemeinerte Aufnahmebedingungen zulassen. Während wir beim Stereoautographen — abgesehen von kleinen Abweichungen — noch an senkrecht und parallel gestellte Photoplatten gebunden sind, können jetzt die Plattenpaare beliebig im Raume liegen, wenn nur auf beiden Platten das Aufnahmeobjekt wiedergegeben ist. Dies ist für die Architektur besonders wichtig, wenn bei hohen Türmen u. a. schräg nach oben gerichtete Aufnahmen erforderlich werden. Die Geräte sind:

der Zeiss-Stereoplanigraph,

(mit diesem Gerät sind die hier abgebildeten Architekturaufnahmen durchgeführt),

der Hegershoffsche Aerokartograph,

der Wildsche Autograph.

<sup>2</sup> Leonardo da Vinci, Michelangelo und Raffael haben sich hervorragend mit Aufnahmen und maßstäblichen Zeichnungen antiker Bauwerke beschäftigt. 8000 Originalzeichnungen sind von diesen 3 Meistern in den Offizien in Florenz aufbewahrt.



In der neuesten Zeit wurden für nahe Entfernungen noch Aufnahmegeräte konstruiert, welche bei der Architektur besonders für Innenräume in Betracht kommen, ein Gerät von Hugershoff, die Stereometerkammer, und ein solches von Wild, letzteres mit besonderem Auswertungsgerät. Bei den vorgenannten Auswertegeräten kommen graphische Ergänzungen in Wegfall. Alle Architekturlinien werden mechanisch aufgezeichnet. Ohne Umrechnung können auch bei verschwenkten, gekippten und verkanteten Aufnahmen alle Konturen des Grund- und Aufrisses, alle Quer- und Längsschnitte fortlaufend aufgetragen und es können schließlich in jeder beliebigen Ebene Schnitte durch das Objekt gelegt werden. Durch die hohe Präzision der optischen und mechanischen Einrichtung wird unter stereoskopischer Betrachtung in etwa 10- bis 40facher Vergrößerung eine bisher unerreichbar scheinende Genauigkeit erzielt. Sie beträgt etwa 2 mm auf 20 m Entfernung (Aufriß) bei Verwendung der „Topplatte“ und kann noch gesteigert werden, wenn es gelingt, ein noch feineres Plattenkorn herzustellen.

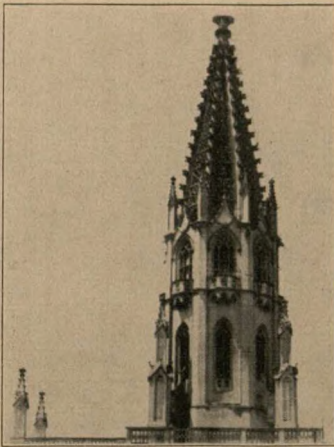


Abb. 3.  
Der Hauptturm des Münsters.

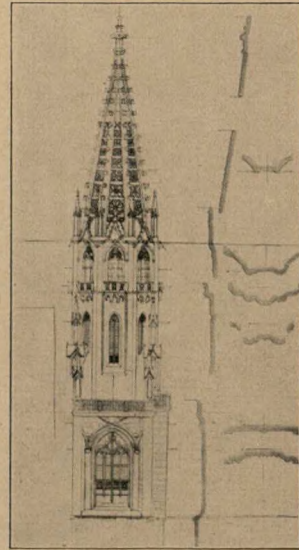


Abb. 4.  
Die Auswertung desselben. Standlinie 14 m, Aufnahmeentfernung 100 m, Kartierung 1:50.

Ich bringe nun einige Architekturaufnahmen und deren Auswertungen am Zeiss-Stereo-planigraphen.

Die Aufnahmen und Auswertungen sind von Vermessungsassessor Raab, Karlsruhe, ausgeführt.

Außerst wertvoll empfand der Architekt, daß Abweichungen aus dem Lot und Senkungen von Geländeteilen bei der Auswertung der senkrechten und horizontalen Schnitte festgelegt werden konnten. Bei normaler zeichnerischer Methode ist dies sehr schwer.

Die Inplanlegung des Konstanzer Münsters hat gekostet 1400 RM. ohne Amortisation des Planigraphen oder 2100 RM., wenn man 20 RM. pro Tag an Amortisationskosten in Rechnung stellt. Rechnet man für ergänzende Nachmessung noch einige hundert RM., so stellen sich die Kosten auf 1900 bis 2600 RM. Bei Vermessung vom Gerüst aus hätte man nach Schätzung von Fachleuten 18 000 bis 25 000 RM. ausgeben müssen. Die Verbilligung hat somit 90 Prozent betragen.

Die erwähnte Vermessung der Kirche in Oppenheim vom Gerüst aus war mit 11 000 M. angegeben worden. Die photogrammetrische Ausmessung schätzen wir auf 900 M., so daß hier eine Verbilligung von 95 Prozent herauskommt.

Um in großen Zügen einen allgemeinen Kostenanschlag zu geben, kann man sagen, die Inplanlegung eines Bauwerkes kostet:



- a) Feldarbeit je nach Größe 3 bis 8 Tage.  
Den Tag zu 50 bis 40 RM. Aufwand zu rechnen für einen Vermessungsingenieur und zwei Meßgehilfen. (Konstanzer Münster erforderte 6 Tage Feldarbeit.)
- b) Zimmerarbeit.  
Für 100 qm 0,4 bis 1 Tag je nach einfacher oder reichgegliederter Architektur und je nach Schwierigkeit der Aufnahme. Den Tag zu 15 bis 25 RM. anzusetzen als Aufwand für einen Vermessungsingenieur und einen Vermessungsgehilfen. (Konstanzer Münster erforderte 35 Tage Auswertearbeit oder 0,6 Tage pro 100 qm.)
- c) Eventuelle Amortisation des Auswertegerätes je 15 bis 25 RM. pro Tag.
- d) Ergänzungsmessungen, zeichnerische Nacharbeit durch den Architekten und Verschiedenes 30 Prozent Zuschlag zur Gesamtsumme (a + b).

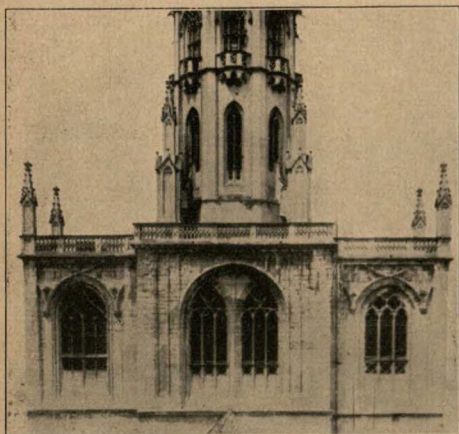


Abb. 5.  
Querschiff unter dem Turm.

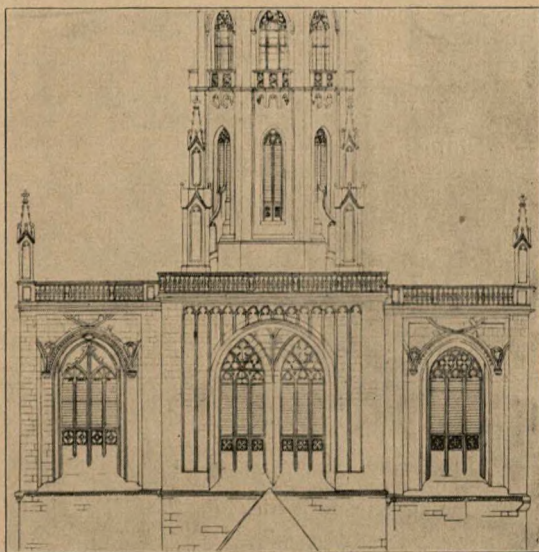


Abb. 6.  
Auswertung. Standlinie 3,8 m, Aufnahmeentfernung 52 m,  
Kartierung 1:50.

Ueber die erreichte Genauigkeit ist zu sagen: Am Konstanzer Münster wurden etwa 50 Maße in der Natur genommen und meist geringe Abweichungen von einigen Millimetern bis etwa 2 cm betragende Unstimmigkeiten gefunden. — Nur bei in tiefen Schatten liegenden Flächen und Kanten waren einige darüber hinausgehende, aber noch erträgliche Abweichungen nachweisbar, welche bei Auswertung unter Beizug eines Architekten vermieden worden wären. Während wir ursprünglich daran dachten, daß der Vermessungsingenieur Aufnahme und Auswertung allein besorgt und dem Architekten einen Blaudruck liefert, auf welchem die erzeugenden Linien und Kanten der Ornamente nun von fachmännischer Hand ausgezogen werden, sehen wir an obigem Beispiel, daß schon während der Auswertung selbst ein Architekt mitwirken sollte. Dieser wird angeben, was als erzeugende Linie anzusehen ist, welche Flächenbegrenzungen darzustellen sind, in welchen Ebenen Schnitte zu legen sind: z. B. bei gotischen Netzgewölben durch die Prinzipalbögen, deren wahre Form man bisher nicht erfassen konnte, durch Kuppelbauten, deren Wölbungskurven bisher unbekannt waren.

Eine wesentliche Rolle spielt weiterhin der Zeitaufwand. Zur photogrammetrischen Inplanlegung wurden beim Konstanzer Münster 41 Tage benötigt. Solche Vermessungsgeschwindigkeiten konnten bei den früheren photogrammetrischen Verfahren oder gar den Gerüstaufnahmen nicht erreicht werden. Der Zeitaufwand für letztere dürfte für das Konstanzer Münster nicht unter einem Jahr liegen. Dieser Gesichtspunkt spielt aber eine große Rolle, wenn es sich — etwa nach Brandfällen — um rasche Aufnahmen



und Abwicklung ganzer Straßenzüge oder eines historischen Platzes handelt, um städtebaulich harmonische Neuentwürfe zu erzeugen. Ich führe als Beispiel an: beim Wettbewerb der Umgestaltung „Unter den Linden“, Berlin, mußte man aus den verschiedensten Archiven Pläne mühsam erheben, zusammentragen und ergänzen, während photogrammetrisch sehr rasch eine geeignete Unterlage zu beschaffen gewesen wäre. Es ist dies der analoge Fall, wie er uns bezüglich der topographischen Luftbildmessung als rasche Unterlage für Bauingenieurentwürfe entgegentritt. Hier steht die photogrammetrische Messung im Dienste rascher Arbeitsbeschaffung, was auch bei Restaurierungen eine Rolle spielt.

Will man dabei auf die großen Plattenaufnahmen 40×40 cm wegen zuverlässiger Wiedergabe aller Einzelheiten des plastischen Schmuckes nicht verzichten, so ist es eine sehr geringe Mehrausgabe, neben den eigentlichen Meßbildern 15×18 cm noch diese Großphotos 40×40 cm als Urkunden bzw. als Vorlagen für die Ausarbeitung der Pläne mit aufzunehmen. Denn es ist nicht abzustreiten, daß — gleiches Plattenkorn vorausgesetzt — bei der doppelt so großen Aufnahme die Silbersalzkörndchen mehr Einzelpunkte erfassen als bei der einfachen Größabmessung der Aufnahme. Ich denke dabei natürlich nur an architektonisch reichgegliederte Objekte, sowohl Außen- wie Innenaufnahmen.

Ganz wird man auch die alte Methode des unmittelbaren Messens mit dem Maßstab nicht entbehren können. Während die photogrammetrische Auswertung die Grundlage bildet, müssen zeichnerische Aufnahmen an Ort und Stelle bezüglich Mauerdicke u. a. als Ergänzungen folgen, die aber ohne Gerüst ausführbar und daher billig sind. Letzteres ist bei auffälligen Objekten nicht zu unterschätzen. Auch für Aufnahmen von Innenräumen mit großen Ausstattungsstücken, wie Barockaltären, Orgeln, Säulen der Kirchen, Treppenhäusern der Schlösser, tritt der Vorzug der gerüstlosen photogrammetrischen Aufnahmen klar zutage, während ergänzende Stichmaße mit einer einfachen Leiter gewonnen werden können.

Hinzuweisen ist noch auf die Möglichkeit, die Baudenkmäler vorläufig nur auf Meßbildern festzuhalten und erst bei Bedarf die Auswertung zu vollziehen, was auch bisher die staatliche Bildmeßstelle in Berlin vielfach getan hat. Die außerordentlich geringen Kosten gegenüber dem früheren Verfahren werden aber eine sofortige Auswertung oft ermöglichen lassen, wo dies bisher nicht der Fall war. Wir haben damit die wertvolle Möglichkeit der Veröffentlichbarkeit unserer Bauwerke geschaffen und dem Studium der historischen Architektur erweiterte Unterlagen gegeben.

Für archäologische Arbeiten erwähne ich noch den Vorzug des leichten Transportes der photogrammetrischen Geräte in entlegene Gegenden gegenüber den Gerüstaufnahmen, wie auch hier die Schnelligkeit der Aufnahme in der Wildnis eine wesentliche Erleichterung bietet und beliebig viele Aufnahmen während der einzelnen Etappen einer Ausgrabung möglich sind. Hier möchte ich hinweisen auf die stereophotogrammetrische Aufnahme des Ramesseum in Aegypten, ausgeführt von Prof. Dr. Gast, Hannover, im Jahre 1950 (vgl. Z. Vermess.-Wes. 1952, S. 5 ff.).

Außer der eigentlichen Planaufstellung ist noch ein Gebiet zu erwähnen, die Feinvermessung von Bewegungen an Gebäuden, also die Beobachtung von Sprüngen und Rissen, von Senkungen und Neigungen ganzer Bauteile, wie solche durch unsere heutigen Straßenerschütterungen, durch Grundwasserveränderungen oder geologische Verlagerungen des Baugrundes und bergbauliche Vorgänge hervorgerufen werden. Wohl können im Vorwärtseinschnitt mittels Theodolitmessung die Bewegungen einzelner markierter Punkte genauer gemessen werden, jedoch bietet die photogrammetrische Messung den Vorteil, die Veränderungen fortlaufender Linien aufzuzeichnen, die Deformation von Gewölben oder anderen Tragkonstruktionen ohne große Kosten zu bestimmen.

### c) Folgerungen.

Zusammenfassend darf gesagt werden: Die Photogrammetrie unter Anwendung der modernen Auswertegeräte gibt endlich und allein die Möglichkeit, den Denkmalbestand mit verhältnismäßig geringen Kosten und in absehbarer Zeit in wissenschaftlich genügender Weise aufzunehmen, was bisher unerreichbar schien. Die allgemeine Durchführung photogrammetrischer Aufnahmen ist eine Tat der Denkmalpflege, für die uns künftige Geschlechter dankbar sein werden.

Man kann im Hinblick auf die maschinenmäßige Auswertung der Photogrammetrie nicht sagen, daß die Maschine menschliche Arbeit wegnimmt. Denn ohne dieses Verfahren ist an eine universelle Durchführung der Denkmalaufnahmen von geldlichem Standpunkt aus nicht zu denken. Wird sie aber vollzogen, so werden die Konservierungsarbeiten leichter abzuschätzen und damit die Beschäftigung arbeitsloser Handwerker bei Wiederherstellungsarbeiten in größerem Umfange möglich sein. Die syste-



matische Erforschung unserer Baudenkmäler in Deutschland ist aber ein Glied in der Geschichts- und Kulturforschung des deutschen Volkes überhaupt. Ihre Ergebnisse werden dazu beitragen, Unrichtigkeiten und Geschichtsfälschung zu bereinigen. Eine dankbare Aufgabe für die Fachschaft der Architekten, vielleicht speziell des Kampfbundes deutscher Architekten und Ingenieure, ist es, die Denkmäleraufnahme in Deutschland in großem Stil allenthalben in Gang zu bringen. Die staatlichen, kirchlichen, gesellschaftlichen und vereinsartigen Behördenstellen und Institutionen der Denkmalpflege sollten mit den heute vorhandenen, das Hauptthema meines Vortrages bildenden photogrammetrischen Vermessungsmethoden und deren Kosten bekannt gemacht werden. Wünschenswert und äußerst fördernd wäre es, wenn die deutsche Reichsregierung einen geringen Prozentsatz der Kosten als Beihilfe zur Denkmalpflege übernehmen würde, schon um auf dieses Arbeitsgebiet aufmerksam zu machen. Für Kostenanschläge, Beratungen und Durchführungen moderner photogrammetrischer Vermessungen stehen außer staatlichen Dienststellen auch private Unternehmungen, wie z. B. in Deutschland Photogrammetrie G. m. b. H., München, Aerokartographisches Institut in Breslau, Hansa-Luftbild Berlin u. a., zur Verfügung<sup>3</sup>.

## Die theoretischen Grundlagen und die praktische Anwendung der Photogrammetrie des Röntgenbildes<sup>1</sup>

Von A. Hasselwander, Erlangen.

Schon seit Jahren hat die Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie in sehr verdienstlichem Weitblick die Bestrebungen gewürdigt und gefördert, welche es sich zum Ziel gesetzt haben, auch den menschlichen Körper durch Methoden der Bildmessung zu erfassen. In der Gründung einer Kommission für Röntgenbild- und Körpervermessung hat im Rahmen der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie auf dem Kongreß des Jahres 1950 dieses Interesse seinen Ausdruck gefunden. In einigen Vorträgen und einer Ausstellung legt Ihnen diese Abteilung nun zum erstenmal in einer Gesamttagung der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie einiges aus ihren Arbeiten vor, nachdem schon früher (1925 und 1950) einzelne Ausstellungsgegenstände gezeigt und im vergangenen Jahre in engerem Rahmen ein Vortragsabend veranstaltet worden ist. Ich hoffe daher, dem allgemeinen Interesse zu dienen, wenn ich heute als Einleitung unseres Vortragsabends in allgemeineren Ausführungen die theoretischen Grundlagen für Messungen und Auswertungen an Röntgen-Raumbildungen darlege, die Anwendungsweise auseinandersetze und die Anwendungsgebiete umreiße.

Welch unschätzbare Mittel zur Erforschung des menschlichen Körpers in seinem gesunden und kranken Zustande durch die Entdeckung W. K. Röntgens sowohl der Wissenschaft als auch der Praxis in die Hand gegeben worden ist, muß jedem, auch dem Laien in medizinischen und naturwissenschaftlichen Dingen, wohl auf den ersten Blick klar sein. Es ist ein Erkennungsmittel, von dem die kühnste Phantasie früherer Zeiten nicht zu träumen wagte. Mit diesen alles durchdringenden Strahlen können wir nicht nur das harte Gerüst des Skeletts darstellen, sondern auch die Weichteile des Körpers sind uns durch die immer mehr bereicherte Technik der Darstellung aller Hohlgebilde des Organismus durch kontrastierende, also den Strahlen stärkeren oder geringeren Widerstand als die umgebenden Teile bietende Mittel in steigendem Maße vor Augen. Der ganze Verdauungskanal ist, entweder durch Einnahme unlöslicher Metallsalze oder durch Luft bzw. Gase, auch kombiniert angewendet, in der ganzen Reliefgestaltung seiner Wände darstellbar geworden. Die Harnorgane und die Gallenblase sind durch Kontraststoffe, die in sie abgeschieden werden, sichtbar zu machen. Die Luftwege der Bronchien und der Luftröhre werden durch eingetäufelte kolloidale Jodpräparate, die Gebärmutter der Eileiter, ja selbst die Blutgefäße durch eingespritzte, schattengebende Lösungen im Schattenbilde festgehalten. In die Säcke der Rückenmarks- und Gehirnhäute läßt man Luft eindringen und stellt damit die Höhlen des Gehirns oder das Relief seiner Oberfläche dar, besonders klar ist das letztere in neuerer Zeit durch eingespritzte unschädliche Thoriumpräparate im Röntgenbild abgebildet worden.

Angesichts dieser bewundernswerten Verfeinerung der röntgenologischen Untersuchungsmethoden muß es wundernehmen, daß gerade in bezug auf die räumliche Rich-

<sup>3</sup> Inzwischen haben sich alle bisherigen Luftbild-Aufnahme-Gesellschaften Deutschlands zur Hansa-Luftbild G. m. b. H. als Einheitsgesellschaft zusammengeschlossen. Diese besteht aus den Abteilungen: Westdeutschland (Bonn, Simrockstr. 4, Abt.-Leiter: Herbert Armin Angelroth), Süddeutschland (München, Flughafen Oberwiesenfeld, bisher: Föhlinger Allee 1, Abt.-Leiter: Joseph Heilmaier), Südostdeutschland (Breslau, Chartottenstr. 58—60, Abt.-Leiter: Bruno Weist) und der Zentrale (Berlin SW 29, Flugplatz Tempelhofer Feld, Direktor Geßner).

<sup>1</sup> Vortrag, gehalten auf der Tagung der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Essen, 12. Oktober 1933.



tigkeit des Röntgenbildes die Aerzte, und zwar Forscher ebenso wie Praktiker, sich bis heute in der weitaus überwiegenden Mehrzahl noch immer mit dem röntgenographischen und röntgenoskopischen Einzelbild behelfen. Man kann sagen, daß es den meisten noch unbekannt ist, wieviel rascher und sicherer eine klare Erkenntnis einer vorliegenden pathologischen Sachlage erzielt werden kann, wenn man das Röntgenbild unter Anwendung der Prinzipien einer raumrichtigen und der Messung und Nachbildung, ganz allgemein gesagt, einer Erfassung zugänglichen Stereoskopie gewinnt und auswertet. Denn das Röntgenogramm ist ein zentralprojektives Schattenbild, und daher haften ihm eben jene Verzerrungen und Verzeichnungen an, die diesem notwendig innewohnen, so daß wohl die Existenz einer Erscheinung, nicht aber deren wahre Lage, Form und Größe daraus abgelesen werden können. Und diese Ermittlungen sind es doch gerade, die wir durch ein Untersuchungsverfahren gewinnen wollen, das uns die Gestaltung des menschlichen Körpers enthüllt, sei es nun, daß wir den Bau und die Funktionen des lebenden Menschen erforschen, sei es, daß der Arzt die Sachlage einer Störung dieses Organismus völlig klarlegen will. Sei es ein Knochenbruch, eine gewaltsame Störung des Gelenkgefüges, ein eingedrungener Fremdkörper, sei es eine Kaverne in der Lunge, ein Nierenstein, eine Geschwulst oder was immer, niemals genügt uns für die Diagnose die bloße Feststellung der Erscheinung, immer erhebt sich sogleich die Frage nach dem Wo, dem Wie, dem Wie groß, und da versagt das röntgenologische Einzelbild. Allerhand Aufnahmerichtungen von verschiedenen Seiten müssen zu Hilfe genommen werden, aber jedes Einzelbild ist wieder der Rätsel voll, durch keines gelangt der Untersucher zur vollen räumlichen Wiedergabe des Körpers, wie er in seinen Maßen, Formen und Lageverhältnissen ist.

Völlig anders wird dies aber, wenn wir, um einmal den günstigsten Fall vorwegzunehmen, zwei Aufnahmen von Standorten der Röntgenröhre aus gewinnen, die genau um den Betrag des Abstandes unserer beiden Augen voneinander und von dem Objekt etwa in Greifweite entfernt sind, und wenn wir die so gewonnenen Bilder wieder bei der Betrachtung in einem Stereoskop in dem gleichen Abstand und in der gleichen Stellung vor unseren Augen anbringen, die sie der Röhre gegenüber eingenommen hatten. Da dann die von den Bildern ausgehenden Lichtstrahlen wiederum in genau der gleichen Richtung und unter den gleichen Winkeln in die Augen eintreten, wie sie von dem Brennfleck der beiden Röhrenstellungen ausgegangen waren, so muß, auf Grund unseres Raumsiehens, das Bild des aufgenommenen Körpers diesem in allen Maßen und Winkeln gleichen. Es vertritt damit vollkommen den aufgenommenen Körper, es ist ihm in diesem Idealfall kongruent im Sinne der Geometrie. Man heißt dies *tautomorph*. Wenn wir es dann noch erreichen, das vor uns körperhaft schwebende Raumbild zu fassen und dieses Scheingebilde nachzuformen, dann haben wir den aufgenommenen Körper in all seinen formlichen Eigentümlichkeiten wieder erstehen lassen, aus dem jederzeit alle erforderlichen Feststellungen entnommen werden können.

Wenn wir untersuchen wollen, wie weit wir wohl diesem Idealfall nahekommen können, so wird zunächst die Frage nach den Bedingungen auftauchen, die wir zur Erreichung dieses Zieles erfüllen müssen. Dann zeigt sich, daß deren nur wenige sind.

Ehe wir in die Erörterung der Bedingungen für die Raumrichtigkeit unserer Auswertung von Röntgen-Raumbildern eintreten, muß vor allem einmal Klarheit darüber bestehen, welche von den zahllosen Stereoskopformen, die seit *Wheatstones* großer Erfindung erdacht wurden, gerade für den vorliegenden Zweck besonders geeignet sind. Bei der Wahl werden wir vor allem auf solche Anordnungen bedacht sein, die uns die Verwendung der bei den Röntgenaufnahmen nötigen großen Formate von photographischen Platten oder, was sich seit einer Reihe von Jahren ganz allgemein als vorteilhafter eingebürgert hat, von Filmen bis zu Größen von  $50 \times 50$  cm gestatten. Diese Notwendigkeit weist uns sogleich auf die Verwendung von Spiegelstereoskopen hin, von denen das *Wheatstonesche* Zweispiegel- (Abb. 1) und das von *Helmholtz* angegebene Vierspiegelstereoskop aus Gründen, die ich alsbald klarlegen werde, in erster Linie in Betracht kommen.

Wir werden solche Stereoskope für besonders wertvoll befinden, welche uns gestatten, in dem Raume, wo die beiden Halbbilder für unser Auge sich zum Raumbild vereinigen, möglichst frei und ungehemmt, und ohne dabei die Halbbilder zu verdecken, mit den Händen, irgendwelchen Meßmitteln, dem Zeichenstift oder dem Modellierholz arbeiten zu können. Denn wir wollen ja doch nicht nur auf den subjektiven Raumeindruck angewiesen sein und nur Schätzungen der Maß-, Lage- und Formverhältnisse vornehmen, sondern ein objektives Raumbild gewinnen, das wir gewissermaßen mit den Händen greifen, nach Bedarf messen oder in irgendeiner Form graphisch oder plastisch rekonstruieren können. Nur dann wird es außerdem auch



möglich sein, Testkörper von bekannten Maßen und Winkeln, die wir zugleich mit unserem Untersuchungsobjekt aufgenommen haben, zu messen, nachzuzeichnen oder nachzuformen. Und erst so werden wir dann auch prüfen können, ob, unserer Konstruktion entsprechend, alle Maße und Winkel im Raumbild richtig wiedergegeben werden.

Damit ist auch der Weg gewiesen, wie wir, etwa an einem Wheatstoneschen Zweispiegel-, übrigens auch an einem Helmholtzschen Vierspiegel-Stereoskop, zur unmittelbaren Erfassung des Raumbildes gelangen können. Ihn hat zuerst Deville gewiesen durch Verwendung von schwach versilberten Spiegeln, welche den Durchblick nach dem

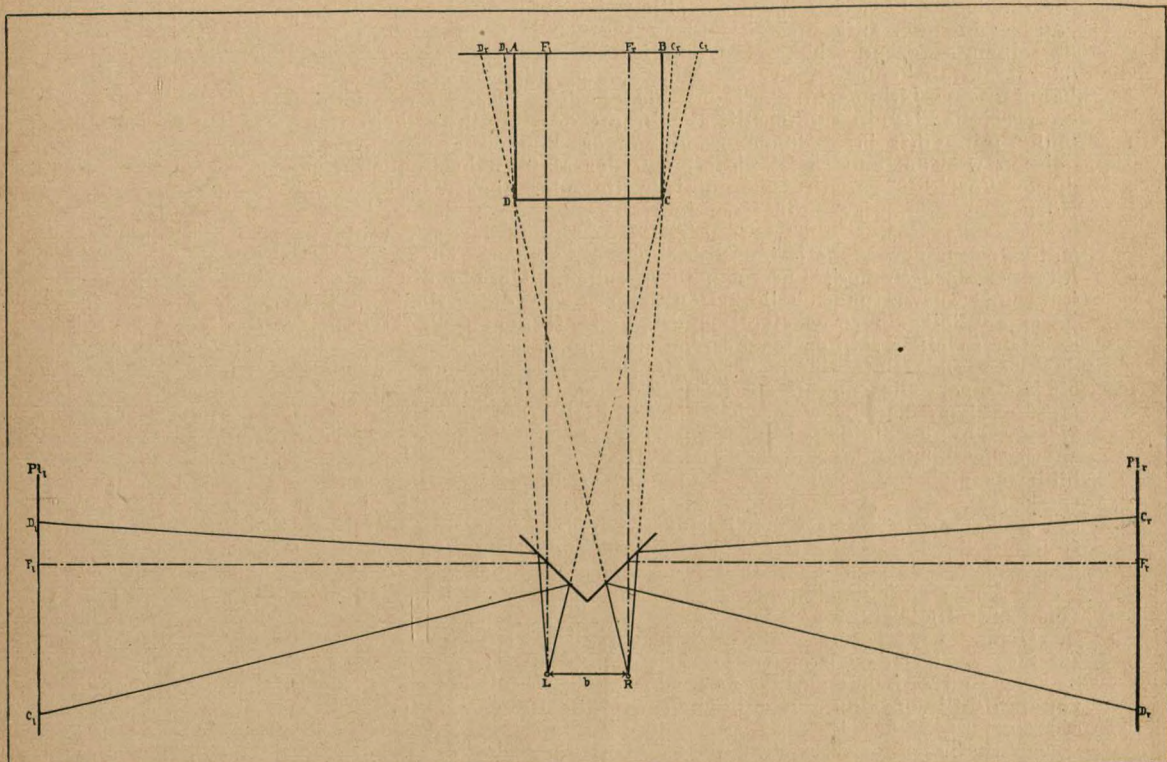


Abb. 1.

Grundriß des Strahlenganges im Wheatstoneschen Zweispiegelstereoskop und im Stereoskiagraph. L und R: linkes und rechtes Auge des Betrachters,  $Pl_l$  und  $Pl_r$ : linkes und rechtes Halbbild. ABCD: das Raumbild hinter den  $45^\circ$  geneigten Spiegeln. Der Mittelteil der Figur entspricht dem Strahlengang der Aufnahme.

Raumbild hin gestatten, wo wir dann mit unseren Instrumenten arbeiten. Trendelenburg hat zu gleicher Zeit mit mir diesen Weg beschritten, auch Drüner hat neben seinem Vierspiegelstereoskop diese von Deville als Stereoplanigraph ursprünglich für Geländevermessungen erdachte Stereoskopform benutzt. Die für die Auswertung der Schattengebilde des Röntgenogramms besonders ausgebaute Form habe ich nach einem Vorschlag Engelbrechts Stereoskiagraph benannt. (Abb. 2.)

Die Art der Auswertung der damit gewonnenen Raumbilder hat Trendelenburg sehr treffend als unmittelbare Raumbildmessung bezeichnet, denn sie stellt gegenüber allen anderen Verfahren der Auswertung stereoskopischer Aufnahmen, die stets irgendwelcher Uebertragungsmechanismen oder sonstiger Hilfsmittel bedürfen, um indirekt zur Nachbildung zu gelangen, die Möglichkeit vor, in dem Raumbild genau so zu arbeiten, als ob wir den Körper selbst, nur durchsichtig und durchdringbar, vor uns hätten. Diese Unmittelbarkeit der Arbeit im Raumbild zeichnet die Anwendung des Stereoskops mit transparenten Spiegeln vor allen anderen z. T. so kunst-



vollen Systemen aus. Wir können mit Zirkel oder Maßstab in jeder beliebigen, jeweils erforderlichen Richtung Maße gewinnen, aber natürlich auch jede gewünschte Nachbildungsvorrichtung im Bildraum anbringen. So hat sich mir, übrigens nach dem Vorgang von Devilles erstem Instrument, eine kleine Lichtmarke — die ich zur besseren Erkennbarkeit farbig gewählt habe — für viele Zwecke besonders bewährt, die ich auf einem Kreuzschlitten und an einer senkrechten Säule beweglich und in jeder Stellung arretierbar verwende. Diese Lichtmarke bietet dadurch einen besonderen Vorteil, daß sie im Gegensatz zu dem in das Raumbild hineingehaltenen Meßmittel von jedem Schwanken oder Zittern freibleibt, wie es unvermeidlich bei einem frei in den Raum gehaltenen Instrument schließlich eintreten muß. Vollends bei der Messung einer Strecke ist es ja doch kaum vorstellbar, daß wir die eine Zirkelspitze so lange unverrückbar an dem aufgesuchten Ende verharren lassen können, bis wir das andere Ende derselben aufgesucht haben. Wenn ich daher für gröbere Ermittlungen auch Zirkel oder Maßstab keineswegs verschmähe, so gebe ich, wo es sich um größere Genauigkeiten handelt, der Lichtmarke doch entschieden den Vorzug. An dem unteren Ende ihres Fahrgestelles ist ein Zeichenstift angebracht, der alle ihre Horizontalbewegungen zwangsläufig mitmacht; ihre Höhenverschiebungen können an der vertikalen Tragsäule abgelesen werden, und so ist nicht nur jedes Maß zu bestimmen, sondern es können mit dieser Vorrichtung auch Horizontalschnitte oder aber Vertikalprojektionen des ganzen Körpergebietes aufgezeichnet werden.

Man hat irrtümllicherweise die Verwendung dieser Vorrichtung als die alleinige Methode meiner Arbeit im Raumbild angesehen. Dies ist eine Verkenning, und ich muß deshalb noch kurz dabei verweilen. Gerade die außerordentliche Vielseitigkeit der Auswertungsmöglichkeiten ist es, was die Arbeit im Stereoskop mit transparenten Spiegeln so wertvoll macht, und oft genug dient schon der Umstand allein, daß wir in einer solchen Marke eine Art von Zeiger haben, der uns die Gewißheit über das Vor- und Hintereinander der Gebilde verschafft, zur genügenden Orientierung bei einer Frage. Dies möchte ich besonders den praktischen Röntgenologen sagen, die vielfach glauben, man bezwecke bei dieser objektiven Stereoskopie an Röntgenbildern nur Messungen, und die geltend machen, daß Maße für sie nur geringe Bedeutung haben.

Daher möchte ich auch Trendelenburgs Bezeichnung „unmittelbare Raumbildmessung“ etwas erweitern und diese Arbeitsweise die „unmittelbare Auswertung des Röntgenraumbilds“ nennen. Köhnle hat sie die „objektive Stereoskopie an Röntgenbildern“ genannt und kennzeichnet damit treffend die dokumentarische Sicherheit der damit möglichen Ermittlungen gegenüber dem vagen Schätzen und Raten der von manchen Seiten vertretenen subjektiven Stereoskopie nach dem bloßen und unkontrollierbaren Raumeindruck ohne Verwendung von Kontrollmitteln.

Ueber die Gewinnung von Maßen geht diese Arbeitsweise weit hinaus. Wir können ja auch Zeichenebenen in jeder beliebigen Neigung im Bildraum anbringen und auf ihnen den jeweiligen Umrissen mit einem Stift nachfahren. Nach Art von Schichtlinienzeichnungen können wir zur Rekonstruktion ganzer Körper gelangen, ein Verfahren, das ich und meine Schüler mehrfach mit wertvollen Ergebnissen angewendet haben, wo es sich um Studien über die Anatomie des lebenden Körpers handelte.

Das vollkommenste und von mir in heute schon unzählig gewordenen Fällen angewandte Verfahren ist aber die unmittelbare plastische Nachformung des Röntgen-Raumbildes. Dazu ist nur nötig, in dem Bildraum einen Tonklotz aufzustellen. Dann schwebt in diesem das Raumbild, und es ist nur nötig, so lange die Tonmasse mit Modellierschlinge und Modellierholz zu entfernen, bis wir in der Tiefe der darzustellenden Körperteile des Raumbildes angelangt sind. Wenn auch diese Arbeitsweise naturgemäß nicht ohne eine gewisse Geschicklichkeit auszuführen ist — die übrigens durch kurze Übung, wie ich mich bei vielen meiner Schüler überzeugt habe, zu erwerben ist —, so muß doch betont werden, daß diese Art des Modellierens nichts zu tun hat mit dem freien Modellieren des Bildhauers. Vielmehr ist jeder Schritt derselben geleitet von der zwingenden Plastik des Raumbildes, und darum glaube ich am besten die Art der entstehenden Nachbildung zu charakterisieren, wenn ich sie als die „plastische Pause“ bezeichne. Ebenso wie wir mit Pauspapier eine flächenhafte Darstellung mechanisch kopieren, haben wir das Raumbild hier körperhaft abgepaust.

Nicht leicht kommt die körperhafte Plastik dieser räumlichen Schattenbilder, die in ihrer Klarheit und glasartigen Durchsichtigkeit wahrhaft ein ästhetischer Genuß sind, eindringlicher und zwingender zu unserer Raumwahrnehmung als hier, wo wir gewissermaßen tastend an den Körperbauteilen anstoßen, die hier im Raumbild vor uns schweben.



Niemand wird mir nach dem Gesagten bestreiten wollen, daß die binokulare Raumwahrnehmung für mich ganz selbstverständlich stets der Leiter der Arbeit im Röntgen-Raumbild ist. Und doch muß ich hier jedem, der in der beschriebenen Weise im Raumbild arbeiten will, ob er nun plastische oder graphische Nachbildungen oder einfache Maße gewinnt oder gar nur durch den Licht-Zeiger sich über das Vor- und Hintereinander der Teile vergewissern will, recht eindringlich als Ergänzung und Kontrolle die Hilfsmaßnahme des uniokularen<sup>2</sup> Anvisierens empfehlen.

Da ich auch hier arg mißverstanden worden bin, muß ich etwas darauf eingehen, wie ich mir diese einäugige Kontrolle des Raumsehens bei der Nachbildung denke und so angewöhnt habe, daß ich sie nicht missen möchte.

Wenn wir, um ein Beispiel anzuführen, in dem Raum hinter den transparenten Spiegeln zur Nachformung des dort schwebenden Raumbildes einen Tonklotz aufgestellt haben und nun, geleitet durch den plastischen Eindruck dieses Raumbildes, etwa an einem markanten Knochenpunkt angelangt zu sein glauben, so ist damit noch keineswegs die Möglichkeit einer Täuschung ausgeschlossen. Wir sollten uns vielmehr erst überzeugen, ob wir denn wirklich mit den beiden Augen den aufgesuchten Punkt sehen und ob unser Nachbildungsmittel, also etwa die Spitze oder der Rand unseres Modellierholzes, sich mit jenem Raumpunkt deckt, mit anderen Worten, ob es sich an dem Schnittpunkt der zugehörigen Sehstrahlen von den parallaktisch verschiedenen Bildpunkten zu den beiden Augen befindet. Denn es ist ja bekannt, daß bei unserem Raumsehen keineswegs alle Punkte der beiden Halbbilder für beide Augen sichtbar sind; andererseits kann man oft genug feststellen, daß Menschen mit durchaus genügender Sehtüchtigkeit beider Augen das eine der beiden Halbbilder fast ganz „unterdrücken“, d. h. daß sie dieses in dem zentralen Sehvorgang unverwertet lassen. Bei vielen meiner Schüler habe ich mich davon überzeugen können, daß sie, ohne sich dessen bewußt zu werden, sich beim Aufsuchen eines Raumpunktes nur von einem Auge leiten ließen, und auch ich selbst, der ich doch mein sicheres Raumsehen hinlänglich erprobt zu haben glaube; kann oft genug, wenn auch nur in geringfügigem Ausmaße, etwa in der Millimetergrenze, solche Täuschungen feststellen, die ja wohl darin begründet sind, daß uns hier manche die Tiefenbeurteilung sonst unterstützenden Faktoren, wie Licht- und Schattenwirkung, Luftperspektive u. a., fehlen.

Hier können wir nur durch strengste Ausnutzung der parallaktischen Verschiedenheit der einem Raumpunkt zugeordneten Bildpunkte das Letztmögliche herausholen. Dazu ist es dann nur nötig, an dem aufgesuchten Raumbildpunkt einige Augenblicke — im wahren Sinne des Wortes — zu verweilen und abwechselnd das rechte und linke Auge zu schließen, um sofort festzustellen, ob für beide Augen volle Deckung des Nachbildungsmittels, in unserem Falle des Modellierholzes, und jenes Raumbildpunktes besteht. Wandert diese Marke im entgegengesetzten Sinne unseres Blickwechsels, so entnehmen wir daraus, daß wir noch nicht bis in die Tiefe des aufzusuchenden Raumbildpunktes vorgedrungen sind; ändert sie ihren Platz im Sinne unseres Blickwechsels, so wissen wir, daß wir darüber hinaus gelangt sind, und wir haben damit die Möglichkeit, eine Korrektur eintreten zu lassen<sup>3</sup>.

Man hat nun meine früheren Ausführungen über diese uniokulare Kontrolle der Richtigkeit unserer Auswertung so auffassen zu müssen geglaubt, als wollte ich überhaupt auf das binokulare Raumsehen vollkommen zugunsten dieses kleinen Kunstgriffes verzichten. Daß dies eine vollkommene Verkenning des Wesens meiner Arbeitsweise ist, werden Sie ja aus dem Vorhergehenden bemerkt haben.

Es mag nun noch wünschenswert sein, auf einen Umstand aufmerksam zu machen, der, durch die geschilderte unmittelbare Raumbildmessung bedingt, für die Wahl unserer Aufnahme- und Auswertungs-Anordnung Bedeutung gewinnt. Die Abmessungen der Aufnahme- und Auswertungs-vorrichtungen müssen so gewählt sein, daß wir bei der Auswertung das Raumbild bequem mit den Händen erreichen können. Dies zwingt uns, unter genauer Kenntnis der Bedingungen, welche für die Entstehung eines raumrichtigen Stereokopfbildes maßgebend sind, schon bei der Aufnahme die Abmessungen so zu wählen, daß wir das Raumbild in der erforderlichen Entfernung erzeugen.

<sup>2</sup> Das hybride Wort „monokular“ möchte ich nicht verwenden, man müßte dann schon monophthalm sagen, gewiß keine Bereicherung unseres wissenschaftlichen Sprachschatzes.

<sup>3</sup> Ich möchte meinen, daß die Aneignung des kleinen Kunstgriffes, willkürlich eines der beiden Augen zu schließen, keine Schwierigkeiten bieten möchte. Immerhin zeigen hierin manche Menschen eine merkwürdige Ungeschicklichkeit. Diesen möchte ich empfehlen, eine kleine Blendvorrichtung an ihrem Instrument anfertigen zu lassen, um damit nach Bedarf das eine der beiden Augen verdecken zu können.



Was sind nun die Bedingungen, welche zur Erzielung der Raumrichtigkeit unseres stereoskopischen Röntgenbildes eingehalten werden müssen? Es sind drei:

1. Der Fußpunkt des senkrecht auf die lichtempfindliche Schicht einfallenden Röntgenstrahls, des Achsenstrahls, muß auch bei der Betrachtung des gewonnenen Bildes dem Auge wieder in der gleichen Anordnung gegenüberstehen.
2. Die Entfernung des Projektionszentrums für die beiden Röntgenogramme bei der Aufnahme („Fokusabstand“, „Röhrenabstand“) muß auch bei der Betrachtung der gewonnenen Bilder (Bildweite) eingehalten werden.

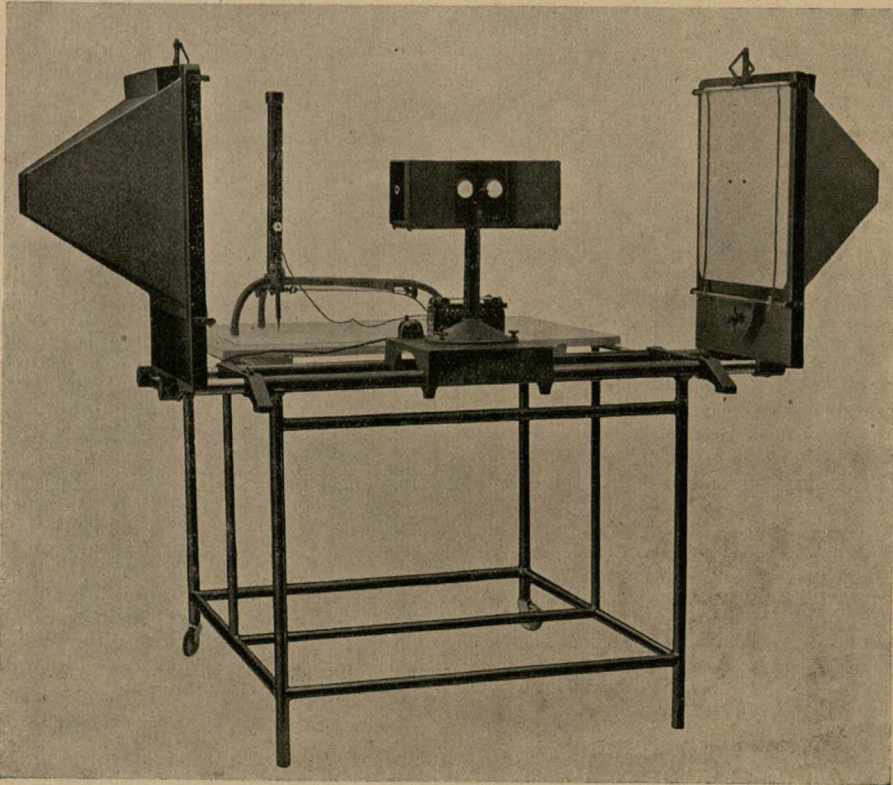


Abb. 2.

Stereoskiagraph. Rechts und links Beleuchtungskasten für die Filme, rechts Fußpunktmarken erkennbar. Mittelstück der Spiegelträger, daran links sichtbar die Glasscheibe mit Visierung zur Zentrierung. Im Hintergrund ein Lichtpunktgestell mit Zeichenstift.

3. Die Standlinie (Basis) der beiden Projektionszentren muß bekannt sein. Zu diesen drei Grundregeln sind nun noch einige besondere Ausführungen nötig:

1. Die Einhaltung der ersten Bedingung — wir können sie auch als „die richtige Zentrierung der Bilder“ bezeichnen — ist wohl die Grundvoraussetzung für die Raumrichtigkeit. Ohne sie wird unter allen Umständen das Raumbild verzerrte Winkel aufweisen und eine Korrektur unmöglich sein; diese Bilder heißen „heteromorph“.

In weitaus den meisten Fällen wird die Anordnung der Röhre zum Film bei der Aufnahme so zu treffen sein, daß von den unendlich vielen vom Brennfleck ausgesandten Röntgenstrahlen der lotrecht auf die Bildebene ausgesandte Strahl, der sog. Achsenstrahl, die Filmfläche noch trifft. Bei besonderen Anordnungen, sog. Schrägaufnahmen, kann aber immerhin der Fall eintreten, daß dieser Strahl die Filmfläche nicht erreicht. Wir werden uns mit diesem Fall noch zu beschäftigen haben, wollen aber zunächst nur dem ersteren unsere Aufmerksamkeit widmen.



Dann besteht die einfachste Anordnung — die sich mir seit Jahren an Tausenden von Aufnahmen bewährt hat — darin, daß ein für allemal in der Aufliegeplatte für den zu untersuchenden Körper, unter welcher bei den zwei Aufnahmen die Filmkassetten ausgewechselt werden müssen, zwei Metallmarken in einer der beabsichtigten Röhrenverschiebung genau entsprechenden Distanz angebracht werden, die als Fußpunkte des Achsenstrahls dienen sollen. Als solche Fußpunktmarken verwende ich seit langem Bleidrahtkreuzchen, da auf den gewonnenen Röntgenbildern durch die Schnittpunkte der Drahtkreuzschatten der Achsenstrahlfußpunkt sehr scharf markiert ist.

Für die „Zentrierung“ sind in der röntgenologischen Technik allerlei Vorrichtungen im Gebrauch. Ich selbst verwende dafür ein Rohr mit zwei schattengebenden Draht-

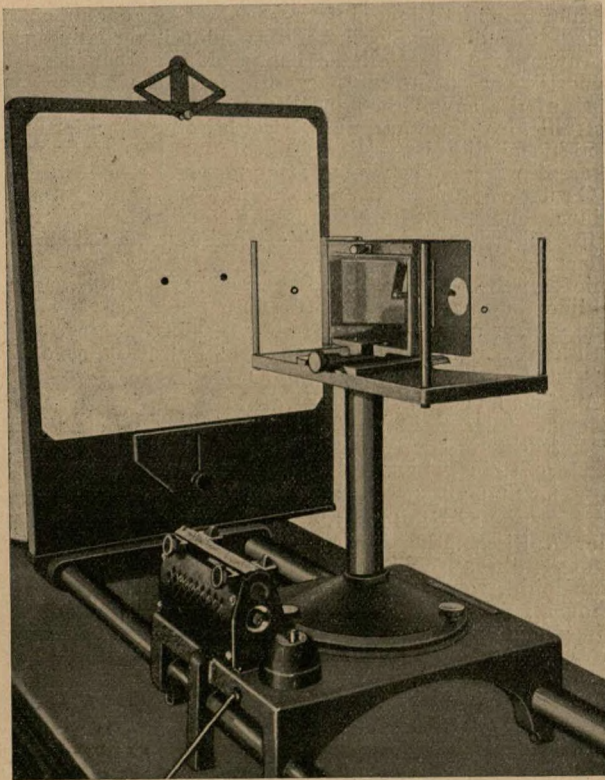


Abb. 3.

Die Visierscheiben mit eingätzten Ringen zur Zentrierung. Stellschraube zur Spiegelverschiebung.

kreuzen und darunter angebrachtem kleinen Leuchtschirmchen, welches zentrisch auf die Fußpunktmarke aufgesetzt wird.

Die Zentrierung geschieht dann dadurch, daß die Röhre eingeschaltet und so lange verschoben wird, bis sich auf dem Leuchtschirmchen die Drahtkreuzschatten decken, eine kurze Maßnahme, die übrigens so lange nicht wiederholt zu werden braucht, als man mit der gleichen Anordnungsweise arbeiten will.

An dem Betrachtungsinstrument muß dann gleichfalls für eine ähnliche Einstellmöglichkeit gesorgt sein, welche gestattet, den als Schnittpunkt der Drahtkreuzschatten erkennbaren Achsenstrahlfußpunkt dem Auge in der optischen Achse des Instruments gegenüberzustellen. An dem von mir angegebenen Gerät trägt für diesen Zweck jeder der beiden Beleuchtungskästen, vor denen die Filme angebracht werden, zwei Achsenstrahlfußpunktmarken (Abb. 2 u. 3), von denen die jeweils zugehörige in der optischen Achse des ganzen Instruments liegt. Zwischen den Augen und diesen Fußpunkten sind an den Seiten-



fronten des Spiegelgestelles Glasscheiben angebracht, die, wiederum in der optischen Achse, eingezähte Visiererringe tragen. Beginnt der Betrachter seine Arbeit, so blickt er durch diese Zielvorrichtung und kann nun mittels einer Stellschraube die beiden Spiegel so lange vor- oder rückwärts schieben, bis Ringe und Punkte sich zentrisch überlagern; dies zeigt ihm dann an, daß er seine Augen dem individuellen Augenabstand entsprechend in den durch die Spiegel reflektierten Achsenstrahl eingestellt hat, anders ausgedrückt, daß er den rechtwinklig reflektierten Achsenstrahl nun in sein Auge leitet. Diese Vorrichtung hat noch den Vorteil, daß während der ganzen nun folgenden Arbeit jederzeit die Möglichkeit besteht, sich zu überzeugen, ob die Augen im Achsenstrahl stehen, oder, wenn sie diese Stellung verlassen haben, wieder in die richtige Stellung zurückzukehren.

Hier habe ich nun zunächst den einfacheren Fall angenommen, bei dem das Lot vom Röhrenbrennfleck auf die Ebene des Films noch innerhalb der Fläche desselben auftritt. Bei der Anwendung der Methode haben sich aber auf verschiedenen Gebieten der ärztlichen Diagnostik auch Anforderungen ergeben, bei welchen das Röntgenstrahlenbündel sehr schräg auf die Filmfläche einfällt (z. B. Zahn-, Ohrenaufnahmen u. a.), der senkrechte Achsenstrahl also diese gar nicht erreicht, eine Markierung des Achsenstrahlfußpunktes damit nicht möglich ist. Hier muß dann die Bestimmung des Neigungswinkels der Filmkassette gegenüber einem anderen, besonders kenntlich gemachten Strahl einsetzen. Grünert und Köhne, welche in meinem Institut diese Aufgabe durch Schaffung einer sehr sinnvollen Aufnahme- und Auswertungs-Apparatur gelöst haben, nehmen dafür einen besonders markierten Punkt der Filmfläche als Ausgangspunkt eines dreidimensionalen Koordinatensystems und bestimmen die Winkel, welche die Verbindungslinie zwischen dieser Marke und dem Röhrenbrennfleck mit den drei Raumkoordinaten bilden, um sie dann, ablesbar an Gradbögen im Betrachtungsapparat, wieder entsprechend einzustellen. Koch hat unabhängig von den beiden genannten Autoren einen ähnlichen Weg beschritten und eine Betrachtungsvorrichtung angegeben.

2. Die zweite Bedingung, die Einhaltung gleicher Entfernung des Projektionszentrums bei Aufnahme und Betrachtung, bringt mit sich, daß wir bei der Aufnahme die Entfernung des Röhrenbrennflekes (den „Fokusabstand“, auch „Röhrenabstand“), bei der Betrachtung den Abstand des Augendrehpunktes von der Filmfläche (die „Bildweite“) zu ermitteln haben.

Die erstere Aufgabe bietet keine besonderen Schwierigkeiten. Der „Röhrenabstand“ kann durch direkte Messung ermittelt werden, indem wir zuerst feststellen, wie weit die Filmfläche unter der Aufliegefläche für den aufzunehmenden Körper liegt, von hier aus den Abstand des Röhrenbrennflekes bestimmen und beide Strecken summieren. Das letztere ist dann leicht, wenn, wie etwa bei den Metalixröhren, eine Marke den Ort des Brennflekes schon an der Oberfläche des Rohres anzeigt. Eine kleine Hilfsvorrichtung benötigen wir, wenn eine solche Markierung an den Röhren nicht besteht. So pflege ich z. B. an einer meiner Aufnahmevorrichtungen mittels eines kleinen, mit der Filmebene parallelen Visierrohrs mit Fadenkreuzen, zusammen mit der Einstellvorrichtung der Röhre, die Einstellung des gewünschten Fokus- oder Röhrenabstandes vorzunehmen<sup>4</sup>.

Auf größere Schwierigkeiten stößt die sichere Feststellung des Augendrehpunktes. Denn einmal schon ist seine Lage, die mit 13–14 mm hinter dem Hornhautscheitel angegeben wird, damit nur annähernd bezeichnet, da die Drehungen des Auges um instantane Achsen erfolgen. Außerdem aber wird man bei dem Versuch, etwa durch Anlehnung des Kopfes, wie dies bei binokularen Instrumenten häufig gefunden wird, an einen Ausschnitt für den Nasensattel einen Fixpunkt zu gewinnen und unter der Annahme von Durchschnittswerten eine einigermaßen richtige Einstellung der Bildweite zu erzielen, wegen der starken individuellen Verschiedenheit der Schädelform mit Schwankungen in Zentimetergröße rechnen müssen. Weniger für praktische ärztliche Aufgaben als bei der wissenschaftlichen Verwendung würden sich diese in Meßfehlern auswirken, die die Brauchbarkeit der Methode geradezu in Frage stellen könnten.

Um die Größenordnung der Fehler solcher Art zu veranschaulichen, möchte ich Ihnen als Beispiel vorführen, wie sich aus einem Bildpaar, das mit einer Röhrenverschiebung (Basis)  $b = 70$  mm aus einem Fokusabstand  $f = 550$  aufgenommen ist, der Tiefenwert von  $t = 50$  mm, z. B. bei einer anthropologischen Schädelmessung der Abstand zweier Knochenpunkte, ergeben würde, wenn die Bildweite  $f'$  irrtümlicherweise 560 mm beträgt.

<sup>4</sup> Für die gleichzeitige Zentrierung und Feststellung bzw. Einstellung des Röhrenabstandes hat nach meinen Angaben die Präzisionswerkstätte Mich. Sendtner in München, die Herstellerin meiner Instrumente, eine einfache Hilfsvorrichtung gebaut. Auch das Treidelburgsche Gerät besitzt übrigens diese Vorrichtung.



Die entsprechenden Bildpunkte auf den Filmen zeigen nach den Aufnahmebedingungen eine parallaxtische Differenz von  $p = 7$  mm.

Der Tiefenwert  $t'$  errechnet sich dann bei der mit  $f' = 560$  mm,  $b = 70$  mm und  $p = 7$  mm vorgenommenen Auswertung nach der Formel  $t' = \frac{f' \cdot p}{b + p}$  mit  $\frac{560 \cdot 7}{77}$  = 50,9 mm. Der Meßfehler von 0,9 mm, als Gesamtfehler etwa bei anthropologischen Untersuchungen wohl zu vernachlässigen, dürfte aber, wenn er lediglich in der Apparatur begründet und außerdem noch mit subjektiven Fehlermöglichkeiten zu summieren ist, nicht unbeanstandet bleiben, ja könnte den Wert des Verfahrens in Frage stellen.

Um also von seiten der Apparatur solche Fehler auszuschließen, müssen besondere Kautelen beobachtet werden. Dafür gibt es zwei Wege, die beide beschritten wurden. Der eine ist ein indirekter, bei dem der Untersucher aus der Deckung von Peillinien, die sich bei Einstellung in den richtigen Strahlengang überlagern müssen, auf seinen richtigen Standpunkt schließen kann; der andere ist ein direkter, welcher den Untersucher solcher Einstellungsmaßnahmen, bei denen natürlich auch wieder Irrtümer vorkommen können, enthebt und ihn an die erforderliche Stelle zwingt.

An Trendelenburgs wie an meinem Gerät sind solche Visiervorrichtungen der ersteren Art zur Bestimmung des richtigen Orts für die Augendrehpunkte. Eine Vorrichtung der zweiten Art trägt ein neuerdings von mir konstruiertes Instrument mit mancherlei Vereinfachungen. Sie soll den Untersucher auch dieser Einstellungsmaßnahme entheben und trägt nach besonders dafür angestellten anatomischen Ermittlungen besondere Okularmuskeln mit aufgebogenen, verdickten Rändern, gegen die sich der Betrachter mit der seitlichen Umrandung der Augenhöhle bei seiner Arbeit stützt. Es hat sich gezeigt, daß der seitliche Augenhöhlenrand ziemlich genau und, von pathologischen Zuständen abgesehen, mit etwa  $\pm 2$  mm großen Schwankungen der Frontalebene der Augendrehpunkte entspricht. Damit entfällt jede kompliziertere Einstellungsmaßnahme, und es genügt die beschriebene einfache Vorrichtung. Wenn wir zur Veranschaulichung der damit möglichen Fehlergrößen wieder auf das obige Beispiel zurückgreifen, so ergibt sich, daß bei einer um 2 mm abweichenden Einstellung der dort gewählten Bildweite ein Fehler der Messung in der Größe von 0,2 mm resultieren würde, also ein Fehler, der bei anatomischen wie physiologischen Messungen, noch mehr in der ärztlichen Diagnostik, durchaus ignoriert werden kann.

5. Die Verschiebung der Röhre zwischen den beiden Aufnahmen, oder bei Verwendung zweier Röhren die Entfernung ihrer Brennflecke voneinander, stellt die Basis für die Auswertung dar. Entspricht diese der Pupillendistanz des Betrachters der gewonnenen Bilder, so werden wir bei Einhaltung der beiden vorausgegangenen Bedingungen den Idealfall der Tautomorphie erhalten.

Doch auch dann, wenn sich Röhrenverschiebung und Pupillendistanz nicht entsprechen, ist das Raumbild keineswegs für die Ermittlung richtiger Werte der Körpermaße und Formen unbrauchbar. Wir erhalten durch Zusammenschiebung oder Auseinanderrücken der Achsenstrahlen eine „Modellwirkung“; das dadurch erzielte Raumbild rückt damit näher oder ferner vom Betrachter, da sich die einander zugeordneten Sehstrahlen dann in geringerer oder größerer Entfernung schneiden. In gleichem Verhältnis wie dem der Betrachtungsbasis zur Aufnahmebasis ändern sich damit auch alle linearen Maße; die Winkel bleiben jedoch die gleichen. Man kann die erhaltenen Raumbilder als „homoiomorph“ bezeichnen und braucht nur das Verhältnis der Pupillendistanz des Betrachters zu der Größe der Röhrenverschiebung (bzw. ihres Abstandes) zu kennen, um jederzeit die wahren Werte aus den gewonnenen Maßen erschließen zu können. H. Köhne hat für diese letztere Maßnahme eine Art von Rechenschieber angegeben, mittels dessen aus den gewonnenen Maßen unmittelbar die wahren Maße abgelesen werden können.

Die Erscheinung der Modellwirkung gibt uns nun ein ausgezeichnetes Mittel an die Hand, um unter sinngemäßer Verwendung dieses Prinzips auch aus Aufnahmeanordnungen, die zunächst für die Auswertung unmögliche Abmessungen zu bedingen scheinen, doch brauchbare Daten zu gewinnen. In den Anfangszeiten unseres Verfahrens waren in der Röntgenologie ziemlich geringe Röhrenabstände üblich, aus dem einfachen Grunde, weil die Leistungsfähigkeit der Röntgenapparate noch ungenügende Strahlungen lieferte. Mit der Vervollkommnung der Leistungsfähigkeit der Röntgenapparaturen ergab sich auch die Möglichkeit, die Aufnahmeabstände der Röhre gegenwärtig zu steigern und damit naturgemäß die Schärfe der Schattenbilder auch plattenferner Körperstrukturen ganz wesentlich zu verbessern. Solche Verfeinerungen der Aufnahmeschärfe durfte die Röntgenologie natürlich nicht ungenutzt lassen, für manche Gebiete der Diagnostik, wie



z. B. die des Lungengebietes, ergab sich geradezu zwingend die Notwendigkeit der sog. „Fernaufnahmen“, der Teleröntgenographie.

Für das Verfahren der Raumbildmessung, so wie ich es soeben dargelegt habe, ergaben sich daraus aber bedenkliche Konflikte. Nach meinen obigen Darlegungen muß es als das Optimum erscheinen, wenn wir das Raumbild in einer für die Hände bequem erreichbaren Nähe entwerfen, um jene schöne Unmittelbarkeit der Auswertung nicht opfern zu müssen. Neuere Autoren, wie z. B. Dioclès, verwenden nun aber Aufnahmeabstände bis zu 3 Meter, wozu dann ganz naturgemäß eine Vergrößerung der Röhrenverschiebung kommen muß, um die parallaktischen Differenzen für die Tiefenunterscheidung groß genug zu erhalten. Wäre diese Aufnahme-Basis im vorliegenden Falle etwa mit 55 cm gewählt worden, so würde ein Betrachter mit 70 cm Pupillendistanz das Raumbild zwar in einem Abstand von 60 cm vor den Augen entwerfen, dessen Größe wäre der fünfte Teil der natürlichen Größe. Für die Aufstellung der Halbbilder würde er aber ein Stereoskop von einer Länge von über 6 Meter benötigen! Schon das zeigt, zu welchen Absurditäten wir hier gelangen würden, wenn wir, was doch auf keinen Fall geschehen darf, die Raumrichtigkeit und damit die Möglichkeit der Auswertung nicht opfern wollen. Dazu kommen dann noch manche Mängel, die schon von sich aus das Verfahren ad absurdum führen würden. Wer würde sich, um Feinheiten zu studieren, drei Meter von dem Bild aufstellen? Und selbst wenn er noch Einzelheiten untersuchen könnte, so würden auch schon die kleinsten Kopfbewegungen, die natürlich nicht zu vermeiden sind, gewaltige gegenseitige Verschiebungen von Raumbild und Halbbildern hervorrufen. Bei einem Größenverhältnis der Aufnahme- und Betrachtungsabstände von 1:1 würden diese Verschiebungen kaum eine Rolle spielen. Bei Fernaufnahmen würden sie aber zu künstlichen Parallaxen führen, die überhaupt jede Nachbildung unmöglich machen würden.

Für Dioclès und die Autoren, welche überhaupt auf Raumrichtigkeit und Auswertung verzichten und nur mit dem subjektiven Raumeindruck arbeiten, spielen diese Erwägungen keine Rolle, für uns würde diese Arbeitsweise den Verzicht auf wertvolle Errungenschaften bedeuten.

Wie ist dieser Konflikt zu lösen? Einmal kann gesagt werden, daß, wie H. Franke nachgewiesen hat, die Unschärfe der Röntgenbildschatten mit steigender Röhrenentfernung erst stark, dann nur unverhältnismäßig wenig abnimmt und von etwa 1 m ab schon ziemlich ignoriert werden kann. Innerhalb solcher Grenzen machen sich auch bei der Arbeit im Modellbild die anderen soeben aufgeführten Mängel wenig bemerkbar, wie ich an zahlreichen, von mir modellierten Plastiken feststellen konnte.

Dann aber muß doch auch noch gewürdigt werden, daß es wohl Aufgaben gibt, bei denen eine weitere Steigerung der Aufnahmeabstände über 1 m hinaus wertvolle Möglichkeiten eröffnet. H. Köhne hat, die von Denis Mulder (Bandong) propagierte Gewinnung von Totalaufnahmen des ganzen Körpers aus großen Entfernungen (5–12 m) aufgreifend, zum ersten Male stereoskopische Aufnahmen des ganzen Körpers hergestellt und ein Verfahren gezeigt, welches, wenn es einmal systematisch zur Verfolgung wissenschaftlicher Fragen und diagnostischer Aufgaben verwendet werden könnte, sicher zu wertvollen Ermittlungen auf manchen Gebieten, wie der Anthropologie, der Statik und Mechanik des Körpers, der Konstitutionslehre, führen würde. Für solche Aufgaben ein brauchbares Auswertungsgerät zu schaffen, blieb dann nur noch der Weg über die Verwendung verkleinerter Bilder, Modellwirkung und einer Optik. Diesen Weg habe ich im vergangenen Jahre beschritten. Es ist damit ein kleines Instrumentchen entstanden, welches ich Ihnen in unserer Ausstellung vorführe, zugleich auch, um Ihnen Gelegenheit zu geben, selbst die Art des Modellierens zu erproben. Da heute, im Gegensatz zu früher, die Gewinnung von Verkleinerungen in allen Röntgenlaboratorien sehr eingebürgert ist und leicht und in befriedigender Weise durchgeführt wird, so hoffe ich, damit dem allgemeinen Gebrauch der „objektiven Stereoskopie an Röntgenbildern“ wiederum um einen Schritt weiterzuhelfen.

Nun mag wohl noch von Wert sein, in Kürze einen Ueberblick über die Anwendungsgebiete zu geben, auf denen durch die raumrichtige Auswertung von stereoskopischen Röntgenbildern Aufschlüsse zu erzielen sind, die durch kein anderes Verfahren zu erreichen wären.

Für mich war der Ausgangspunkt für meine Bemühungen um die Stereoskopie des Röntgenbildes die Erkenntnis, daß uns die Röntgenstrahlen mit der Erschließung des menschlichen Körpers in seinem lebenden Zustande Aufschlüsse versprechen, die wir mit unseren früheren Untersuchungsmethoden niemals erhoffen konnten. Dieses Untersuchungsmittel brauchbar und exakt zu gestalten, war der Gegenstand meiner über 20 Jahre fortgesetzten Arbeiten. Die Früchte sind heute schon in reichem Maße



herangereift. Ein großes Gebiet, das der Entwicklung und Ausgestaltung des jugendlichen Skeletts, das früher nur an den heruntergekommenen Körperchen von Kinderleichen aus den elendesten Verhältnissen studiert werden konnte und recht begreiflicherweise ein von der Entwicklung des gesunden Kindes stark abweichendes Bild darbot, ist von meinen Schülern und mir an mehreren Tausenden gesunder, auch vergleichsweise nach besonderen Gesichtspunkten ausgewählter, von der Norm abweichender Kinder wieder bearbeitet worden. Seit Jahren haben wir dabei nur stereoskopische Aufnahmen verwendet, durch die es erst möglich war, die formlichen Eigentümlichkeiten voll zu erfassen. Das Ergebnis ist heute eine Grundlage für die



a) Ausatmung, liegend, Zwölffingerdarm in Höhe des 1. Lendenwirbels.



b) Derselbe in Einatmungsstellung liegend, Zwölffingerdarm zwischen 2. und 4. Lendenwirbel.



c) Derselbe. Ausatmung, stehend. Zwölffingerdarm zwischen 2. und 4. Lendenwirbel.



d) Derselbe, Einatmung, stehend. Zwölffingerdarm zwischen 3. und 5. Lendenwirbel.

Abb. 4.

Plastische Nachformungen des Raumbildes. Organverschiebungen des Magens, Zwölffingerdarmes, der Nieren. 36-jähriger Mann.

Beurteilung gestörter Verhältnisse, wie sie früher die Anatomie dem Arzt nicht zu bieten imstande war. In unserer Ausstellung werden Sie Beispiele für die Art der Untersuchung finden, die mir einer meiner Schüler, Herr Dr. Staudenraus, aus einer mit großer Präzision und Ausdauer durchgeführten Bearbeitung der Entwicklung des kindlichen Gesichtsschädels zur Verfügung gestellt hat. Er hat das Verfahren einer Schichtlinienzeichnung durch das Gerüst der Nasenhöhle und ihrer Nebenhöhlen in sagittalen und frontalen Ebenen angewendet und daran nicht weniger als 12 000 sich ergänzende und kontrollierende Messungen angestellt, auch stets Kontrollen an Testkörpern vorgenommen. Die Meßfehler bewegen sich in Spielräumen unter 1 mm. Die Anthropologie hat sich die wertvolle Möglichkeit, mittels der Auswertung raumrichtiger Röntgenstereogramme Untersuchungsmaterial lebender Menschen einer weit über die bisher allein mögliche Oberflächenbeschreibung und Messung hinausgehenden Untersuchung zu erschließen, leider noch wenig zunutze gemacht. Die Arbeiten von M. Kösters, mit C. Beyerlens Methode vorgenommen, und Staudenraus bedeuten in dieser Richtung nun doch einen glücklichen Anfang; von F. Narr wird gegenwärtig unter



meiner Leitung die Möglichkeit der Bestimmung des Schädelvolumens und Hirngewichtes lebender Menschen geprüft mit bisher sehr ermutigenden Ergebnissen.

Auf einem anderen Gebiet der menschlichen Anatomie hat die mit unserem Verfahren allein exakt mögliche Anatomie des Lebenden eine sehr tiefgreifende Aenderung unserer Anschauungen mit sich gebracht, die auch für die ärztliche Beurteilung krankhafter Zustände sehr maßgebend sind. Das ist die Erforschung der natürlichen Lage, der Verschieblichkeit und Befestigung der Eingeweide. Es hat sich deutlich gezeigt, daß das bisher alleinige Untersuchungsobjekt dafür, der starre Körper der horizontal hingestreckten Leiche, die den Anatomen ja stets nur zur Zergliederung zur Verfügung stand, Vorstellungen von dem Normalen gezeitigt hatte, die wir nicht aufrechterhalten können. Die Verschieblichkeit der Organe durchaus gesunder Menschen durch die Atembewegungen oder durch Lagewechsel sind viel größer, als wir das früher für möglich hielten, und die morphologischen Kriterien für das, was als Senkungerscheinungen der Organe, als Ptose, früher oft zu chirurgischen Eingriffen Anlaß gab, haben heute keine Gültigkeit mehr. Aber erst die mit dem geschilderten Verfahren gewonnenen plastischen Modelle von absoluter Raumrichtigkeit — von denen Sie einige Proben in unserer Ausstellung sehen können (Abb. 4, a, b, c, d) — lassen heute den wahren Grad und die Art dieser Verschiebungen ganz klar erkennen.

Damit sind freilich längst noch nicht alle Fragen der Anatomie erschöpft, die durch die raumrichtige Stereoskopie des Röntgenbildes wegen der exakten Erschließung des Lebenden von einer neuen Seite her anzugehen sind. Ich weise nur hin auf die Mechanik und Statik des Körpergerüsts, auf Variations-, Konstitutions-, Rasse- und Vererbungsfragen.

Wenn wir nun noch fragen, welche Aufgabengebiete der ärztlichen Diagnostik von der objektiven Stereoskopie an Röntgenbildern eine Förderung erfahren haben oder erwarten dürfen, so müßte die Antwort ja eigentlich lauten: Alle! Denn es unterliegt ja doch keinem Zweifel, daß das Röntgenbild, welches körperhaft und dabei raumrichtig vor uns schwebt und uns damit das Objekt ebenso zeigt, wie es ist, dem Rätselraten am Schattengewirr einer ebenen Projektion überlegen sein muß. Und dies wird besonders dann der Fall sein, wenn wir durch objektive Feststellungen — und mögen diese oft nur in einem „Abtasten“ des Vor- und Hintereinander der Gebilde bestehen — unsere Untersuchung über alles Schätzen, Meinen und Raten erheben können.

Ich will nur einige besonders eindringliche Beispiele nennen. Die Fremdkörperlokalisation steht hier an einer ersten Stelle; bei ihr wird der Wert der objektiven Stereoskopie des Röntgenbildes wenigstens ganz allgemein anerkannt; denn die Erfolge in unseren Aufgaben der Kriegschirurgie waren zu unwiderleglich. Während des Krieges habe ich in den Jahren 1915—1918 unter Hunderten von Operationen, die ich selbst nach eigenen Lagebestimmungen der Geschosse im Körper der Verwundeten leiten konnte, nur drei Fälle erlebt, in denen das Geschloß nicht gefunden wurde. Noch dazu fielen zwei davon einer Unfolgsamkeit des Operateurs gegenüber meinen Angaben zur Last.

Die Lokalisation erfolgte damals fast immer in der Form, daß Querschnittzeichnungen oder Vertikalprojektionen der fraglichen Körpergegend mit Einzeichnung von Oberflächenmarken teils als Testkörper, teils als Wegweiser für den Ort des Eingriffes gemacht wurden. Der Wert dieser Lagebestimmung von Geschossen zum Zwecke ihrer Entfernung besteht besonders darin, daß diese Lagebestimmung nicht nur eine geometrische ist und eine Tiefenzahl für die Lage unter der Oberfläche liefert, sondern darin, daß damit die genaue Topographie, also eine anatomische Lokalisation und damit die Anzeige für den günstigsten Weg, also eine chirurgische Lokalisation, verbunden ist, die dem Operateur die Auswahl des günstigsten, ungefährlichsten und die wenigsten Schädigungen hinterlassenden Vorgehens darbietet. Ein Beispiel aus einer Veröffentlichung vom Jahre 1917 möge dies hier zeigen. (Abb. 5.)

Eine Schrapnellkugel war in dem vorliegenden Falle unter der rechten Augenhöhle in der Wangengegend eingedrungen und steckte sehr zentral im Gesichtsschädelskelett. Nach Aufnahmen, wie sie früher üblich waren, mußte die Entfernung nur durch einen ganz schweren operativen Eingriff möglich erscheinen (Abb. 5a); die Horizontalschnittzeichnung mit hereinprojizierter Topographie der umgebenden Gebilde zeigte den günstigsten Weg. Die Entfernung gelang ohne Schwierigkeit und Hinterlassung von störenden Folgen — durch die Nasenhöhle.

Man kann es nun nicht gerade als weitblickend bezeichnen, daß man vielfach mit dem Gebiet der Fremdkörperlokalisation das Aufgabengebiet der Röntgenbildmessung als erschöpft betrachtete. In zahllosen Fällen chirurgischer und orthopädischer Art war eine volle Klärung erst durch das Raumbild und seine Nach-



bildung zu erzielen, besonders das letztere Gebiet ist ja geradezu eine Domäne für dreidimensionale Darstellungsweise der Diagnostik. H. Storck hat (aus der orthopädischen Klinik zu Berlin) die plastische Darstellungsweise zu sehr aufschlußreichen Untersuchungen über die angeborene Hüftgelenksluxation verwerten können, andere werden, wie ich hoffe, nachfolgen.

Die Geburtshilfe hat das Verfahren zur Beckenmessung (Martins, Dyroff u. a.), die Zahnheilkunde zur vollen Klärung und schonenden Reposition von Kieferbrüchen (Hubmann, viele eigene Fälle während des Krieges), auch Klarstellung von Kiefer- und Zahnanomalien und ihrer Beziehungen zum Gesamtschädel (Kösters), die Ohrenheilkunde mittels Schrägaufnahmen (Koch) zu einer verfeinerten Diagnostik nutzbar gemacht, auch in der inneren Medizin hat es in der Hand meines langjährigen Mitarbeiters H. Köhne und anderer manchen wertvollen Aufschluß ermöglicht.

Damit ist freilich das Wirkungsgebiet der objektiven Röntgenstereoskopie keineswegs erschöpft. Es wäre nur zu wünschen, daß aus der breiteren Allgemeinheit der Aerzte sich Untersucher fänden, die sich der Mühe unterzogen, in das zunächst etwas



Abb. 5.

a) Bildpause eines der beiden stereoskopischen Halbbilder eines Falles von Schrapnellsteckschuß im Gesichtsschädel. Die schraffierte Ebene zeigt die Horizontalebene durch die Kugel.

b) Diese Horizontalebene mit Hereinprojektion benachbarter Teile des Kopfes, Nase, Augenhöhlen, Nasenhöhle, Jochbögen. Der Pfeil zeigt die Schußrichtung an.

spröde Gebiet ganz einzudringen. Die nötigen Vereinfachungen der Arbeitsweise für spezielle Zwecke würden sich bald ergeben, und ich bin sicher, daß reiche Früchte die Arbeit lohnen würden.

Damit bin ich am Schlusse meiner Ausführungen. Ich möchte diese aber nicht beenden, ohne auf einen Mangel hingewiesen zu haben, der bis jetzt noch allen Bemühungen getrotzt hat, und nach dessen Ueberwindung das Verfahren erst ein wirklich vollkommenes sein wird.

Wir dürfen nicht vergessen, daß der menschliche Körper doch ein Gebilde mit „pulsierendem Leben“ ist, also ein Organismus, in dem eine unaufhörliche Bewegung herrscht. Bis zu einem gewissen Grade ist ja die Stillstellung des Körpers während der beiden Aufnahmen, die doch bisher immer noch zeitlich hintereinander gewonnen werden mußten, bei vielen Körpergebieten möglich. Es gibt aber solche, wie das pulsierende Herz, den Magendarmkanal, auch andere Organe, wie die des weiblichen Genitaltrakts, die unter der Wirkung einer dem Willen nicht unterworfenen Muskulatur Bewegungen ausführen, die mit keinem Mittel anzuhalten sind. Ja auch die Atmungsmuskulatur gehört bis zu einem gewissen Grade dazu. Was geschieht aber, wenn zwischen den beiden Aufnahmen eine, wenn auch noch so kleine, Bewegung des fraglichen Organes erfolgt? Es werden künstliche Parallaxen geschaffen, die nicht durch die Röhrenverschiebung verursacht sind, aber von solchen sich nicht unterscheiden. Sie werden falsche Tiefenwerte vortäuschen. Hier könnte nur eines wirklich ideale Abhilfe schaffen: die einzeitige Aufnahme der beiden Röntgenbilder. Zwar hat man das Intervall zwischen den beiden Aufnahmen so sehr verkürzt, als das bei der bedeutenden Größe der auszuwechselnden Filme nur möglich war. Aber ein wenn auch noch so kleines Zeitintervall wird doch künstliche Parallaxen und damit gefälschte Tiefenwerte nicht völlig zu bannen vermögen.



Die Gewinnung einzelner Aufnahmen ist schon vor fast 20 Jahren Gegenstand meiner Bemühungen gewesen, die mich dazu geführt haben, ein — übrigens bereits bekanntes — Prinzip, das der Rasterstereoskopie oder, wie es v. Rohr nennt, der Stereoskopie mit verschränkten Halbbildern, für die Röntgenstereoskopie auszubauen. Im Jahre 1917 habe ich sie praktisch durchgeführt, allein die Mängel, die dem Verfahren noch anhaften, haben bisher noch nicht erlaubt, eine allgemein verwendbare Methode daraus zu entwickeln, und so ist es bei jener Veröffentlichung geblieben. In neuester Zeit hat H. Köhne dafür sehr sinnreiche und, wie mir scheint, für eine endgültige Lösung verwertbare Vorschläge gemacht. Allein, da uns die Unterstützung für die Ausführung der dazu nötigen Versuche fehlt, werden wir uns vorerst in dieser Hinsicht noch gedulden müssen.

Vielleicht ist es nicht unangebracht, darauf aufmerksam zu machen, daß die jetzt allmählich einer Verwendung nähergebrachte Leuchtschirmphotographie auch für die Herabdrückung des Intervalls auf die Größenordnung von Zeitlupenaufnahmen gewisse Möglichkeiten bieten wird. Erst dann werden wir sagen können: Die stereoskopische Raumbildmessung an Röntgenaufnahmen ist gelöst!

## **Die optische Pyramide**

ein neues Gerät für die Paßpunktbestimmung in der Luftbildmessung.

Von P. Gast, Hannover.

### 1. Geometrischer Grundgedanke (Abb. 1).

Als die Luftbildmessung noch in den Kinderschuhen steckte, bereitete man die Entzerrung von Fliegerbildern eines flachen Geländes oft durch eine, meist graphische, Lösung der Aufgabe des räumlichen Rückwärtseinschnitts vor<sup>1</sup>. Man konstruierte über drei Bildpunkten der Photographie mit Hilfe des seiner Lage und Größe nach als gegeben vorausgesetzten Bildweitenvektors eine dreiseitige Pyramide und paßte diese (die man sich dabei vom Bilde losgelöst zu denken hat) in das gegebene räumliche Dreieck derjenigen drei Fest- oder Paßpunkte ein, deren Bildpunkte benutzt worden waren. Diese Konstruktion, auf vier Bild- bzw. Paßpunkte erweitert, deutet Abb. 1 an. Im Augenblick der photographischen Aufnahme der vier im Gelände bezeichneten Paßpunkte I, II, III, IV sei durch das Strahlenbündel der photographischen Strahlen ein ebener Schnitt 1, 2, 3, 4 gelegt. Der Abstand OM der Schnittebene vom vorderen Hauptpunkt O des Objektivs sei entgegengerichtet gleich der Bildweite der Aufnahme. Da der ebene Schnitt offenbar nur seiner Lage nach vom Negativ der Aufnahme verschieden ist, kann über dem entwickelten Negativ (oder seiner Kopie) die Bildpyramide 01234 rekonstruiert werden, wenn die Länge OM der Bildweite und die Lage des Bildhauptpunktes M bekannt sind. Wird das so rekonstruierte Strahlenbündel vom Bilde losgelöst und in ein Modell des gegebenen räumlichen Punkthaufens der vier Festpunkte eingepaßt (Abb. 1b), so ist hiermit die räumliche Lage von O im Modell rekonstruiert. Da zur geometrischen Lösung drei Punkte genügen, liefert die Verwendung eines vierten ein überschüssiges Bestimmungsstück.

Die vier Paßpunkte liegen im allgemeinen nicht in einer Ebene. Fällt man von O ein Lot auf die Geländeoberfläche des Modells (sein Fußpunkt sei M'), so heißt OM' die Flughöhe über Grund, ausgedrückt in Einheiten des Modellmaßstabs. Unter der Voraussetzung einer nahezu ebenen Geländeoberfläche und einer nahezu lotrechten Aufnahmedrüse drückt der Quotient  $OM:OM'$  nahezu das Verhältnis aus zwischen dem Maßstab des Bildes und dem Maßstab des Modells. Der Modellmaßstab wird gewöhnlich **Auswertemaßstab** genannt.

Die geometrische Rekonstruktion des Modells einer vierseitigen Pyramide wird durch das im folgenden beschriebene Gerät **optisch-mechanisch** verwirklicht. Eine ebene oder nahezu ebene Geländeoberfläche wird dabei nicht vorausgesetzt.

### 2. Das Punktfeld. (Abb. 2, 3 und 4.)

Wir betrachten zunächst die sechseckige, in einem Dreifuß lotrecht aufgestellte Platte. Sie ist aus Gußeisen, läßt sich in der Buchse des Dreifußes um eine lotrechte Achse drehen, klemmen und fein bewegen sowie mittels der Fußschrauben nivellieren. Der Halbmesser des ihrem Sechseck umschriebenen Kreises mißt 76 cm. 156 Bohrlöcher in der Platte, enthalten ebensovielen justierbaren Buchsen, deren Achsen ein Quadratnetz von 10 cm Seitenlänge bilden. Durch das Quadratnetz wird ein ebenes, rechtwinkliges



Koordinatensystem definiert, dessen eine Achse lotrecht, dessen andere waagrecht steht. Wir bezeichnen die lotrechte als z- bzw.  $\beta$ -Achse, die waagerechte als y- bzw.  $\eta$ -Achse, je nachdem, ob das durch die Koordinaten gemeinte Punktfeld durch die Paßpunkte I II III IV des Modells (Abb. 1) oder aber durch die Bildpunkte 1 2 3 4 der Photographie (oder einer Vergrößerung von ihr) gebildet werden soll.

Die darzustellenden Punkte selbst liegen nicht in der Ebene der eisernen Platte; sie werden durch feine, beleuchtete Blenden bezeichnet, die in Signalträgern (Abb. 4) enthalten sind. Aus den Abbildungen ist erkennbar, daß die Signalpunkte in bezug auf ein Kardansystem zentriert werden können. Die Blendenachse kann also beliebig gerichtet werden, ohne daß der ideelle Mittelpunkt der Blende den Mittelpunkt des Kardansystems verläßt.

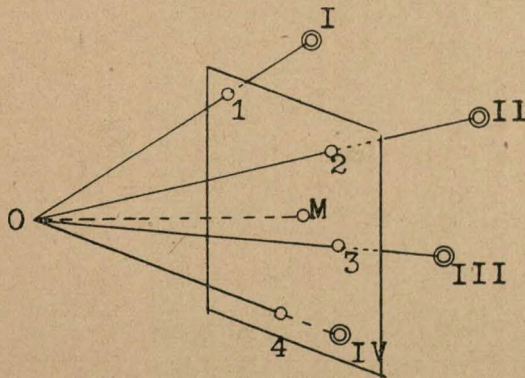


Abb. 1a.

OM=Länge der Bildweite der Aufnahme.

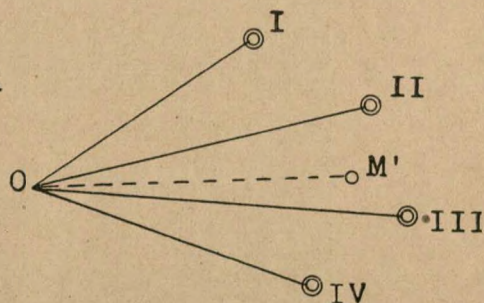


Abb. 1b.

OM'=Flughöhe über Grund.

Bildpyramide und Paßpunktpyramide.

Lampe, Blende und Kardanachsen werden in einem Rohr mittels Trieb's gegen eine Millimeterskala bewegt. Das Rohr seinerseits ist auf einem Doppelschlitten befestigt.

Die Grundplatte jedes Signalträgers trägt vier Zapfen, die in die Buchsen jedes beliebigen Quadrats des Plattennetzes passen; im Zentrum jedes Quadrats befindet sich eine Bohrung; eine von hinten eingeführte Zentralschraube verschraubt den Signalträger fest mit der Platte. Im justierten Zustand des Signalträgers fallen dann die Richtungen der Schlittenbewegungen mit den z-( $\beta$ -) und y-( $\eta$ -)Richtungen zusammen. Die Richtung der Bewegung der Blende im Rohr ist winkelrecht zur Ebene des Koordinatensystems. Alle drei Bewegungen erfolgen gegen Millimeterskalen und können durch Nonien auf 0,1 mm abgelesen werden.

Die Signalträger sind aus Elektron-Leichtmetall gefertigt.

Es sei das Punktfeld des Geräts durch Paßpunkte gebildet, deren horizontale Koordinaten z y und Höhen H gegeben seien. Damit ein solcher Punkt durch die Blende eines justierten Signalträgers dargestellt wird, befestigt man den Signalträger in demjenigen Quadrat, das die gegebenen Werte von z und y umfaßt, und stellt die genauen Werte von z, y und H an den Nonien der Führungen ein. Bei der Einstellung der Höhen ist gegebenenfalls die Erdkrümmung zu berücksichtigen, damit der räumliche Punkthaufen der Blenden genau kongruent ist dem räumlichen Punkthaufen der Paßpunkte des Modells.

In ähnlicher Weise verfährt man, wenn das Punktfeld durch Bildpunkte gebildet wird. Auf dem Glasnegativ der Aufnahme seien die Bildkoordinaten jedes zu benutzenden Punktes mit Hilfe eines Komparators gemessen worden. Aus Gründen, die sich aus der Eigenart des Geräts von selbst ergeben, stellen wir im Punktfeld des Geräts das photographische Bild in einem vergrößerten Maßstab dar, d.h. wir multiplizieren die über dem Glasnegativ ermittelten Koordinatenzahlen mit einer bestimmten Zahl (in vielen Fällen der Anwendung mit 5), bevor wir sie mittels der Signalträger einstellen. (Diese vergrößerten Bildkoordinaten, nötigenfalls wegen der Verzeichnung des Aufnahmeobjektivs verbessert, nennen wir die  $\beta$ - bzw.  $\eta$ -Koordinaten.) Die zur Platte winkelrechte (im Arbeitsraum also waagerechte) Bewegung der Signallampe wird auf allen Signalträgern in den Nullpunkt der Skala gebracht; in justiertem



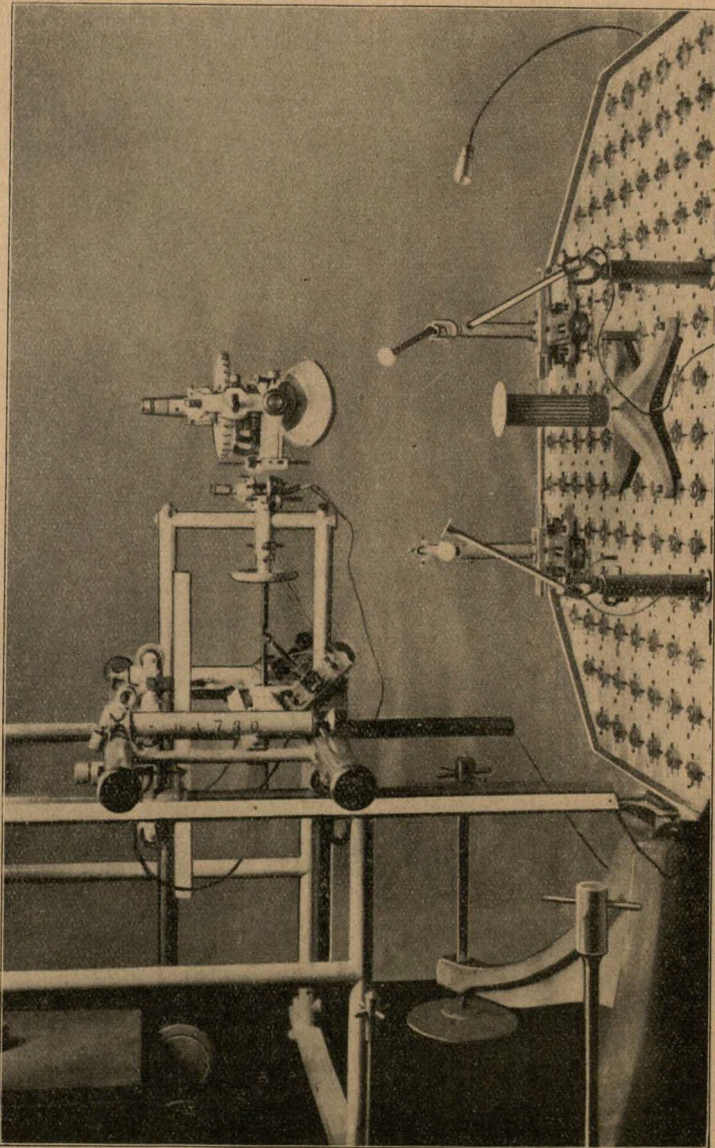


Abb. 2.  
Optische Pyramide (Seitenansicht).

Zustand des Geräts sollen sich dann alle Blenden in einer Ebene befinden, und diese soll der  $\eta$ - $\beta$ -Ebene parallel sein.

Betrachten wir jetzt nochmals Abb. 1, so bemerken wir, daß im Gerät sowohl die Bildfigur 1 2 3 4 als auch der Paßpunkthaufen I II III IV durch die Blenden der entsprechend eingestellten vier Signalträger materiell dargestellt werden können. Die Lampen der Blenden sind farbig (weiß, rot, grün, gelb). Beobachtet man die Blenden im Gesichtsfeld eines schwach vergrößernden Meßfernrohrs, hat man den Anblick von kleinen Sternen, die sich nach ihren Farben gut unterscheiden lassen.



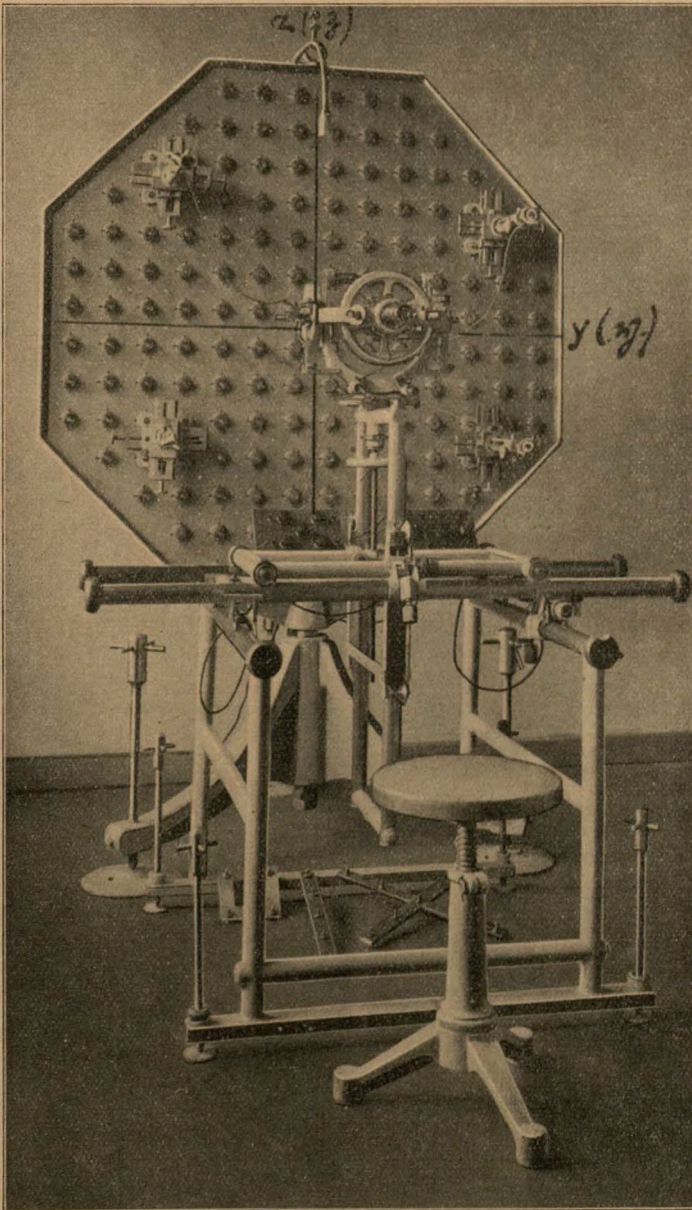


Abb. 3.  
Optische Pyramide (Vorderansicht).

Für die Zwecke der Justierung befindet sich im Nullpunkt des Plattenkoordinatensystems eine feste Signallampe.

### 5. Der Raumschlitten (Abb. 2 und 3).

Ein auf vier Fußschrauben ruhendes Gestell aus Eisenrohren (das Fußrechteck mißt  $77 \times 84$  cm) bildet einen Raumschlitten, durch den ein darauf aufgebauter, noch zu beschreibender Theodolit in drei zueinander senkrechten Raumrichtungen verschoben



werden kann. Alle drei Bewegungen erfolgen gegen Millimeterskalen und sind mit Klemmen, Mikrometerschrauben und Nonien versehen. (Skalen und Nonien sind zur Kostenersparnis zunächst noch in Holz ausgeführt, das später durch Metall ersetzt werden wird.) Die Bewegungen ordnen wir einem räumlichen rechtwinkligen Koordinatensystem zu, dessen horizontale x-Achse auf die Platte der Signalträger zu gerichtet ist. Die y-Achse ist ebenfalls horizontal, die z-Achse vertikal.

Auf dem Gestell sind zwei Schaltbretter für die elektrische Beleuchtung des Geräts angebracht in Reichweite des auf dem abgebildeten Schemel sitzenden Beobachters.

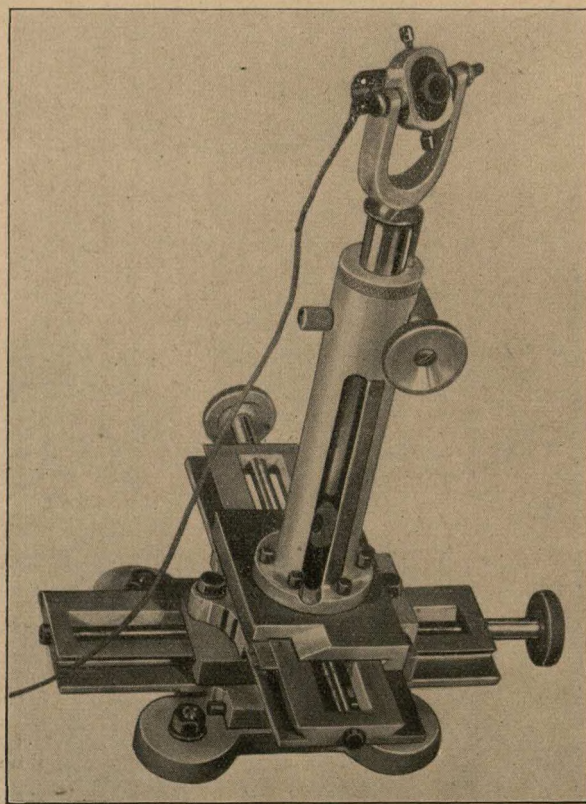


Abb. 4.

Wenn der Raumschlitten in sich und in bezug auf die ebenfalls justierte Platte der Signalträger justiert ist, sind die Achsen der y und der z beider Geräteile einander parallel. Demgemäß ist dann auch die x-Achse des Raumschlittens der H-Achse der Signalträger parallel.

#### 4. Der Theodolit (Abb. 4 und 5).

Der Theodolit, dessen Achsbuchse in die z-Bewegung des Raumschlittens justierbar eingebaut ist, unterscheidet sich von anderen Theodoliten

1. dadurch, daß das Fernrohr um seine Längsachse drehbar (kantbar) ist und diese Drehung an einem Positionskreis (Kantungskreis) abgelesen werden kann;
2. dadurch, daß vor dem Objektiv sich vier bewegliche Spiegel befinden (Abb. 5), welche die Lichter der vier Signalträger in das Fernrohr reflektieren können.

Die Kreise sind in  $\frac{1}{3}^\circ$  geteilt; sie werden durch je zwei Skalenmikroskope abgelesen, an denen unmittelbar  $2'$ , durch Schätzung  $0,2$  erhalten werden.

Wie Abb. 5 erkennen läßt, ist jeder der vier Spiegel durch Vermittlung eines Führungsrings um die Fernrohrachse drehbar. Durch diese Drehung kann (wie es Abb. 6



verdeutlicht) bewirkt werden, daß der vom Signalträger zum Theodolitmittelpunkt C verlaufende Strahl in einer die Fernrohrachse enthaltenden Ebene reflektiert wird. Durch Drehung in dieser Ebene um D kann außerdem erreicht werden, daß der reflektierte Strahl der Fernrohrachse parallel wird. Eine durch Abb. 6 leicht verständliche Kurbelführung steuert die Spiegelfläche so, daß überhaupt nur solche Strahlen reflektiert werden, die zum Punkt C gerichtet sind. Dieser Punkt C ist also der Schnittpunkt aller Zielstrahlen. In ihm schneiden sich auch Stehachse, Kippachse und Zielachse des Theodolits.

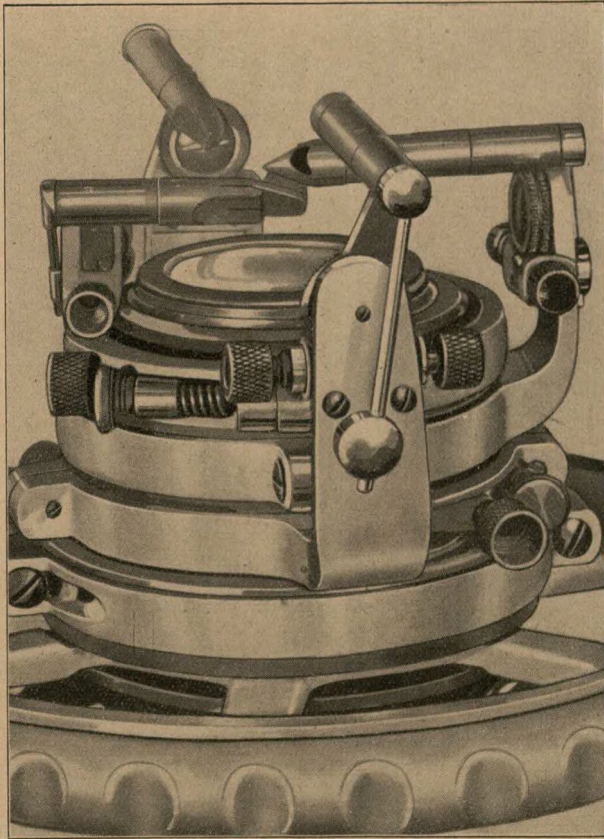


Abb. 5.

Die räumlichen Verschiebungen von C werden durch den schon beschriebenen Raumschlitten gemessen. Die Richtung der Zielachse wird durch Ablesungen an den Teilkreisen ermittelt, und zwar 1. der horizontale Richtungswinkel am Horizontalkreis, wenn dessen Nullrichtung mit der x-Achse des Raumschlittens zusammenfällt; 2. der Neigungswinkel am Höhenkreis, wenn dessen Nullrichtung der x-y-Ebene parallel ist; 3. der Positions- oder Kantungswinkel am Kantungskreis, wenn dessen Nullrichtung beim Neigungswinkel Null senkrecht zur x-y-Ebene steht. Das Fernrohr läßt sich durchschlagen, so daß Richtungs- und Neigungswinkel in beiden Fernrohrlagen beobachtet werden können. Es hat eine nur sehr geringe Vergrößerung, damit die erforderliche Tiefenschärfe gesichert ist und die Einstellung auf eine mittlere Zielweite alle vier Vorsatzlinsen.

Vor dem Okular des Fernrohrs kann ein Projektor eingeschaltet werden, der in der Diaphragma-Ebene angebrachte Ringmarken im umgekehrten Strahlengang nach außen projiziert. Da das Gesichtsfeld groß und die Vergrößerung schwach, ist es mit Hilfe



des Projektors sehr leicht, die Spiegel einzeln so zu verdrehen, daß jeder von ihnen die Ringmarken konzentrisch zu der dem Spiegel zugeordneten Lampe auf die Koordinatenplatte wirft, und daß nach Entfernung des Projektors der Beobachter alle vier farbigen Sterne im Gesichtsfeld vor sich sieht. Die Lampen tragen halskragenförmige Schirme, auf denen die projizierten Ringmarken aufgefangen werden.

### 5. Ausführung des Rückwärtseinschnitts am justierten Gerät.

a) Die in der Photographie ausgewählten vier Bildpunkte werden mittels ihrer Koordinaten  $\eta$  und  $\zeta$  in der schon unter 2. geschilderten Weise durch die beleuchteten Blenden der Signalträger dargestellt.

b) Der Theodolit wird im Raumschlitten so verschoben, daß der Punkt C am Ort O der Bildpyramide (Abb. 1) sich befindet. (Die Einstellungen zu a) und b) bedeuten also die Rekonstruktion der inneren Orientierung der photogrammetrischen Aufnahme,

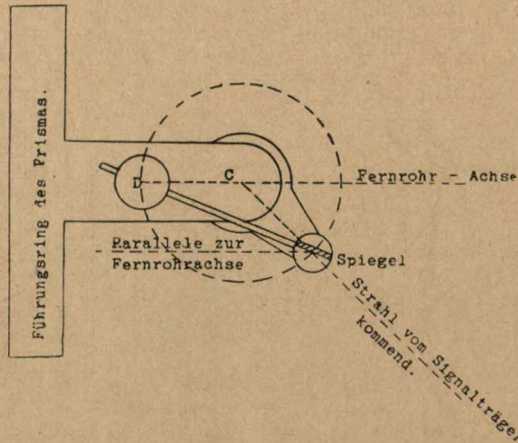


Abb. 6.  
Führung der Objektivspiegel.

wobei Bildweite und Plattenkoordinaten in einem den Dimensionen des Geräts angepaßten Verhältnis vergrößert werden.)

c) Die Spiegel werden einzeln so eingestellt, daß ein jeder von ihnen die ihm zugeordnete Blende genau im Fadenkreuzschnitt des Fernrohrs als Stern abbildet. (Zur Erleichterung dieser Einstellungen kann die Beleuchtung der Blenden vom Beobachtersitz aus einzeln ein- und ausgeschaltet werden.) Schließlich müssen alle vier Sterne in einen einzigen zusammenfallen, der im Fadenkreuzschnitt steht.

d) Der Punkthaufen der vier Paßpunkte wird mittels ihrer horizontalen Koordinaten  $y$  und  $z$  und Höhen  $H$  durch die beleuchteten Blenden der Signalträger dargestellt.

e) Wenn die Aufnahme mit annähernd senkrechter Kammerachse gemacht war, werden sich jetzt alle vier Sterne noch immer im Gesichtsfeld befinden, nachdem nötigenfalls eine Verkantung vorgenommen wurde. Andernfalls muß der Projektor am Okular eingeschaltet und der Theodolit im Raumschlitten so verschoben und sein Fernrohr so geschwenkt, gekippt und gekantet werden, daß alle vier Projektionen der Diaphragmaringe einigermaßen konzentrisch zu den ihnen zugeordneten Signalträgern auf die Aufgangsschirme fallen. Der Projektor wird dann ausgeschaltet.

f) Wenn der Beobachter jetzt ins Fernrohr blickt, kann er mit Hilfe der Feinbewegungen der drei Koordinatenbewegungen des Raumschlittens und der drei Drehbewegungen des Theodolits die vier Sterne wieder im Fadenkreuzschnitt vereinigen.

Da jede einzelne der sechs Feinbewegungen, die hierbei betätigt werden, auf den Anblick des Sternvierecks eine diese Feinbewegung kennzeichnende Wirkung ausübt, bedarf es zur Vereinigung der Sterne im Fadenkreuzschnitt keiner Berechnung noch Messung. Schnelligkeit und Schärfe der Einstellung hängen von der Übung und Geschicklichkeit des Beobachters ab. Oft dauert der Vorgang nur wenige Sekunden, oft mehrere Minuten.



Schließlich können an den Teilungen des Raumschlittens und der Kreise des Theodolits die sechs Elemente der äußeren Orientierung (nämlich die räumlichen Koordinaten des „Standorts“  $O$  sowie Richtungswinkel, Neigungswinkel und Kantungswinkel der Kammerachse) abgelesen werden.

### 6. Anwendung.

Das neue Gerät wurde von mir 1927 in seiner Grundanlage entworfen und seitdem in der Werkstatt des Geodätischen Instituts der Technischen Hochschule unter der verständnisvollen Mitarbeit des Werkmeisters R. Oberbeck gebaut. Sobald größere Meßerfahrungen vorliegen, wird über die Genauigkeit ausführlich berichtet werden. Angestrebt wird ein räumlicher mittlerer Lagefehler von höchstens 1:5000 im Modellbereich von etwa 60 Zentimeter.

Der räumliche Rückwärtseinschnitt, wie ihn die optische Pyramide ausführt, gewinnt erst eine praktische Bedeutung für die Luftbildmessung, wenn er durch Vorwärtsschnitte neuer Paßpunkte ergänzt wird, also eine sogenannte „Aerotriangulation“ ermöglicht. Die Bildkoordinaten der neuen Punkte denke ich mir zugleich mit denen der gegebenen unter einem Komparator ermittelt, in der Regel unter Benutzung des stereoskopischen Effekts bei der Identifizierung der Bilder. Wenn ein geeigneter Bildmeßtheodolit vorhanden ist (es ist geplant, einen Plattenhalter in die Pyramide einzubauen und deren Theodolit auch zur Bildmessung zu benutzen), kann er mittels der durch den Rückwärtsschnitt gefundenen Orientierungswinkel gerichtet werden und die orientierten Raumrichtungen der gesuchten Neupunkte unmittelbar liefern. In beiden Fällen kann der Vorwärtsschnitt jedes Neupunktes aus zwei rückwärts eingeschnittenen Aufnahmen durch Rechnung ausgeführt werden. Im Falle von Bildkoordinaten habe ich Formeln in Determinantenform schon früher angegeben<sup>2</sup>. Obwohl die Mühe der numerischen Rechnung nach diesen oder anderen Formeln die Brauchbarkeit des Verfahrens nicht wesentlich beeinträchtigt, weil es die noch unvergleichlich mühsamere Bestimmung der Paßpunkte im Gelände erspart, ist beabsichtigt, auch die Berechnung der Vorwärtsschnitte durch einen völlig mechanischen Vorgang mittels des räumlichen Einschneidegestänges<sup>3</sup> zu ersetzen. Ein solches Einschneidegestänge (das allerdings nur einen engen Auswertebereich umfaßt) liegt in reiner Gestalt vor, wenn man sich vom Aerokartograph von Hugerhoff die Plattenhalter und das ganze Betrachtungssystem fortdenkt. An diesem Gerät kann man nämlich sowohl die im Koordinatensystem orientierte Standlinie (die sich aus zwei Standortbestimmungen der optischen Pyramide unmittelbar ergibt) als auch die für den zu bestimmenden Neupunkt dem Bildmeßtheodolit entnommenen vier Winkel (von denen einer überschüssig ist) einstellen, wodurch die Raumkoordinaten des Neupunktes an den Skalen des Einschneidegestänges unmittelbar ablesbar werden. Es ist beabsichtigt, ein Einschneidegestänge mit größerem Meßbereich zu bauen, so daß Aufnahmen mit einer Koppelkammer oder mit einer anderen Weitwinkelkammer zur Aerotriangulation nach dem neuen Verfahren verwendet werden können. Selbstverständliche Voraussetzung hierfür ist aber, daß die optische Pyramide selbst die in sie gesetzten Erwartungen erfüllt, was erst auf Grund weiterer Versuchsmessungen entschieden werden kann.

Da die optische Pyramide im Gegensatz zu anderen Auswertegeräten nicht die Aufnahmebilder selbst, sondern aus diesen durch Komparatormessungen entnommene Zahlen verwendet, kann und muß der Ausbau des neuen Verfahrens in weiten Grenzen unabhängig sein von den heute verfügbaren Luftmeßbildkammern. Vorausgesetzt werden jedenfalls Bildpyramiden von so großen Öffnungswinkeln, daß der räumliche Rückwärtsschnitt geometrisch scharf bestimmbar ist. Diese Voraussetzung wird bekanntlich von Steilaufnahmen mit Einfachkammern nicht erfüllt. Andererseits berechtigt gerade der Umstand, daß das neue Verfahren auch mit beliebig angenommenen Bildpunktkoordinaten und Bildweiten arbeiten kann, zu der Hoffnung, daß geeignet angeordnete Versuche zu einer einwandfreien Festsetzung der Bedingungen führen werden, die seitens der Aerotriangulation an die Aufnahmekammern gestellt werden müssen, und daß Kammern, die diesen Bedingungen genügen, dann auch wirklich konstruiert werden.

### Ergebnisse der ersten Versuchsmessungen.

Ueber die sehr interessanten ersten Messungen, die mit dem Gerät ausgeführt worden sind, soll im nächsten Heft dieser Zeitschrift ausführlich berichtet werden. Voriges sei hier lediglich erwähnt, daß eine einzelne Einpassung schon jetzt mit einem

<sup>2</sup> a. a. O., S. 38–41.

<sup>3</sup> a. a. O., S. 200 ff.



mittleren Fehler von weniger als  $\pm 0,10$  mm erfolgt, obwohl sich das Gerät noch in einem behelfsmäßigen Zustande befindet. Auf Grund solcher Einpassungen wurden unter Annahme fingierter Plattenkoordinaten Neupunkte durch Rechnung vorwärts eingeschnitten. Die Widersprüche der so berechneten Koordinaten mit den angenommenen Sollwerten zeigten einen mittleren Fehler von ebenfalls nur  $\pm 0,10$  mm. Hiernach könnte man also sicher sein, bei der Verdichtung des Paßpunktnetzes mit Hilfe der optischen Pyramide im Maßstab 1:5000 keinen größeren mittleren Fehler der Lage und der Höhe zu begehen als 0,5 m.

Weiterhin wurden ebenfalls mit fingierten, ganz regelmäßig gestalteten Luftaufnahmen festpunktlose Räume überbrückt. Es ergaben sich folgende Zahlen:

1. Schlußfehler einer Raumtriangulation von 1800 mm Erstreckung:

in y mm	in z mm	in Höhe mm	Im Auswertemaßstab 1:5000 entspricht jedem Millimeter eine Naturstrecke von 1 Meter
+ 0,33 - 0,36	- 0,39 - 0,25	+ 0,47 + 0,14	

2. Mittlerer Lagefehler eines Punktes ohne Rücksicht auf seine Entfernung von den Anschlußpunkten:

$$m_y = \pm 0,25 \text{ mm} \quad m_z = \pm 0,22 \text{ mm} \quad m_x = \pm 0,26 \text{ mm}.$$

Die Fehleranhäufung ist also so gering, daß, soweit die optische Pyramide in Betracht kommt, die Ueberbrückung des festpunktlosen Raumes noch viel weiter ausgedehnt werden könnte, ohne untragbare Fehler der Neupunkte zu erzeugen.

## Einheitliche Bezeichnungen und Formelgrößen in der Photogrammetrie

Mitgeteilt von dem Obmann des „Ausschusses für einheitliche Fachbezeichnungen in der Photogrammetrie“, Prof. Dr.-Ing. L a c m a n n.

Einem auf dem Züricher Kongreß der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie ausgesprochenen Wunsche entsprechend, hat der Vorsitzende der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Herr Ministerialrat v. Langendorff, einen Ausschuß mit der Festsetzung einheitlicher Fachbezeichnungen in der Photogrammetrie beauftragt. Die Arbeiten dieses Ausschusses wurden durch Teilnahme an sechs Sitzungen und durch schriftliche Stellungnahme gefördert durch die Herren: Prof. Dr.-Ing. Baeschlin (Zürich), Dipl.-Ing. Basse, Major Cranz, Dr. Dock (Wien), Regierungsrat Dr. Ewald, Direktor Gefner, Prof. Dr. v. Gruber, Prof. Dr.-Ing. Hegershoff, Prof. Dr.-Ing. Lacmann, Ministerialrat v. Langendorff, Regierungsrat Dr.-Ing. Lüscher, Photogrammeter Nowatzky, Dr.-Ing. Redey (Budapest), Prof. Dr. Samel, Dr. Schwidofsky, Regierungsrat Seydel, Rat Szüts (Budapest), Prof. Dr.-Ing. Werkmeister. Herrn Dr. Schwidofsky, dem Schriftführer des Ausschusses, sei auch an dieser Stelle für seine Mitwirkung an der Abfassung des folgenden sowie früherer Berichte besonders gedankt. Bei seinem Zusammentreten fand der Ausschuß bereits Vorschläge vor, die für die Einführung einheitlicher Bezeichnungen auf den Gebieten der Geodäsie und der Optik ausgearbeitet waren. Für das Gebiet der Optik stammen diese Vorschläge von Boegehold-Herzberger („Zur Bezeichnungsfrage in der Optik“, Z. Instrumentenkde. 51, S. 47—54, 1931), für die Geodäsie sind sie im Auftrage des Ausschusses I des Beirats für das Vermessungswesen von Dr. Clauss veröffentlicht worden („Einheitliche Bezeichnung der geodätischen Begriffe und Größen mit Buchstaben“, Z. Vermess.-Wes. 59, S. 120—129, 1930). Der Abschnitt V, c Bildmessung dieser Veröffentlichung legt für das gesamte Gebiet der Photogrammetrie etwa zehn Bezeichnungen fest.

Für die Vereinheitlichungsarbeiten des Ausschusses waren im wesentlichen folgende Richtlinien maßgebend:

Die Festlegung von Bezeichnungen soll sich nur auf die wichtigsten Begriffe, Instrumente und Instrumententeile erstrecken. Es soll nicht zuviel festgelegt werden. Die Bezeichnungen sollen in engster Anlehnung an die Praxis, die Ueberlieferung, und die vorhandene Literatur gewählt werden. Fremdwörter sind, wo entbehrlich, zu vermeiden. Sie sind da zu gebrauchen, wo auf die Verwendung der geschaffenen Bezeichnungen auch im Auslande Wert gelegt wird. Bei der Bildung neuer Wörter sind nicht mehr als drei Begriffe in einem Worte zu



vereinigten. Kurzbezeichnungen mittels Anfangsbuchstaben sollen nur zusätzlich verwendet werden. Bei der Bezeichnung von Begriffen mit Buchstaben soll aus mnemotechnischen Gründen, wenn irgend möglich, der Anfangsbuchstabe des Wortes gewählt werden. Der gleiche Buchstabe soll außerdem nur Begriffe aus fernerliegenden Gebieten bezeichnen, bei denen Verwechslungen nicht zu befürchten sind.

Die zahlreichen Gesichtspunkte, die zu berücksichtigen waren, machten die Schaffung eines logisch geschlossenen Systems von Begriffen und Bezeichnungen unmöglich, es mußte daher ein Ausgleich entstehender Widersprüche von Fall zu Fall gefunden werden.

Die bisher nach eingehenden Erörterungen getroffenen Festsetzungen werden nunmehr als Vorschläge veröffentlicht, und es werden alle Fachleute aufgefordert, zu diesen Vorschlägen Stellung zu nehmen und etwaige Änderungsvorschläge oder Ergänzungsanträge an den Obmann des Ausschusses, Prof. Dr.-Ing. Lacmann, Berlin, Technische Hochschule, einzureichen. Sonderdrucke dieser Vorschläge werden auch dem Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen (AEF.), dem Normenausschuß der deutschen Industrie sowie dem Beirat für das Vermessungswesen mit der Bitte um Durchsicht und Stellungnahme zugeleitet. Im Sommer 1954 wird der Ausschuß alsdann die bis dahin eingegangenen Vorschläge beraten und sodann die endgültigen Bezeichnungen und Formelgrößen festlegen.

### I. Verwendung der Buchstaben, Zeiger, Zahlen usw.

Für die Verwendung der sechs gebräuchlichen Alphabete sind die nachstehenden Regeln aufgestellt worden:

Es bezeichnen:

- kleine lateinische Buchstaben: Strecken und Linien;
- große lateinische Buchstaben: Punkte;
- kleine deutsche Buchstaben: Vektoren;
- große deutsche Buchstaben: Flächen;
- kleine griechische Buchstaben: dimensionslose Größen, Winkel;
- große griechische Buchstaben stehen dagegen zu beliebiger Verwendung zur Verfügung.

Zeiger und Indizes sollen grundsätzlich nur dort verwendet werden, wo es zur Vermeidung von Verwechslungen notwendig erscheint.

Hiernach sind den einzelnen Buchstaben der Alphabete folgende Bedeutungen gegeben worden:

#### Kleine lateinische Buchstaben.

In der Regel zu verwenden für Strecken und Linien.

Regelwidrige Verwendungsvorschläge sind hier und später in eckige Klammern gesetzt.

- a Dingweite. Streifenabstand bei Luftaufnahmen.  $a'$  Bildweite.  $a'_a$  Aufnahmebildweite. Siehe auch Seite 41.
- b Basis. Aufnahmeabstand bei Luftaufnahmen.  $b_0$  Grundlinie.  $b_x, b_y, b_z$  Basisprojektionen.
- c
- d Durchmesser.
- e lineare Exzentrizität.
- f Brennweite.  $f$  Brennweite des Entzerrungsobjektivs.  $f_a$  Aufnahmebrennweite.  $f'$  Auswertebrennweite.  $f_l$  Fluchtgerade.
- g
- h Flughöhe.  $h_0$  Absolute Flughöhe.  $h_g$  Flughöhe über Grund (relative Flughöhe).  $h', h''$  Bildhorizont.
- i Instrumentenhöhe.
- j
- k [Refraktionskoeffizient.]
- $l^1$  Meßplattenlänge.
- m [Maßstabszahl.  $M = 1/m$ ] [mittlerer Fehler].
- n
- o
- p Parallaxe.  $p_h$  Horizontalparallaxe.  $p_v$  Vertikalparallaxe.  $p_x, p_y, p_z$  Koordinatenparallaxen.
- q

<sup>1</sup> Wegen Ähnlichkeit mit 1 möglichst nicht zu verwenden.



- r Halbmesser.  
 s Schnittweite. Achse der Perspektivität. s mit Index: Spurgerade.  
 t [Zeit.  $\Delta t =$  Zeitunterschied.  $t^{00}$  Temperatur in Celsiusgraden.]  
 u  
 v Verschwindungsgerade.  $v'v'$  Bildhauptsenkrechte  $\equiv$  Bildhauptvertikale, mit Index: Bildsenkrechte. [ $v_e$  Geschwindigkeit über Grund.  $v_e$  Eigengeschwindigkeit.  $v_w$  Windgeschwindigkeit.]  
 w  $w'w'$  Bildhauptwaagerechte, mit Index: Bildwaagerechte.  
 x } photogrammetrisches Koordinatensystem x, y, z.  
 y } Koordinaten: Bildkoordinatensystem  $x', y', z'$  bzw.  $(x'), (y'), (z')$ .  
 z } Kartenkoordinatensystem x, y, z.

### Große lateinische Buchstaben.

In der Regel zu verwenden für Punkte.

- A linker Standpunkt } besser mit I, II zu bezeichnen.  
 B rechter Standpunkt }  
 C  
 D  
 E [Beleuchtungsstärke.]  
 F vorderer Brennpunkt<sup>2</sup>. F' hinterer Brennpunkt. Fl Fluchtpunkt.  
 G  
 H Dem Bildhauptpunkt H' entsprechender Geländepunkt. H<sub>o</sub> vorderer Objektivhauptpunkt. H'<sub>o</sub> hinterer Objektivhauptpunkt. H' Bildhauptpunkt. Hi Bildhintergrundmarke. (H) Rahmenhauptpunkt. (Hi) Rahmenhintergrundmarke.  
 I [Lichtstärke.]  
 J  
 K vorderer (dingseitiger) Knotenpunkt. K' hinterer (bildseitiger) Knotenpunkt<sup>2</sup>.  
 L linke Bildmarke. (L) linke Rahmenmarke.  
 M Rahmenmittelpunkt. M' Bildmittelpunkt. M<sub>o</sub> optischer Rahmenmittelpunkt. M'<sub>o</sub> optischer Bildmittelpunkt. [M Maßstab. M<sub>b</sub> Bildmaßstab. M<sub>k</sub> Kartenmaßstab.]  
 N Nadirpunkt. N<sub>b</sub> Bildnadir (Bildlotpunkt). N<sub>k</sub> Kartennadir. N<sub>g</sub> Geländenadir.  
 O Projektionszentrum: O<sub>a</sub> der Aufnahme, O<sub>z</sub> der Entzerrung. O' Horizonshauptpunkt.  
 P beliebiger Punkt des Dingraumes (Dingpunkt). P' dessen Bildpunkt.  
 Q  
 R rechte Bildmarke. (R) rechte Rahmenmarke.  
 S Spurpunkt. Siehe auch Seite 42.  
 T  
 U  
 V Bildvordergrundmarke, Verschwindungspunkt. (V) Rahmenvordergrundmarke.  
 W Winkeltreuer Punkt.  
 X  
 Y  
 Z Zenitpunkt.

### Große deutsche Buchstaben.

In der Regel zu verwenden für Flächen.

- ℳ  
 ℬ Bildebene (Bildfläche).  
 ℄  
 ℄  
 ℄ Einstellebene.  
 ℄ Filmebene (Filmfläche).  
 ℄ Geländeebene.  
 ℄ Horizontebene.  
 ℄  
 ℄  
 ℄ Kartenebene.  
 ℄ Hauptlotebene (Hauptvertikalebene).

<sup>2</sup> Die Kommission für Bezeichnungsfragen der „Gesellschaft für angewandte Optik“ schlägt, wie nachträglich bekannt wird, die Bezeichnungen Objektbrennpunkt oder Dingbrennpunkt (Objektknotenpunkt) und Bildbrennpunkt (Bildknotenpunkt) vor. Da diese Bezeichnungen inzwischen auch im Normblatt DIN 1335 Aufnahme gefunden haben, dürfte sich ihre Übernahme empfehlen.



- M Mittelebene des Objektivs.
- N
- O
- P Plattenebene, Projektionsebene.
- Q
- R Rahmenebene.
- S
- T
- U
- V Verschwindungsebene.
- W
- X
- Y
- Z

**Kleine griechische Buchstaben.**

In der Regel zu verwenden für dimensionslose Größen, Winkel.

- $\alpha$  geodätisches Azimut.  $\alpha_0$  geodätisches Azimut der Aufnahme- richtung.  $\alpha'$  Azimut, bezogen auf Hauptlotebene der Aufnahme. Siehe auch Abb. 4.
- $\beta$  Brechungswinkel bei Polygonzugmessung. Siehe auch Abb. 4.

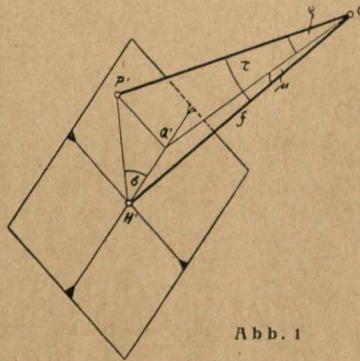


Abb. 1

- $\gamma$  Konvergenz- (Divergenz-) Winkel. Höhenwinkel. Siehe auch Abb. 4.
- $\delta$  magnetische Abweichung oder magnetische Deklination. Deviation.
- $\epsilon$  Neigungswinkel der Standlinie.
- $\zeta$  Richtungskosinus. Zenitwinkel. Drehwinkel des optischen Modells um die z-Achse.
- $\eta$  Richtungskosinus. Drehwinkel des optischen Modells um die y-Achse.
- $\vartheta$  Basisverhältnis.
- $i^3$
- $\kappa$  Kantungswinkel.
- $\lambda$  (Wellenlänge.)
- $\mu$  (Mikron =  $1/1000$  mm;  $m\mu$  = Millimikron =  $1/1000000$  mm.) Siehe auch Abb. 1.
- $\nu$  Nadirwinkel (Nadirdistanz).
- $\xi$  Richtungskosinus. Drehwinkel des optischen Modells um die x-Achse.
- $o^3$
- $\pi$  Ludolphsche Zahl. Paßwinkel.
- $\rho$  Beiwert für den Uebergang vom Bogenmaß zum Gradmaß und umgekehrt. Siehe auch Abb. 1.
- $\sigma$
- $\tau$  } Siehe Abb. 1.
- $\nu^3$
- $\varphi$  Schwenkungswinkel. Polhöhe. geogr. Breite.
- $\chi$  Abtriftwinkel.
- $\psi$  Vorhaltewinkel.
- $\omega$  Neigungswinkel.

\* Wegen Ähnlichkeit mit den lateinischen Buchstaben möglichst nicht zu verwenden.



### Große griechische Buchstaben.

Für die Verwendung der großen griechischen Buchstaben besteht keine Regel.

Wegen der Ähnlichkeit vieler Buchstaben mit denjenigen des lateinischen Alphabets wird nur die Verwendung der folgenden Buchstaben vorgeschlagen:

- $\Delta$  Differenzzeichen.
- $\Theta$
- $\Lambda$
- $\Xi$
- $\Pi$  Produktzeichen.
- $\Sigma$  Summenzeichen.
- $\Phi$  Bildformat.  $\Phi_n$  (nutzbare) Bildgröße.
- $\Psi$
- $\Omega$  Bildfeld.

### Zeiger

(sind nur dort hinzuzufügen, wo es zur Vermeidung von Unklarheiten notwendig erscheint).

- ' bezieht sich auf erstes Bild.
  - " bezieht sich auf zweites Bild.
  - ''' bezieht sich auf drittes Bild.
  - IV bezieht sich auf viertes Bild<sup>4</sup>.
  - \* bezieht sich auf Längen im Raum.
  - bezieht sich auf das Koordinatensystem des Gesamtkartenwerks. (Strich über Buchstaben.)
  - b bezieht sich auf Bild.
  - g bezieht sich auf Gelände.
  - k bezieht sich auf Karte.
  - m bezieht sich auf Maschine (Kartiergerät).
  - x }  
y } beziehen sich auf die betr. Achsen des Koordinatensystems.  
z }
  - (A)I bezieht sich auf Standpunkt (A) bzw. I. } Den Zahlen ist der Vorzug zu geben.  
(B)II bezieht sich auf Standpunkt (B) bzw. II. }
  - H }  
L } beziehen sich auf die betr. Bild- (Rahmen-) Marken.  
R }  
V }
- 113, 114... beziehen sich auf die entsprechend bezifferten Aufnahmeorte.

### Zahlen.

- I, II linker bzw. rechter (terrestr.) Standpunkt (früher A, B).
- 1, 2 arabische Zahlen: Aufnahmeorte (allgemein; bei Luftaufnahmen sollen die Zahlen möglichst mit den Angaben des Kammerzählwerkes übereinstimmen).

### Sonstiges.

- $\overline{AB}$  Strecke AB.
- ( $\overset{\circ}{AB}$ ) Richtungswinkel (geodätisches Azimut) der Strecke AB.
- $^{\circ}$  sexagesimale Kreisteilung.
- $^g$  zentesimale Kreisteilung.
- $^h$  Stundenteilung.

Die Buchstaben, bei denen eine Angabe fehlt, können beliebig bzw. im Rahmen der obengenannten Vorschläge für Bezeichnungen aus dem Gebiete der Geodäsie und der Optik sowie der mathematischen Normblätter des AEF., DIN 1501, 1502 Blatt 1 und 2, 1505, 1504 und des Normblattes DIN 1555 (Bezeichnungen in der technischen Optik) verwandt werden!

<sup>4</sup> Bei größeren Zahlen ist die Bildnummer als Index oben zu schreiben.



## II. Einteilung der Bildmessung.

Die beiden Hauptformen der Photogrammetrie werden hinsichtlich der Anzahl der zur Verwendung kommenden Bilder als

A. Einbildungmessung,

B. Zweibildmessung (Mehrbildmessung), letztere entsprechend dem angewandten Verfahren als

1. Meßtisch-(Einschneide-) Photogrammetrie,
2. Raumbildmessung (Stereophotogrammetrie)

bezeichnet. Hinsichtlich des Aufnahmeortes ist zu unterscheiden:

- I. Erdbildmessung (Geophotogrammetrie, terrestrische Photogrammetrie),
- II. Luftbildmessung (Aerophotogrammetrie).

## III. Koordinatensysteme.

Der Ausdruck „Koordinate“ wird beibehalten (nicht durch „Bezugsgröße“ ersetzt).

Für terrestrische Aufnahmen empfiehlt sich die einheitliche Verwendung eines Rechtssystems  $x, y, z$ , dessen Nullpunkt 0 bzw. I, II usw. im vorderen Knotenpunkt des (im Falle der Raumbildmessung vorzugsweise linken) Aufnahmeobjektives liegt, dessen positive  $y$ -Achse, mit der waagerechten Aufnahmerichtung zusammenfallend, in das aufgenommene Gelände weist und dessen positive  $z$ -Achse nach dem Zenit gerichtet ist, wodurch auch die Richtung der (waagrecht verlaufenden) positiven  $x$ -Achse festliegt.

Wenn zweckmäßig, kann das Gesamtsystem parallel zu sich längs der  $z$ -Achse gehoben oder gesenkt werden. Um übersichtliche Formeln zu erhalten, werden die Bildkoordinaten zweckmäßig mit  $x'$  und  $z'$  bezeichnet, wobei die  $x'$ -Achse mit dem Bildhorizont  $h'h'$  zusammenfällt und ihre positive Richtung in Betrachtungsstellung mit der positiven  $x$ -Richtung übereinstimmt. Im allgemeinen wird dabei der Bildhauptpunkt  $H'$  als Koordinatenursprung dienen. Bei nicht horizontaler Aufnahmeachse kann es in vielen Fällen zweckmäßig sein, statt dessen den Horizonthauptpunkt  $O'$  als Ursprung zu wählen. Die auf diesen Punkt bezogenen Bildkoordinaten werden mit  $(x'')$ ,  $(y'')$ ,  $(z'')$  bezeichnet.

Das für terrestrische Aufnahmen verwendete Rechtssystem findet auch bei Luftaufnahmen Anwendung. Bei Einzelbildern ist die  $x$ -Achse parallel zum Horizont anzunehmen, bzw. bei Senkrecht- oder Nadirbildern parallel zur Flugrichtung. Bei Steil- und Senkrechtbildern heißen die Bildkoordinaten zweckmäßig  $x'$  und  $y'$ , wodurch außer der dadurch erhaltenen Übereinstimmung der Koordinaten im Ding- und Bildraum noch der Vorteil erzielt wird, daß die Benennung der Bildkoordinaten die Aufnahmeart erkennen läßt. Wenn zwischen Ur-(Original-) Bildern und daraus abgeleiteten Bildern (Kontakkopien, Vergrößerungen, Umbildungen usw.) unterschieden werden soll, ist dies in der Koordinatenbezeichnung zum Ausdruck zu bringen.

Für alle photogrammetrischen Arbeiten wird die Einführung der zentesimalen Kreisteilung als wünschenswert bezeichnet.

Bezüglich des Maschinenkoordinatensystems sollen vorläufig noch keine Vorschläge gemacht werden. Wenn es sich auch empfehlen dürfte, bei Bildkartiergeräten, die nur für Erdbildmessung oder nur für die Ausmessung von Steil- und Senkrechtbildern bestimmt sind, das Maschinenkoordinatensystem den oben definierten Koordinatensystemen anzupassen, so treten doch einer einheitlichen, singemäßen Bezeichnungsweise bei denjenigen Geräten Schwierigkeiten entgegen, die durch Vertauschung zweier Koordinatenrichtungen die Ausmessung von Meßbildern jeder Art gestatten.

## IV. Aufnahme.

### A. Die Aufnahmeanordnung.

#### 1. Der Aufnahmeort.

(Aufnahmeort ist die allgemeine Bezeichnung, erdfeste Aufnahmeorte heißen auch Standpunkte.)

Der Aufnahmeort ist der Ort, in dem sich der dingseitige Knotenpunkt  $K$  des Objektivs im Augenblick der Aufnahme befindet. Seine Lage ist in dem für das Gesamtkartenwerk gewählten Koordinatensystem bestimmt durch seine Koordinaten  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ,  $\bar{z}$ .

Bei der Bildmessung aus erdfesten Standpunkten wird vorzugsweise der linke Standpunkt mit I, der rechte mit II bezeichnet, wobei rechts und links für einen Beobachter gilt, der, zwischen den beiden Standpunkten stehend, in das aufgenommene Gebiet blickt.

Bei Luftaufnahmen werden die Aufnahmeorte zweckmäßig durch aufeinanderfolgende Zahlen bezeichnet, wobei diese möglichst mit den durch das Zählwerk der Kammer auf



die Meßbilder übertragenen Zahlen übereinstimmen sollen. Die Höhe des Aufnahmeortes stimmt bei Luftaufnahmen mit der jeweiligen Flughöhe  $h$  überein. Wenn nötig, bezeichnen wir des näheren mit  $h_a$  (absolute Flughöhe) die Höhe des Flugzeugs über N.N.; von ihr ist die Flughöhe über Grund  $h_g$  (relative Flughöhe) zu unterscheiden, welche einen Mittelwert der Höhe des Flugzeugs über dem Gelände angibt.

Der Flugplan umfaßt alle Maßnahmen zur Vorbereitung und Durchführung eines Bildfluges.

## 2. Die Basis.

Die Basis  $b$  ist die Entfernung der beiden Aufnahmeorte gemeinsam auszumessender Bilder. Ihre Horizontalprojektion heißt Grundlinie  $b_0$ . Die wahren Längen von  $b$  und  $b_0$  werden in  $m$  gemessen.

Werden die Basis  $b$  oder ihre Projektionen  $b_x$ ,  $b_y$ ,  $b_z$  auf die drei Koordinatenrichtungen in bestimmtem Maßstabe (Maschinenmaßstab, Kartenmaßstab) gebraucht, so werden diese Größen in  $mm$  gemessen. Unter Maschinenmaßstab ist der Maßstab zu verstehen, in welchem das Kartiergerät selbst, ohne Berücksichtigung der Uebersetzung auf den Zeichenstift, arbeitet.

Wird die Einstellung der Komponenten im Kartiergerät auf die beiden Aufnahmeorte verteilt, so wird, wo erforderlich, durch einen zweiten Index I oder II darauf hingewiesen (z. B.  $b_{xI}$ ,  $b_{xII}$ ).

Bei in Reihe aufgenommenen Luftmeßbildern ist die Basislänge  $b$  gleich dem Produkt aus der zwischen zwei zusammengehörigen Aufnahmen verflossenen Zeit  $\Delta t$  in Sekunden und der Geschwindigkeit über Grund  $v_g$  in  $m/s$ . Diese ist abhängig von der Größe und Richtung der Eigengeschwindigkeit  $v_e$  in  $m/s$  des Flugzeuges und der Windgeschwindigkeit  $v_w$  in  $m/s$ . Wird sie vektoriell ermittelt, so tritt an die Stelle des lateinischen  $v$  das deutsche  $v$ .

Das Basisverhältnis  $\vartheta$  ist definiert durch  $\vartheta = \frac{b_0}{y}$  bzw.  $\vartheta = \frac{b_0}{z}$ , wobei sich  $y$  auf den jeweils in Betracht kommenden Gebietsausschnitt bezieht, während  $z$  die jeweilige relative Flughöhe darstellt.

## 3. Die Aufnahmerichtung.

Definition der Aufnahmerichtung siehe unter C (Seite 58). Die Benennung der verschiedenen Aufnahmearten und der dadurch erzeugten Bilder erfolgt nach der Aufnahmerichtung. Es werden gemacht:

- Waagerechtaufnahmen (Horizontalaufnahmen) in waagerechter Aufnahmerichtung;
- Flachaufnahmen in mäßig gegen den Horizont geneigter Aufnahmerichtung;
- Steilaufnahmen in mäßig gegen die Lotrichtung geneigter Aufnahmerichtung;
- Senkrechtaufnahmen (Nadiraufnahmen)<sup>5</sup> in lotrecht nach unten zeigender Aufnahmerichtung;
- Zenitaufnahmen in lotrecht nach oben zeigender Aufnahmerichtung;
- Schrägaufnahmen<sup>6</sup> umfassen das zwischen den Steil- und Flachaufnahmen gelegene Gebiet.

Je nach der gegenseitigen Lage der Aufnahmerichtungen gemeinsam auszumessender Bildpaare sind zu unterscheiden: parallele, konvergente und divergente Aufnahmen.

„Normalaufnahme“ heißt eine Einzelaufnahme, deren Aufnahmerichtung bei beliebiger Neigung normal zur Grundlinie verläuft.

In der Raumbildmessung aus erdfesten Standpunkten (terrestrische Stereophotogrammetrie) sind bei waagerechten, mit gleicher Brennweite gemachten Aufnahmepaaren zu unterscheiden:

1. Der Normalfall mit zur Grundlinie  $b_0$  normalen Aufnahmerichtungen.
2. Der Schwenkungsfall, bei dem die zueinander parallelen Aufnahmerichtungen mit der Aufnahmerichtung des Normalfalls den Schwenkungswinkel  $\varphi$  einschließen. Je nachdem die verschwenkte Aufnahmerichtung aus der normalen durch Drehen der Kammer im Uhrzeigersinn ( $\varphi$  größer als  $0^\circ$ )

<sup>5</sup> Der erstere Ausdruck ist auch gebräuchlich für nur annähernd lotrechte Aufnahmerichtung.

<sup>6</sup> Dieser Begriffsbestimmung wurde die Anschauung zugrunde gelegt. Im Gegensatz dazu schlug Basse vor, allen Aufnahmen, die nicht Waagerechtaufnahmen oder Senkrechtaufnahmen sind, die Bezeichnung „Schrägaufnahme“ zukommen zu lassen.



oder entgegengesetzt zum Uhrzeigersinn ( $\varphi$  kleiner als  $0^\circ$ ) erhalten wird, haben wir es mit rechtsverschwenkten oder linksverschwenkten Aufnahmen zu tun.

- Der Konvergenzfall (Divergenzfall), bei dem sich die Horizontalprojektionen der beiden Aufnahmerichtungen im Endlichen schneiden. Der Winkel  $\gamma$ , unter dem dieser Schnitt erfolgt, heißt Konvergenzwinkel oder Divergenzwinkel und ist im ersten Falle positiv, im letzteren negativ.

Diese Bezeichnungen können sinngemäß auch auf solche Aufnahmen übertragen werden, bei denen die Aufnahmerichtungen nicht mehr waagrecht sind, aber in einer Ebene liegen. Statt des unter 1. genannten „terrestrischen Normalfalles“ liegt dann der „allgemeine Normalfall“ vor.

Die Fälle der gleichmäßig bzw. ungleichmäßig geneigten Aufnahmen normal zur Grundlinie, verschwenkten Aufnahmen, konvergenten (divergenten) Aufnahmen ergeben sich aus den genannten Aufnahmeanordnungen, wenn beide Aufnahmeachsen mit der Horizontebene  $\mathfrak{H}$  denselben bzw. verschiedene Neigungswinkel  $\omega$  einschließen, wobei  $\omega$  als Höhenwinkel das positive, als Tiefenwinkel das negative Vorzeichen hat. Bei Luftaufnahmen verwendet man unter Umständen anstatt des Neigungswinkels  $\omega$  zweckmäßiger den Nadirwinkel (Nadirdistanz)  $\nu$ , das ist der stets positive Winkel zwischen Aufnahme richtung und Lotrichtung.

Alle für terrestrische Aufnahmen geltenden Bezeichnungen finden bei Luftaufnahmen, bei denen die Aufnahmeachsen sich in (oder genähert in) ein und derselben Lotebene befinden, sinngemäße Anwendung mit dem Zusatz „vertikal“. Also: Vertikal-konvergente, vertikalverschwenkte usw. Aufnahmen. Bei Schräg-, Flach- und Steilaufnahmen wird entsprechend verfahren.

Unter Kantung  $\alpha$  ist der stets spitze Winkel zu verstehen, den eine in der Bildebene durch Bildmarken festgelegte Gerade mit der Schnittgeraden der Bildebene und einer Bezugsebene (bei Aufnahmen, die nicht Senkrechtaufnahmen sind, meist mit dem Bildhorizont) einschließt.  $\alpha$  hat das positive Vorzeichen, wenn bei Betrachtungsstellung des Bildes eine Drehung des Meßbildes im Uhrzeigersinn vorliegt.

## B. Die Aufnahmegерäte samt Zubehör.

Die für die Aufnahme von Bildern verwendeten photographischen Geräte werden mit dem Sammelnamen „Kammern“ bezeichnet. Die Beifügung von Zusätzen, wie „Flieger-K.“ oder „Luftbild-K.“, durch welche die Verwendung der Geräte in Luftfahrzeugen ausgedrückt werden soll, ist nur in Sonderfällen nötig, wenn dieser Verwendungszweck aus dem Zusammenhang, in dem die Bezeichnung gebraucht wird, nicht ohne weiteres hervorgeht.

Nach dem Verwendungszweck sind zu unterscheiden „Bildkammern“, bei welchen die innere Orientierung der Bilder nicht festgelegt wird, und „Meßkammern“, die Vorrichtungen zur Bestimmung der inneren Orientierung der Bilder besitzen. In der Bezeichnung aller Kammern, die solche Vorrichtungen besitzen, muß das Wort „Meß-“ enthalten sein; aus dem Fehlen des Wortes „Meß-“ in der Gerätebezeichnung darf gefolgert werden, daß das betreffende Gerät keine Sondervorrichtung für die innere Orientierung der Bilder hat. Kammern (Meßkammern) mit verwertbarer Basis heißen Stereokammern (Stereomeßkammern), auch Standlinienkammern.

### 1. Erdbild-Aufnahmegерäte.

Definition: Ein Phototheodolit ist eine Meßkammer mit einer Einrichtung zur Messung von Winkeln im Gelände.

Eine Meßkammer, die lediglich die Messung von horizontalen und vertikalen Winkeln auf dem Wege über die Photographie gestattet, ist daher nicht als Phototheodolit zu bezeichnen. Besitzt sie eine Einrichtung zur Orientierung, so führt sie die Bezeichnung „orientierbare Meßkammer“. Ist die Kammer kippbar, so wird sie „kippbare Meßkammer“ genannt.

### 2. Luftbild-Aufnahmegерäte.

Nach der Anzahl der gleichzeitig erzeugten Bilder sind zu unterscheiden Einfach-, Zweifach- und Mehrfachkammern. Einfachkammern erhalten keinen besonderen, die Anzahl der Bilder kennzeichnenden Zusatz, so daß aus dem Fehlen dieses Zusatzes ohne weiteres auf die Einzahl des Bildes geschlossen werden kann. Mehrfachkammern erhalten bei  $n$  Bildern den Zusatz „ $n$ -fach“. Es erscheint nicht zweckmäßig, den Namen „Koppelkammer“ zu verwenden.



Weitere Gesichtspunkte für die Einteilung und Bezeichnung sind:

- a) Aufstellung, Einbau oder freihändiger Gebrauch;
- b) Bedienungsweise (von Hand, teilautomatisch, vollautomatisch).

Der Zusatz „Hand-“ ist nur für freihändig benutzte Kammern im Gegensatz zu eingebauten Kammern (also nicht für handbediente, eingebaute Kammern) zu gebrauchen. Die teilautomatische Arbeitsweise ist dadurch gekennzeichnet, daß nur die Verschluss-Auslösung von Hand bewirkt wird, alles andere erfolgt automatisch.

Unter Reihenkammer (Reihenbildner) schlechthin versteht man ein vollautomatisch arbeitendes, eingebautes Gerät. Arbeitet ein Reihenbildner nur teilautomatisch, so ist dies durch den Zusatz „teilautomatisch“ besonders hervorzuheben.

Die sich nach diesen Grundsätzen ergebenden Bezeichnungen sind in der folgenden Uebersicht zusammengestellt. Die in Klammern beigefügten Buchstaben geben die vorgeschlagene Kurzbezeichnung an.

#### I. Bildkammern (Einfach-, Zweifach-, Mehrfachkammern):

1. Stativkammern (z. B. Rundbildkammer, Stereokammer)
2. freihändig gebraucht:
  - a) Handkammer (H.-K.)
  - b) n-fach-Handkammer (n-x-H.-K.)
3. im Luftfahrzeug eingebaut:
  - a) handbedient
  - b) teilautomatisch
  - c) vollautomatisch:
    - Einfachkammer: Reihenkammer (R.-K.) (Reihenbildner)
    - Mehrfachkammer: n-fach-Reihenkammer (n-x-R.-K.) (n-fach-Reihenbildner).

#### II. Meßkammern (Einfach-, Zweifach-, Mehrfach-Meßkammern):

1. Stativmeßkammern (z. B. Phototheodolite, orientierbare Meßkammern)
2. freihändig gebraucht:
  - a) Handmeßkammer (H.-M.-K.)
  - b) n-fach-Handmeßkammer (n-x-H.-M.-K.)
3. im Luftfahrzeuge eingebaut:
  - a) handbedient
  - b) teilautomatisch
  - c) vollautomatisch:
    - Reihenmeßkammer (R.-M.-K.) (Meßreihenbildner),
    - n-fach-Reihenmeßkammer (n-x-R.-M.-K.) (n-fach-Meßreihenbildner).

Die Leistung jedes Aufnahmegerätes wird gekennzeichnet durch:

1. Bildweite und Oeffnungsverhältnis =  $\left( \frac{\text{Durchm. d. Eintr.-Pupille}}{\text{Brennweite}} = \frac{d}{f} \right)$
2. Bildfeld  $\Omega$ : Winkel zwischen den Strahlen vom Bildknotenpunkt des Objektivs nach den Mitten gegenüberliegender Bildseiten (in Zentesimalgrad auszudrücken);
3. (Platten- oder Film-)Format  $\Phi$ : Abmessungen des Emulsionsträgers;
4. Bildgröße  $\Phi_n$ : Abmessungen der Abbildung;
5. Bildwinkel des Objektivs: Winkel, den das Objektiv (maximal) abbildet. Nutzbarer Bildwinkel: Winkel, innerhalb dessen sich das Objektiv für einen bestimmten Zweck ausnutzen läßt;
6. Fassungsvermögen der Kassette: Länge des Films in m und Anzahl der möglichen Aufnahmen bzw. Anzahl der Platten (Filmblätter) je Kassette.

#### Zubehör:

##### I. Kassetten.

Für Plattenkassetten wird die übliche Bezeichnung „Einzelkassette“, „Doppelkassette“ und „Wechselkassette“ beibehalten. Die Hinzufügung des Wortes „Platten“ ist unnötig.

Film wird in Rollfilmkassetten und Filmpackkassetten verwendet. Da die vorhandenen Filmkassetten ganz überwiegend Rollfilmkassetten sind, wird für diese die allgemein eingeführte Bezeichnung „Filmkassette“ beibehalten. „Filmpackkassetten“ werden als solche bezeichnet.



## II. Vorrichtungen für den Einbau der Geräte in das Luftfahrzeug.

Die Vorrichtung für den Einbau der Kammer in das Luftfahrzeug wird „Kammerngestell“ genannt. Man unterscheidet:

- a) „Kammerngestell für festen Einbau“, in welches die Kammer mit während der Aufnahme unverändert beizubehaltendem Nadirwinkel eingebaut wird. Diese Vorrichtungen können mit Stellschrauben für die Feineinstellung des Nadirwinkels und mit einer Einrichtung zum Drehen der Kammer um die optische Achse (Abtriftausschaltung) ausgestattet sein, ohne den Charakter und die Bezeichnung „fester Einbau“ zu verlieren.
- b) „Kammerngestell für beweglichen Einbau“.

## III. Vorrichtungen für die Ermittlung und Regelung der Aufnahme- und Streifenabstände.

Ueber das Visier wird der dem Mittelpunkt des Bildes entsprechende Gelände- punkt angezielt.

Im Bildsucher werden die Grenzen des von der Aufnahme gedeckten Geländes beobachtet.

Der Streifensucher dient der Innehaltung eines bestimmten Streifenabstandes. Mit Visiermarken versehen, wird er zum Ueberdeckungsanzeiger.

Mit dem Ueberdeckungsregler wird bei Reihenbildnern die Aufnahme- folge mechanisch geregelt. Das Zeitintervall der Aufnahmen braucht nicht bekannt zu sein.

Mit dem Zeitregler (Vorschlag Samel) wird bei Reihenbildnern das Aufnahmeintervall nach Zeitsekunden eingestellt. Der Zeitregler löst in den eingestellten Intervallen selbsttätig Belichtung, Filmtransport und Verschlüßaufzug aus. Die Zeit zwischen je zwei Aufnahmen muß vorher besonders ermittelt werden.

Der Aufnahmehändler zählt die gemachten Aufnahmen.

Unter Abtriftwinkel  $\gamma$  wird der Winkel verstanden, den die Flugrichtung mit der Richtung der Flugzeuglängsachse einschließt.

Vorhaltewinkel  $\psi$  ist dagegen der Winkel, den die gewünschte Flugrichtung mit der Flugzeuglängsachse einschließt.

### C. Das Meßbild (Photogramm).

Ein Meßbild (Photogramm) ist eine auf photographischem Wege gewonnene Zentralprojektion, bei der die innere Orientierung, d. h. die Lage des Projektionszentrums  $O$  zur Bildebene  $\mathfrak{B}$  selbst sowie zu einzelnen Punkten derselben zur Zeit der Ausmessung bekannt ist.

Diese Lage wird bestimmt durch die „inneren Daten“ (Daten der inneren Orientierung), beispielsweise durch die Länge  $a'$  (Bildweite, die bei Einstellung auf unendlich Brennweite  $f$  genannt wird; das Wort Distanz ist zu vermeiden) der von  $O$  auf  $\mathfrak{B}$  gefällten Normalen (Aufnahmerichtung) und durch den Fußpunkt  $H'$  derselben, der Bildhauptpunkt heißt. Andere Daten der inneren Orientierung sind Positionswinkel, welche durch  $O$  und je zwei Bildpunkte gelegte Strahlen einschließen, oder die von Huguershoff verwendeten speziellen Positionswinkel, die er Paßwinkel  $\pi^7$  nennt ( $\pi_L, \pi_R, \pi_H, \pi_V$ ) (Index siehe unten). Die bisherige Bezeichnung „Öffnungswinkel“ erscheint unzuweckmäßig, da in der Optik unter Öffnungswinkel etwas anderes verstanden wird.

Die inneren Daten des Meßbildes müssen nicht übereinstimmen mit denen der verwendeten Meßkammer, bei der dem Projektionszentrum  $O$  der hintere Knotenpunkt<sup>8</sup>  $K'$  des Aufnahmeobjektivs, der Bildebene  $\mathfrak{B}$  die Rahmenebene (Ebene des Anlegerahmens)  $\mathfrak{R}$ , dem Bildhauptpunkt  $H'$  der mit ihm zusammenfallende Rahmenhauptpunkt ( $H$ ), den Bildmarken die Rahmenmarken entsprechen, während an die Stelle der Auswertbildweite  $a'$  bzw. der Auswertbrennweite  $f'$  die Aufnahmebildweite  $a'_n$  bzw. die Aufnahmebrennweite  $f_n$  tritt. Bei Mehrfachkammern besteht die innere Orientierung des Aggregates aus der inneren Orientierung der Teilkammern und deren gegenseitiger Orientierung.

<sup>7</sup> Eine Verwechslung mit der Ludolphschen Zahl ist nicht zu befürchten.

<sup>8</sup> Bei den beiderseitig von demselben Medium (Luft) begrenzten Objektiven fällt der vordere bzw. hintere Hauptpunkt mit dem entsprechenden Knotenpunkt zusammen. Wenn hier — im Gegensatz zu der in der Literatur meist anzutreffenden Gepflogenheit — die Bezeichnung Knotenpunkt zu verwenden empfohlen wird, so geschieht dies, weil es die Knotenpunkteigenschaften des Objektivs sind, die hier besonders interessieren und weil dadurch auch einer etwaigen Verwechslung mit dem Bildhauptpunkt  $H'$  vorgebeugt wird.



Sehen wir ein Meßbild in Betrachtungsstellung (Positivstellung) an, bei dem die Bildmarken nach Abb. 2 angeordnet sind, so werden zweckmäßig bei Waagrecht- und Schrägbildern die linke Marke mit L, die rechte mit R, die im Bildhintergrund bzw. -vordergrund an dem oberen bzw. unteren Plattenrand befindliche mit  $H^0$  bzw. V bezeichnet. Die entsprechenden Rahmenmarken erhalten dieselben, jedoch in Klammern gesetzten Bezeichnungen. Bei Senkrecht- und Steilbildern gilt eine entsprechende Bezeichnungsweise, nachdem man für eine Bilderserie eine bestimmte Betrachtungsfolge festgelegt hat, sofern nicht die Markenbezeichnung bereits im Anlegerahmen festgelegt ist. Sind die Bildmarken ähnlich wie in Abb. 5 angeordnet, so dürfte sich eine durchlaufende Numerierung im Uhrzeigersinn empfehlen. Diese kann auch unter den Verhältnissen der Abb. 2 verwendet werden. Die Numerierung beginnt dann bei L.

Die Gerade  $H'O$  legt die Aufnahme richtung (gegen die von Werkmeister vorgeschlagene Bezeichnung „Bildachse“ ist nur einzuwenden, daß Verwechslungen mit den Bildkoordinatenachsen vorkommen können; die Bezeichnungen „Achse der Perspektive“ oder „Hauptprojektionsstrahl“ sind nicht zu empfehlen) für die Ausmessung fest, während für die Aufnahmekammer diese Richtung durch den hinteren Knotenpunkt  $K'$  und den Rahmenhauptpunkt (H) bestimmt ist.

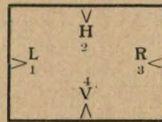


Abb. 2

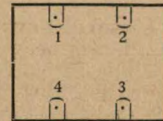


Abb. 3

Die Verbindungsgerade des vorderen und hinteren Knotenpunktes  $K$  und  $K'$  des Objektivs ist die optische Achse des Objektivs; sie schneidet die Rahmenebene  $\mathfrak{R}$  im optischen Rahmenmittelpunkt  $M$ , dem im Meßbild der optische Bildmittelpunkt  $M'_0$  entspricht.

Unter dem Rahmenmittelpunkt  $M$  ist der Schnittpunkt der Verbindungsgeraden entsprechender Rahmenmarken zu verstehen, während der Bildmittelpunkt  $M'$  entsprechend begrifflich zu bestimmen ist. Die Bildachsen (Rahmenachsen) sind die Verbindungsgeraden entsprechender Bildmarken (Rahmenmarken). Sie bilden das Bildachsenkreuz (Rahmenachsenkreuz). Bei einem justierten Aufnahmegerät fallen die Punkte (H),  $M$  und  $M'_0$ , bei einem einwandfreien Meßbild die Punkte  $H'$ ,  $M'$  und  $M'_0$  zusammen.

Die Paßmarken im Ausmeßgerät entsprechen den Rahmenmarken des Aufnahme gerätes und dienen der Wiederherstellung der inneren Orientierung im Ausmeßgerät.

Von einem Meßbild muß auf alle Fälle verlangt werden, daß es sich von einer mathematischen Zentralprojektion möglichst wenig unterscheidet. Die Gesamtheit der von Objektiv, Filter, Verschluss, Kammerkonstruktion, Emulsionsträger, Aufnahmeanordnung u. a. m. abhängigen Abweichungen wird Verbildung genannt. Gemessen wird sie entweder als lineare Größe (Vorschlag: immer in  $\mu$ ) oder in Winkelgrößen (Vorschlag: immer in  $''$ ).

Zu unterscheiden hiervon sind die Verzeichnungsfehler des Objektivs, die nur einen Teil der Verbildung ausmachen und durch geeignete Verfahren bei der Ausmessung unschädlich gemacht werden können.

Besonders hervorzuhebende Punkte des Bildinhalts (Bildpunkte) erhalten dieselben großen lateinischen Buchstaben wie die entsprechenden Dingpunkte, werden jedoch mit einem Strich als Zeiger versehen (z. B. P'). Kehrt derselbe Punkt auf mehreren Bildern wieder, so tritt an die Stelle des einen Striches ein Doppelstrich, drei Striche, Bildnummer (z. B. P'', P''', P<sup>46</sup>).

Die äußere Orientierung des einzelnen Bildes ist festgelegt durch die äußeren Daten (Daten der äußeren Orientierung). Das sind Größen, welche die Lage der Aufnahmekammer gegenüber bekannten Punkten des Geländes eindeutig festlegen. Daten der äußeren Orientierung können sein: die Koordinaten des Aufnahmeortes, die durch das Azimut  $\alpha$  und den Neigungswinkel  $\omega$  festgelegte räumliche Richtung der Aufnahmeachse sowie die Kantung  $\chi$  der Kammer.

<sup>9</sup> Wo Verwechslungen mit dem Geländepunkt H vorkommen können, der dem Bildhauptpunkt  $H'$  entspricht, kann die Hintergrundrahmenmarke mit  $H_i$  bezeichnet werden.



Die äußere Orientierung des optischen Modells bestimmt die Lage dieses Modells im Kartenkoordinatensystem. Daten der äußeren (absoluten) Orientierung des Modells sind beispielsweise die drei Raumkoordinaten zweier Punkte sowie eine Koordinate (meist die Höhe) eines dritten Punktes des Modells. Die zur Herbeiführung der absoluten Orientierung des Modells notwendigen Drehungen desselben um die x-, y- bzw. z-Achse werden mit  $\xi$ ,  $\eta$  bzw.  $\zeta$  bezeichnet. Die Vorzeichen richten sich zweckmäßig nach den entsprechenden Teilkreisen des jeweiligen Ausmeßgeräts.

Ferner bezeichnen wir mit Bild-Hauptsenkrechte (Bild-Hauptvertikale)  $v'v'$  die Schnittgerade der die Aufnahmerichtung  $H'O$  enthaltenden Lotebene (Hauptlotebene)  $\mathfrak{L}$  mit der Bildebene  $\mathfrak{B}$ .

Bildsenkrechte ( $v'v'$  mit Index) sind Parallele zur Bildhauptsenkrechten.

Bildhorizont  $h'h'$  heißt die Schnittgerade der im Augenblick der Aufnahme durch den hinteren Objektivknotenpunkt  $K'$  gelegten horizontalen Ebene mit der Bildebene  $\mathfrak{B}$ . Er steht somit normal zu den Bildsenkrechten.

Bildwaagerechte ( $w'w'$  mit Index) sind Parallele zum Bildhorizont.

Bildhauptwaagerechte  $w'w'$  heißt die Parallele zum Bildhorizont durch den Bildhauptpunkt  $H'$ .

Horizontauptpunkt  $O'$  ist der Schnittpunkt des Bildhorizontes  $h'h'$  mit der Hauptsenkrechten  $v'v'$ .

Achse der Perspektivität  $ss$  heißt die Schnittgerade der Bildebene mit der Projektionsebene, Kartenebene, Geländeebene usw.

Bildnadir (Bildlotpunkt)  $N_B$  heißt der Schnitt des Lotes durch das Zentrum der Perspektive  $O$  mit der Bildebene  $\mathfrak{B}$ . Entsprechend wird bezeichnet:

Geländenadir  $N_G$  und

Kartennadir  $N_K$ , wenn Unterscheidung erforderlich, sonst allgemein

Nadir  $N$ .

Die bisher als Fokalfpunkte, Isozentren, Orthozentren, Metapole usw. bezeichneten Bildpunkte werden zweckmäßiger

Winkeltreue Punkte  $W$  genannt. Wenn beide winkeltreuen Punkte vorkommen, wird  $W_1$  und  $W_2$  unterschieden.

Ein Stereogramm ist ein Bildpaar, das stereoskopisch ausgemessen werden kann.

Ein Normalstereogramm ist das stereoskopisch ausmeßbare Ergebnis zweier zusammengehöriger Normalaufnahmen.

## V. Auswertung.

Der Begriff „Auswertung“ umfaßt ganz allgemein die Maßnahmen, welche zur Entnahme irgendwelcher Werte aus Bildern getroffen werden. Dazu gehört neben der Entnahme der geometrischen Daten („Ausmessung“) vor allem das Erkennen, Deuten und Beschreiben des Bildinhaltes für die mannigfachsten Zwecke. Im folgenden wird nur ein Teilgebiet der Auswertung, die Ausmessung, behandelt.

Zum Begriff „Parallaxe“ sei bemerkt:

Man unterscheidet „Betrachtungsparallaxen“ und „Koordinatenparallaxen“. Die ersteren werden auf die Augen des Beobachters bezogen und heißen Vertikalparallaxe  $p_v$  und Horizontalparallaxe  $p_h$ , je nachdem sie in Richtung der Netzhautmeridiane oder senkrecht dazu auftreten. Koordinatenparallaxen sind Differenzen entsprechender Koordinaten in zwei Bildern und heißen x-, y- und z-Parallaxe ( $p_x, p_y, p_z$ ).

## A. Ausmeßverfahren.

### 1. Bildtriangulation.

1. mit Knotenpunkt als Zentrum:

a) im Grundriß.

b) im Raume:

a) Verfahren der unabhängigen Bildpaare.

β) Verfahren des Bildanschlusses;

2. mit Radialpunkten<sup>10</sup> als Zentrum:

a) Nadirpunkttriangulation.

b) Mittelpunkttriangulation.

c) Triangulation aus winkeltreuen Punkten.

<sup>10</sup> „Radialtriangulation“, Sammelname für die verschiedenen Arten der auf die Ermittlung von Punktkoordinaten abzielenden Triangulation aus der Luft mit in der Nähe der Nadirpunkte gelegenen Scheitelpunkte. Die unter a), b), c) angegebenen Bezeichnungen gelten auch, wenn an Stelle des Nadir-, Mittel- bzw. winkeltreuen Punktes Punkte in deren Nähe verwendet werden.



## II. Bildkartierung:

1. auf Grund terrestrischer Meßbilder unter Verwendung von:
  - a) Einzelbildern,
  - b) Bildpaaren;
2. auf Grund von Luftmeßbildern unter Verwendung von:
  - a) Einzelbildern (Entzerrung, gegebenenfalls nach vorangegangener Umbildung von Teilbildern),
  - b) Bildpaaren.

## B. Ausmeßgeräte.

## 1. Vorbemerkung.

Die beim Ausmessen der Bilder benutzte Marke wird als „Meßmarke“, nicht aber als Okularmarke, Einstellmarke, Zielmarke, Bildfeldmarke usw. bezeichnet. (Die mit dem Anlegrahmen der Kammer verbundenen Marken heißen „Rahmenmarken“.) „Raummarke“ heißt die durch Verschmelzung zweier reeller Meßmarken in der Vorstellung entstehende (virtuelle) Marke, mit der das „Raumbild“ (das virtuelle Modell) abgetastet wird. Entsprechend wird ein zum Ausmessen benutztes Gitter als „Meßgitter“, das durch subjektive Vereinigung zweier reeller Meßgitter entstehende virtuelle Bild als „Raumgitter“ bezeichnet. Prüfgitter heißen die sehr genau geteilten, i. a. auf Glas aufgetragenen Gitter (z. B. Gautiergitter), die zur Prüfung, Justierung usw. der Instrumente dienen. Winkelgitter gestatten die unmittelbare Entnahme von Winkeln aus Meßbildern.

## 2. Einteilung und Benennung der Ausmeßgeräte [Beispiele in eckigen Klammern].

(A) Bildmeßgeräte (Geräte zur Entnahme von Strecken oder Richtungen aus Bildern zwecks rechnerischer oder zeichnerischer Verarbeitung)

## I. für Einzelbilder:

a) Koordinatenmeßgeräte [Komparatoren]:

- $\alpha$ ) für rechtwinklige Koordinaten,
- $\beta$ ) für Polarkoordinaten,
- $\gamma$ ) Universalgeräte;

b) Bildtheodolite (Geräte zur Entnahme von Richtungen vom Projektionszentrum aus);

## II. für Bildpaare:

a) Koordinatenmeßgeräte:

- $\alpha$ ) für rechtwinklige Koordinaten [Stereokomparator],
- $\beta$ ) für Polarkoordinaten [Radialtriangulator],
- $\gamma$ ) Universalgeräte;

b) Doppelbildtheodolite (Geräte zur Entnahme von Richtungen von den Projektionszentren aus) [Fotogoniometro binokulare].

(B) Bildkartiergeräte (Geräte, die kartenmäßige Darstellung des Bildinhalts bezwecken)

## I. für Einzelbilder:

a) mit optischer Projektion:

- $\alpha$ ) objektive optische Projektion [Entzerrungsgeräte],
- $\beta$ ) subjektive optische Projektion [Anagraph von Goerz, camera clara];

b) mit mechanischer Projektion [Perspektographen, Bildumzeichner];

c) mit optisch-mechanischer Projektion [Appareil de redressement von Boucart];

## II. für Bildpaare:

a) mit optischer Projektion:

- $\alpha$ ) unmittelbare optische Projektion [Gasser, Nistri, Ferber, Aerosimplex],
- $\beta$ ) mittelbare optische Projektion nach Porro-Koppe mit subjektiver Betrachtung [Stereoplanigraph];

b) mit mechanischer Projektion [Stereoautograph v. Orel-Zeiss];

c) mit optisch-mechanischer Projektion [Aerokartograph, Autograph Wild].



3. Begriffe und Bezeichnungen bei der Umbildung.

a) Begriffe „Umbildung“ und „Entzerrung“.

Die allgemeine perspektive (oder affine) Veränderung eines Bildes wird als „Umbildung“ bezeichnet (z. B. Umbildung von Teilbildern). „Entzerrung“ heißt diejenige Umbildung, die (bei ebenem Gelände) ein einer Karte geometrisch ähnliches Bild erzeugt.

b) „Umbildgerät“ und „Entzerrungsgerät“.

Umbildgerät heißt jede Vorrichtung, welche die allgemeine Umbildung einzelner Bilder ermöglicht.

Ein Entzerrungsgerät ist ein Umbildgerät, das die Umbildung durch objektive optische Projektion erzeugt und i. a. photographisch festhält.

Wird die Umbildung mechanisch erzeugt (durch Nachzeichnen, i. a. bei subjektiver Betrachtung), so sprechen wir von Umzeichengeräten (Beispiele: Photoplanzeichner von Meyer, Umzeichner von Alexapolski).

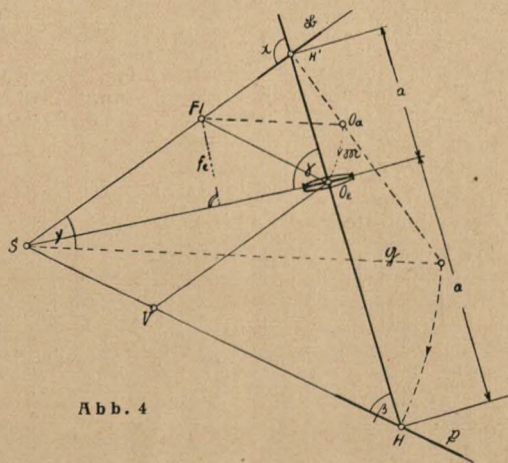


Abb. 4

c) Einteilung der Umbildgeräte:

I. Umzeichengeräte;

II. Entzerrungsgeräte:

1. automatische: es sind nur die Einstellungen zur systematischen Veränderung der Perspektive erforderlich;
2. teilautomatische: mechanische Steuerungen sind vorhanden, aber es sind zusätzliche Einstellungen (z. B. zur Herbeiführung der scharfen Abbildung) notwendig;
3. einfache: Objektiv, Bild- und Projektionsebene sind nicht durch Steuerungen miteinander verbunden.

d) Bezeichnungen (im Hauptschnitt, vgl. Abb. 4):

Ebenen:

- Bildebene:  $\mathfrak{B}$ ,
- Mittelebene<sup>11</sup> des Objektivs:  $\mathfrak{M}$ ,
- Geländeebene:  $\mathfrak{G}$ ,
- Projektionsebene:  $\mathfrak{P}$ .

Strecken:

- Brennweite des  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Aufnahme-Objektivs } f_a \\ \text{Entzerrungs-Objektivs } f_e \end{array} \right.$
- Flughöhe (über Grund):  $h$ ;
- in Richtung der optischen Bank gemessen:
- Bildhauptpunkt-Projektionszentrum:  $H'O_e = (a)$ ,
- Projektionszentrum-Projektionsebene:  $O_eH = (a')$ .

<sup>11</sup> Ersatz der Hauptebenen bei geringem Hauptpunktsabstand.



## Punkte:

Bildhauptpunkt:  $H'$   
 Projektionszentrum:  $O$  (Indizes  $a$  und  $e$  für Aufnahme und Entzerrung).  
 Durchstoßpunkt der Schnittgeraden von  $\mathfrak{B}$  und  $\mathfrak{P}$ :  $S$ .  
 Fluchtpunkt:  $Fl$ .  
 Hauptverschwindungspunkt:  $V$ .

## Winkel:

Nadirwinkel der Aufnahmerichtung:  $\nu$ .  
 Winkel der Bild-, Projektions- und Mittelebene mit der optischen Bank:  
 bzw.  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  (s. Abb. 4).

## VI. Das Ergebnis.

In Wortzusammensetzungen, wie (Luft-)bildkarte, (Luft-)bildskizze, die das Ergebnis der photogrammetrischen Auswertung bezeichnen sollen, ist das Wort „Bild“ nur dann zu verwenden, wenn es sich bei dem betreffenden Erzeugnis um eine Karte handelt, in der das Luftbild als solches in Erscheinung tritt, bei dem es sich also um eine bildliche Darstellung des Geländes und nicht um eine solche durch Signaturen handelt.

Demnach ist unter einer (Luft-)bildskizze hinfert ein Uebersichtsbild des Geländes zu verstehen, das sich aus nicht entzerrten Senkrechtaufnahmen ergibt, weshalb auch bei ebenem Gelände nur ein genäherter Maßstab angegeben werden kann.

Der (Luft-)bildplan ist entstanden aus entzerrten Luftbildern. Der Ausdruck Bildkarte ist möglichst zu vermeiden. (Wird er indessen gebraucht, so bildet der Maßstab nach Vorschlag des Beirats für das Vermessungswesen das alleinige Unterscheidungsmerkmal zwischen Bildplan und Bildkarte.)

Unter Karte oder Plan nach Luftaufnahmen sind dagegen unabhängig von der Geländegestaltung die stets maßstäblichen, unter Verwendung von Signaturen gezeichneten Karten oder Pläne mit oder ohne Höhenlinien zu verstehen, die aus Luftmeßbildern gewonnen werden.

## Sachverzeichnis.

- |   |   |
|---|---|
| <b>A</b> briftwinkel 31, 37                         | Azimet, bezogen' auf Hauptvertikalebene der Aufnahme 31 |
| Abweichung, magnetische 31                          | Azimet, geodätisches, der Aufnahme- richtung 31, 32     |
| Aerophotogrammetrie 33                              |   |
| Anlegerahmen, Ebene des 31, 37                      |   |
| Aufnahme 33   | <b>B</b> asis 29, 34                                    |
| Aufnahmeabstand 29, 37                              | Basisprojektion 29                                      |
| Aufnahmeanordnung 33                                | Basisverhältnis 31, 34                                  |
| Aufnahmebildweite 29, 37                            | Beleuchtungsstärke 30                                   |
| Aufnahmebrennweite 29, 37, 41                       | Betrachtungsparallaxe 39                                |
| Aufnahmegerät 35                                    | Betrachtungsstellung 38                                 |
| Aufnahmeintervall 37                                | Bildachsen 38   |
| Aufnahmeort 32, 33                                  | Bildanschluß 39   |
| Aufnahmerichtung 34, 38                             | Bildbrennpunkt 30                                       |
| Aufnahmestellung                                    | Bildebene 30, 37, 39, 41                                |
| Aufnahmen, gleichmäßig, ungleichmäßig geneigte 35   | Bilder, abgeleitete 33                                  |
| Aufnahmen, konvergente, divergente 34               | Bildfeld 32, 36   |
| Aufnahmen, parallele 34                             | Bildfeldmarke 40  |
| Aufnahmen, vertikalkonvergente 35                   | Bildfläche 30   |
| Aufnahmen, rechtsverschwenkte, linksverschwenkte 35 | Bildformat 32, 36                                       |
| Aufnahmezähler 37                                   | Bildgröße (nutzbare) 32, 36                             |
| Äußere Daten 38                                     | Bildhauptpunkt 30, 37, 42                               |
| Äußeren Orientierung, Daten der 38                  | Bildhauptsenkrechte 30, 39                              |
| Äußere Orientierung des optischen Modells 39        | Bildhauptvertikale 30, 39                               |
| Ausmeßgeräte 40                                     | Bildhauptwaagerechte 30, 39                             |
| Ausmessung 39                                       | Bildhorizont 29, 39                                     |
| Ausmeßverfahren 39                                  | Bildkammer 35   |
| Auswertbrennweite 29, 37                            | Bildkarte 42  |
| Auswertgerät  | Bildkartiergeräte 32, 40                                |
| Auswertung 39                                       | Bildkartiergeräte für Bildpaare 40                      |
| Azimet, geodätisches 31                             | Bildkartiergeräte für Einzelbilder 40                   |
|   | Bildkartierung 40                                       |
|   | Bildknotenpunkt 30                                      |



- Bildkoordinate 33  
 Bildkoordinatensystem 30  
 Bildlotpunkt 39  
 Bildmarke, linke, rechte 30, 32, 38  
 Bildmaßstab 30  
 Bildmessung 33  
 Bildmeßgeräte 40  
 Bildmittelpunkt 30, 38  
 Bildmittelpunkt, optischer 30, 38  
 Bildnadir 30, 39  
 Bildnummer  
 Bildplan 42  
 Bildpunkt 30, 38  
 Bildsenkrechte 30, 39  
 Bildskizze 42  
 Bildsucher 37  
 Bildtheodolite 40  
 Bildtriangulation 39  
 Bildvertikale 30  
 Bildwaagerechte 30, 39  
 Bildweite 29, 36, 37  
 Bildwinkel des Objektivs 36  
 Bildwinkel, nutzbarer 36  
 Brechungswinkel 31  
 Brennpunkt 30  
 Brennweite 29, 37  
 Brennweite des Entzerrungsobjektivs 29, 41  
 Buchstaben, beliebig verwendbare 29  
 Buchstaben, deutsche große 29, 30  
 Buchstaben, deutsche kleine 29  
 Buchstaben, griechische große 29, 32  
 Buchstaben, griechische kleine 29, 31  
 Buchstaben, lateinische große 29, 30  
 Buchstaben, lateinische kleine 29  
**D**eklination, magnetische 31  
 Deviation 31  
 Differenzzeichen 32  
 Dimensionslose Größen 29  
 Dingpunkt 30  
 Dingweite 29  
 Divergenzfall 35  
 Divergenzwinkel 31  
 Doppelbildtheodolite 40  
 Doppelkassette 36  
 Drehwinkel des optischen Modells 31  
 Durchmesser 29  
**E**igengeschwindigkeit 30, 34  
 Einbau, fester 37  
 Einbildmessung 33  
 Einfachkammern 35, 36  
 Einfachmeßkammer 36  
 Einschneidephotogrammetrie 33  
 Einstellebene 30  
 Einstellmarke 40  
 Eintrittspupille, Durchmesser der 36  
 Einzelkassette 36  
 Entzerrung 40, 41  
 Entzerrungsgeräte 41  
 Entzerrungsgeräte, automatische, teilauto-  
 matische, einfache 41  
 Erdbildaufnahmegeräte 35  
 Erdbildmessung 33  
 Exzentrizität, lineare 29  
**F**assungsvermögen der Kassette 36  
 Filmebene 30  
 Filmfläche 30  
 Filmformat 36  
 Filmpackkassette 36  
 Flachaufnahme 34, 35  
 Flächen 29  
 Fliegerkammer 35  
 Fluchtgerade 29  
 Fluchtpunkt 30, 42  
 Flughöhe 29, 34  
 Flughöhe, absolute 29, 34  
 Flughöhe, relative 29, 34  
 Flughöhe über Grund 29, 34  
 Flugplan 34  
 Fokalkpunkt 39  
 Format 36  
**G**autiergitter 40  
 Geländeebene 30, 41  
 Geländenadir 30, 39  
 Geschwindigkeit über Grund 30, 34  
 Geographische Breite 31  
 Geophotogrammetrie 33  
 Größen, dimensionslose 29  
 Grundlinie 29, 34  
**H**albmesser 30  
 Handkammer 36  
 Handbediente Kammer 36  
 Handmeßkammer 36  
 Hauptlotebene 30, 39  
 Hauptverschwindungspunkt 42  
 Hauptvertikalebene 30  
 Hintergrundmarke, Bild-, Rahmen- 30, 38  
 Höhenwinkel 31  
 Horizontebene 30, 35  
 Horizonshauptpunkt 30, 39  
 Horizontalaufnahmen 34  
 Horizontalparallaxe 29, 39  
**I**ndizes 29  
 Innere Daten 37  
 Inneren Orientierung, Daten der 37  
 Instrumentenhöhe 29  
 Isozentrum 39  
**K**ammer 35  
 Kammerbedienung 36  
 Kammergestell für festen Einbau, für be-  
 weglichen Einbau 37  
 Kantungswinkel 31, 35, 38  
 Karte nach Luftaufnahmen 42  
 Kartenebene 30  
 Kartenkoordinatensystem 30  
 Kartenmaßstab 30  
 Kartennadir 30, 39  
 Kassette 36  
 Knotenpunkt, dingseitiger, bildseitiger,  
 vorderer, hinterer 30, 37  
 Komparatoren 40  
 Konvergenzfall 35  
 Konvergenzwinkel 31  
 Koordinate 33  
 Koordinatenmeßgeräte 40  
 Koordinatenparallaxe 29, 39  
 Koordinatensysteme 33



- Koordinatensystem, photogrammetrisches 30  
 Koordinatenursprung 33  
 Kreisteilung, sexagesimale, zentesimale 32  
 Kurzbezeichnungen 29, 36  
**L**ichtstärke 30  
 Linien 29, 30  
 Luftbildaufnahmegerät 35  
 Luftbildkammer 35  
 Luftbildkarte 42  
 Luftbildmessung 33  
 Luftbildplan 42  
 Luftbildskizze 42  
**M**aschinenkoordinatensystem 33  
 Maschinenmaßstab 34  
 Maßstab 30  
 Maßstabzahl 29  
 Mehrbildmessung 33  
 Mehrfachkammer 36  
 Mehrfachmeßkammer 36  
 Meßbild 37  
 Meßgitter 40  
 Meßkammer 35  
 Meßkammer, kippbare 35  
 Meßkammer, orientierbare 35, 36  
 Meßlattenlänge 29  
 Meßmarke 40  
 Meßpunkt  
 Meßreihenbildner 36  
 Meßtischphotogrammetrie 33  
 Metapol 39  
 Mikron 31  
 Millimikron 31  
 Mittelebene des Objektivs 31, 41  
 Mittelpunkttriangulation 39  
 Mittlerer Fehler 29  
 Modell 39  
**N**adiraufnahme 34  
 Nadirdistanz 31, 35  
 Nadirpunkt 30, 39  
 Nadirpunkttriangulation 39  
 Nadirwinkel 31, 35, 42  
 Neigungswinkel 31, 35, 38  
 Neigungswinkel der Standlinie 31  
 n-fach-Handmeßkammer 36  
 n-fach-Kammern 35, 36  
 n-fach-Reihenbildner 36  
 n-fach-Reihenkamer 36  
 Normalaufnahme 34  
 Normalfall 34  
 Normalfall, allgemeiner 35  
 Normalstereogramm 39  
 Nullpunkt 33  
**O**bjektbrennpunkt 30  
 Objektivhauptpunkt 30  
 Objektivknotenpunkt 30  
 Öffnungsverhältnis 36  
 Okularmarke 40  
 Optische Achse 38  
 Optisches Modell 39  
 Orientierung, äußere 35  
 Orientierung, äußere des Meßbildes 38  
 Orientierung, gegenseitige der Mehrfach-  
 kammer 37  
 Orientierung, innere 37  
 Originalbild 33  
 Orthozentrum 39  
**P**arallaxe 29, 39  
 Paßmarken 38  
 Paßwinkel 31, 37  
 Perspektivität, Achse der 30, 39  
 Photogramm 37  
 Photogrammetrie, terrestrische 33, 34  
 Phototheodolit 35  
 Plan nach Luftaufnahmen 42  
 Plattenebene 31  
 Plattenformat 36  
 Polhöhe 31  
 Positionswinkel 37  
 Positivstellung 38  
 Produktzeichen 32  
 Projektionsebene 41  
 Projektionszentrum 30, 37, 41  
 Prüfgitter 40  
 Punkte 29  
**R**adialtriangulation 39  
 Radialtriangulator 40  
 Rahmenachsen 38  
 Rahmenachsenkreuzpunkt 38  
 Rahmenebene 31, 37  
 Rahmenhauptpunkt 30, 37  
 Rahmenmarke, linke, rechte 30, 32, 37, 38, 40  
 Rahmenmittelpunkt 30, 38  
 Rahmenmittelpunkt, optischer 30, 38  
 Raumbild 40  
 Raumbildmessung 33, 34  
 Raumbildgitter 40  
 Raummarke 40  
 Refraktionskoeffizient 29  
 Reihenbildmeßkammer 36  
 Reihenbildner 36  
 Reihenkamer 36  
 Richtungskosinus 31  
 Richtungswinkel 32, 39  
 Rollfilmkassette 36  
 Rundbildkammer 36  
**S**chnittweite 30  
 Schrägaufnahme 34, 35  
 Schwenkungsfall 34  
 Schwenkungswinkel 31, 34  
 Senkredtaufnahme 34  
 Senkrechtbild 33  
 Spurgerade 30  
 Spurpunkt 30  
 Standlinienkamer 35  
 Standpunkt 29, 30, 32, 33  
 Stativkamer 36  
 Stativmeßkamer 36  
 Steilaufnahmen 34, 35  
 Steilbild 33  
 Stereogramm 39  
 Stereokamer 35, 36  
 Stereokomparator 40  
 Stereomeßkamer 35  
 Stereophotogrammetrie 33  
 Streifenabstand 29, 37  
 Streifensucher 37



- Strecke 32  
 Strecken 29, 30  
 Stundenteilung 32  
 Summenzeichen 32  
**T**eilautomatische Kammer 36  
 Temperatur 30  
 Triangulation aus winkeltreuen Punkten 39  
**Ü**berdeckungsanzeiger 37  
 Überdeckungsregler 37  
 Umbildgerät 41  
 Umbildung 41  
 Umzeichengerät 41  
 Unabhängigen Bildpaare, Verfahren der 39  
 Universalgeräte 40  
 Urbilder 33  
**V**ektoren 29  
 Verbildung 38  
 Vertikalparallaxe 29, 39  
 Verschwindungsebene 31  
 Verschwindungsgerade 30  
 Verschwindungspunkt 30, 42  
 Verzeichnungsfehler 38  
 Virtuelle Marke 40  
 Virtuelles Modell 20  
 Visier 37  
 Vollautomatische Kammer 36  
 Vordergrundmarke, Bild-, Rahmen- 30  
 Vorhaltewinkel 31, 37  
**W**aagerechtaufnahme 34  
 Wechselkassette 36  
 Wellenlänge 31  
 Windgeschwindigkeit 30, 34  
 Winkel 29  
 Winkelgitter 40  
 Winkeltreuer Punkt 30, 39  
**Z**ahlen 32, 33  
 Zeiger 29, 32  
 Zeit 30  
 Zeitintervall 37  
 Zeitregler 37  
 Zeitunterschied 30  
 Zenitaufnahme 34  
 Zenitpunkt 30  
 Zenitwinkel 31  
 Zielmarke 40  
 Zweibildmessung 33  
 Zweifachkammer 36  
 Zweifachmeßkammer 36

## Die Verwendung des Luftbildes beim Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk Essen<sup>1</sup>

Von Oberlandmesser R ö h r.

Meine Herren!

Der Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk, gebildet durch Gesetz vom 5. Mai 1920, ist eine Körperschaft öffentlichen Rechts zur Verwaltung aller Angelegenheiten, die der Förderung der Siedlungstätigkeit im weitesten Sinne im Verbandsgebiet dienen. Dem Verbandsverband liegt es in erster Linie ob, die organisatorischen Grundlagen für die Siedlung zu schaffen. Deshalb sind ihm und den staatlichen Verbandsstellen die Zuständigkeiten auf dem Gebiete des Fluchtlinien- und Kleinbahnwesens, der Wegeunterhaltung, der Sicherung größerer freier Flächen sowie das Recht zur Erteilung der Ansiedlungsgenehmigung und Mitwirkung bei dem Erlasse von Bau- und Wohnungsordnungen übertragen. Im wesentlichen sind bei diesen Bestimmungen die schon besprochenen Befugnisse kommunaler und staatlicher Stellen übernommen, nur ausnahmsweise sind neue Befugnisse, soweit diese einem dringenden Bedürfnis entsprachen, geschaffen worden.

Das Verbandsgebiet hat eine Größe von 4579 qkm (= 1 % des Deutschen Reiches) mit 4,3 Millionen Einwohnern (= 7 % der deutschen Bevölkerung). Im Durchschnitt wohnen 930 Menschen auf 1 qkm. Betrachtet man aber nur das engere Gebiet, so ergibt sich eine Dichte von 2500 Einwohnern auf 1 qkm. Etwa 75 % ist städtische Bevölkerung. Allein acht Großstädte über 100 000 Einwohner gehören zum Verbandsgebiet.

Es würde hier zu weit führen, wenn ich Ihnen Einzelheiten über das vielgestaltige Gebiet und die dadurch bedingten vielseitigen Aufgaben des Verbandes vortragen würde. Hierüber wird heute nachmittag im Verwaltungsgebäude des Siedlungsverbandes Herr Dr. Hövel, Beigeordneter des Siedlungsverbandes, näher berichten.

Zur gesetzlichen Erfüllung der Verbandsaufgaben bedarf es vor allem reichlicher, guter und einheitlicher Plan- und Kartenunterlagen. Als der Verband seinerzeit gebildet wurde, standen ihm an zusammenhängenden Karten nur Meßtischblätter 1 : 25 000 zur Verfügung, die sich aber sehr bald als stark veraltet und im Maßstab als zu klein erwiesen. Bei den angegliederten Stadt- und Gemeindeverwaltungen war kein geschlossenes Kartenmaterial vorhanden. Um einen einigermaßen geeigneten Maßstab zu erhalten, wurden die Meßtischblätter beim Reichsamt für Landesaufnahme auf 1 : 10 000

<sup>1</sup> Kurzbericht anlässlich der Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie in Essen vom 11. bis 14. Oktober 1933.



vergrößert. Der Mangel an genügenden Einzelheiten blieb jedoch auch weiterhin bestehen. Eine großzügige Ergänzung war wegen des damit verbundenen großen Zeit- und Kostenaufwandes nicht möglich. Sie konnte sich nur auf Fälle beschränken, die im ersten Augenblick unbedingt notwendig waren.

Die Luftbildaufnahme 1 : 5000 brachte erst die erwünschte Besserung, da sie sowohl im Maßstabe als auch in der Darstellung aller Einzelheiten den gewünschten Anforderungen entsprach.

Nachdem die ersten Aufnahmen von etwa 540 qkm nach großen Schwierigkeiten, die besonders durch die Besetzung des Ruhrkohlenbezirks durch den Feindbund entstanden waren, auf Veranlassung einer Arbeitsgemeinschaft zwischen den Stadt- und Landkreisen Dortmund und Hörde, der Emschergenossenschaft, der Städte Lünen und Kamen, der Harpener Bergbaugesellschaft und der Gewerkschaft Phönix in Hörde vorlagen und der innere Wert dieser Luftbildkarten für alle Planungsarbeiten erkannt war, wurde unter Führung des Siedlungsverbandes eine systematische Aufnahme des Verbandsgebietes eingeleitet und durchgeführt. Für die 4579 qkm stehen heute von 5684 qkm = 80 % des Gebietes Luftbildkarten 1 : 5000 zur Verfügung.

Die Senkrechtaufnahme erfolgte durchweg mit einer 60–70prozentigen stereoskopischen Ueberdeckung in der Flugrichtung und einer 50prozentigen Ueberlappung auf die anschließenden Aufnahmestreifen, so daß eine räumliche Betrachtung des Geländes und eine Auswertung zu Strichplänen mit Höhenschichtlinien jederzeit erfolgen konnte. Neben den Senkrechtaufnahmen wurden viele hundert Schrägaufnahmen hergestellt, die allgemein großen Zuspruch gefunden haben. Sie finden Verwendung bei den Stadtsiedlungs- und Bauämtern zur Lösung städtebaulicher Spezialfragen und bei den Verkehrsämtern und der Industrie zu Werbezwecken.

Welche Verwendung finden nun die Luftbildkarten?

1. Von besonderer Bedeutung sind sie zur Ergänzung veralteten Kartenmaterials. Da das Luftbild einen klaren Einblick in die Oertlichkeit gibt, mußten nach diesen vorhandene Strichpläne aller Maßstäbe je nach den gestellten Anforderungen mit den gewünschten topographischen Angaben versehen werden. In diesem Zusammenhang muß es als bedauerlich angesehen werden, daß nicht, nachdem die erforderlichen Mittel für die Aufnahmeflüge und Entzerrung vom Siedlungsverband, von den Städten und Kreisen aufgebracht waren, fortlaufend eine generelle Berichtigung der vom Reich hergestellten Karten vorgenommen werden konnte. Wir verfügten dann heute über Karten, in denen nur die Veränderungen der letzten drei Jahre fehlten. Zu erwägen wäre daher, ob nicht für die Zukunft alle neuen Luftbildkarten umgehend für die Berichtigung von Reichskarten verwandt werden. Wenn heute vielleicht der Einwand gemacht werden sollte, daß das vorhandene Personal nicht ausreichen würde, so dürfte m.E. dieser Grund nicht als stichhaltig aufrechterhalten werden dürfen, daß die geschaffenen Werte, nachdem bereits erhebliche Mittel hierfür eingesetzt worden sind, der Allgemeinheit, die einen Anspruch darauf hat, auch in weitgehendstem Maße zugänglich gemacht werden. Hinzu kommt, daß hierdurch die Maßnahmen der Reichsregierung zur Arbeitsbeschaffung gefördert werden unter gleichzeitiger Schaffung bleibender Werte. Die Aufbringung der erforderlichen Mittel darf von vornherein nicht als hemmend in den Weg gestellt werden. Wo ein Wille, ist auch ein Weg.

2. Bei der Durchführung der gesetzlichen Aufgaben des Verbandes, zu denen u.a. gehören die Erteilung von Ansiedlungsgenehmigungen, die Walderhaltung, die Festsetzung von Fluchtlinien für Verbandsstraßen und Verkehrsbänder, leistet die Luftbildkarte vorzügliche, zeit- und kostensparende Dienste.

- a) Zur Prüfung einer Ansiedlungsgenehmigung waren vor Vorhandensein der Luftbildkarte Dienstreisen notwendig zur Feststellung der vorhandenen Wege und der anstoßenden Waldbestände wegen der damit verbundenen Waldbrandgefahr. Heute werden diese Feststellungen an Hand der Luftbildkarte billiger und ohne Zeitverlust gemacht.
- b) Zur Walderhaltung bzw. Neuaufforstung werden vom Siedlungsverband den Waldbesitzern Aufforstungsprämien in Gestalt von Pflanzen- oder Samenlieferung gegeben. Die notwendigen Arbeiten werden an Ort und Stelle vom Besitzer mit eigenen Leuten, heute in der Hauptsache vom Freiwilligen Arbeitsdienst durchgeführt. Zur Prüfung der gestellten Anträge können auch hier die Besichtigungsreisen fortfallen, da das Luftbild eine klare, zusammenhängende Uebersicht über die Zweckmäßigkeit der Aufforstung, insbesondere über die angestrebte geschlossene Bildung von Grünflächen, zu geben vermag.
- c) Von besonderer Bedeutung ist die Festlegung von zukünftigen Verkehrsbändern und Verbandsstraßen. Hierbei hat sich das Luftbild als unentbehrlich und



gegenüber Karten gleichen Maßstabs als überlegen erwiesen, da es bei dem Entwurf schon die Durchschneidung der Grundstücke nach den verschiedenen Nutzungsarten in günstiger und ungünstiger Hinsicht zeigt. Auch bei den Verhandlungen zum Erwerb der zum Ausbau benötigten Grundstücke können im Luftbild die von den Grundstückseigentümern vorgebrachten, durch die Durchschneidung verursachten wirtschaftlichen Erschwernisse nachgeprüft werden. So kann z. B. festgestellt werden, ob nachteilige Veränderungen in der Bestellung des Ackers, insbesondere beim Pflügen, nach dem Ausbau der Straßen notwendig werden, da hierfür vielfach besondere Entschädigungsansprüche gestellt werden. Darüber hinaus könnte das Luftbild bei gerichtlichen Auseinandersetzungen als Beweisunterlage für den Urzustand und den Entschädigungsanspruch verwendet werden. Somit leistet das Luftbild bei Planung und Ausbau von Verbandsstraßen Dienste von unschätzbare wirtschaftlicher Bedeutung.

5. Neben den gesetzlichen Aufgaben übernimmt der Siedlungsverband für die Belegenheitsgemeinden Auftragsangelegenheiten verschiedener Art. Die bisherige planlose Gestaltung des Industriegebietes zwang zur Aufstellung von Wirtschafts- und Bebauungsplänen. Das Luftbild bildet eine wertvolle Unterlage und eine nicht zu unterschätzende Ergänzung des bisher benutzten Kartenmaterials zur Erkennung der zweckmäßigsten Aufteilung des Gebietes in Erholungs-, Wohn- und Industrieflächen. Besonders in den Außengebieten mit bewegtem und mehr oder minder bewaldetem Gelände, für die meistens einwandfreies Kartenmaterial fehlt, bietet das Luftbild die einzige wirklich brauchbare Grundlage, auf der sich eine lockere, den Geländebeziehungen angepasste bauliche Planung einwandfrei erzielen läßt. Trägt man noch Höhenordinaten in das Luftbild ein, so ist es eine ideale Kartengrundlage, die vor manchen städtebaulichen Verunstaltungen im Erweiterungsgebiet bewahren wird. Betrachtet man einen Bebauungsplan, in einen Strichplan eingezeichnet, so wirkt die Gestaltung der Straßenzüge, die Führung der Hauptverkehrsstraßen und die Aussparung von Grünflächen kaum verständlich. Man kann nur ahnen, daß alles auf Grund örtlichen Vorhandenseins geschehen sein muß. Vergleicht man aber den Plan mit der Luftbildaufnahme und besonders mit dem im Luftbildplan eingezeichneten Bebauungsplan, so erhält alles eine auffallende Erklärung. Waldbestände, Wiesenhänge, Siepentäler, Taleinschnitte treten hier auffallend hervor. Die in der Ausstellung befindlichen Pläne von Essen-Schuir und Essen-Fischlaken sind hierfür ein zwingender Beweis.

Wenn sich das Luftbild bei der Aufstellung von Wirtschafts- und Bebauungsplänen als unentbehrlich erwies, so lag es nahe, daß der Verband sich entschloß, es ebenfalls bei der Aufstellung von Fluchtlinienplänen zu benutzen, sofern es sich nicht um einzelne Straßenzüge, sondern um größere, zusammenhängende Baugebiete handelt.

Zu dieser Ueberlegung führten die im größten Teile des Verbandsgebietes zur Verfügung stehenden unzulänglichen Katasterunterlagen. Sie haben zum großen Teil das ehrwürdige Alter von bereits 100 Jahren erreicht, und eine Verjüngung ist ihnen in vielen Fällen seit Jahrzehnten versagt geblieben. Daß mit solchen Planunterlagen eine den gesetzlichen Bestimmungen entsprechende Durchführung von Fluchtlinienverfahren nicht möglich ist, ist ohne weiteres klar. Eine den gestellten Anforderungen genügende Verwendung ist nur nach Ergänzung durch örtliche Messungen möglich. Der erstmalig im Maßstab 1 : 1000 durchgeführte Versuch in der Gemeinde Straelen des Kreises Geldern läßt erkennen, daß das Luftbild in der Lage ist, in Verbindung mit den vorhandenen Katasterunterlagen eine einwandfreie Unterlage zu geben. Voraussetzung ist selbstverständlich die Beschaffung geometrisch genau bestimmter Paßpunkte für die Entzerrung. Wenn weiterhin bei der Entzerrung selbst noch eine Verfeinerung des Entzerrungsvorgangs angewandt wird, dann ist das Luftbild eine vollkommene Unterlage. Es hat sich bei dem vom Siedlungsverband eingeleiteten Versuch herausgestellt, daß bei dem jetzigen Entzerrungsverfahren die im Bilde gestochenen Paßpunkte nicht fehlerlos mit den im Quadratnetz aufgetragenen gleichen Paßpunkten decken. Die Schwierigkeit liegt n. E. darin, daß beim Einpassen infolge der Undurchsichtigkeit des mit den Paßpunkten versehenen Bildabzuges nur zwei Punkte zur genauen Uebereinstimmung gebracht werden können. Um diesen Mißstand zu beseitigen, ist von mir nach angestelltem Versuch der Vorschlag gemacht worden, das mit den Entzerrungspunkten versehene Quadratnetz statt wie bisher auf dicke Sperrholzplatten, in Zukunft auf Spiegelglas aufzuziehen und den Entzerrungsvorgang auf einem Lichttisch auszuführen. Hierdurch dürfte eine gleichzeitige Uebereinstimmung aller Paßpunkte erreicht werden. Etwa entstandene Fehler in den Entzerrungsunterlagen, sei es bei der örtlichen Einmessung oder Berechnung der Paßpunkte, werden bei diesem Verfahren sofort festgestellt werden. Ein endgültiges Werturteil kann ich im Augenblick nicht geben, da die Aufstellung der



Fluchtlinienpläne noch nicht abgeschlossen ist. Es wäre wünschenswert, wenn allorts gleiche Versuche unternommen würden.

4. Vorbildliche Dienste leistete die Luftbildkarte auch dem Siedlungsverband bei der 1928/29 durchgeführten Neugliederung der Gemeinden im rheinisch-westfälischen Industriegebiet und erst in jüngster Zeit bei der Untersuchung zur Führung einer Reichsautobahn durch das Verbandsgebiet. Bei der zusammenhanglosen Führung und Verteilung von Landwirtschaft, Industrie und Wohnung konnte an Hand der Luftbildkarte die zweckmäßigste Aufteilung bzw. Linienführung der Autobahn wie in keiner anderen Karte nachgewiesen werden. Das Luftbild leistete in diesen Fällen verwickelter städtebaulicher Fragen unschätzbare Dienste.

Nachteilig bei der Benutzung des Luftbildes in größerem Ausmaße wirkte die fehlende Beschriftung der Karte. Zur besseren Orientierung ist daher der Siedlungsverband seit Jahren dazu übergegangen, durch Einlegen von Schriftblättern beim Kopieren des Negativs die Luftbildkarte, wie jede andere Karte, mit den notwendigen Bezeichnungen zu versehen. Hierdurch ist sie auch jedem Laien lesbar und verständlich geworden. Dieser nicht zu unterschätzende Vorzug hat dazu geführt, daß in steigendem Maße Schulen dazu übergegangen sind, die Luftbildkarte bevorzugt für den heimatkundlichen Unterricht zu verwenden. Ich glaube deshalb den Vorschlag machen zu dürfen, die maßgebenden Stellen auf diesen Gedanken hinzuweisen und eine Förderung zu empfehlen.

5. Zusammenfassend muß gesagt werden, daß das Luftbild bei Planungsarbeiten jeglicher Art von wirtschaftlich rationeller Bedeutung ist. Es ist zu bedauern, daß noch nicht alle Vermessungs-, Bau- und Siedlungsämter sowie sonstigen Planungsstellen das Luftbild in ihren Dienst gestellt haben. Es wäre daher anzustreben, daß alle in Frage kommenden Stellen schon aus wirtschaftlichen Gründen der Verwendung des Luftbildes mehr und mehr in weit größerem Maße Verständnis entgegenbringen würden.

## **Erfahrungen der Emschergenossenschaft und des Lippeverbandes über Luftbildmessungen<sup>1</sup>**

Von Oberlandmesser Hellwieg, Essen.

Im folgenden will ich einen kurzen Ueberblick über die Erfahrungen der Emschergenossenschaft und des mit ihr verbundenen Lippeverbandes mit der Anfertigung und Verwendung von Luftbildplänen geben.

Für die Anwendungsmöglichkeit der Luftbildmessung sind bei den beiden Verbänden sehr günstige Bedingungen vorhanden. Erstens ist das aufzunehmende Gelände nahezu eben, und zweitens sind für die Zwecke, für die die Luftbildpläne der Genossenschaft dienen sollen, keine so großen Genauigkeiten notwendig, wie etwa für Urkundsmessungen und Grenzfeststellungen, wo wir die Luftbildmessung, was ich für die Nichtfachleute zur Vermeidung von Irrtümern vorweg erwähnen möchte, nicht anwenden können.

Ueber die Aufgaben und die Arbeiten der Emschergenossenschaft wurde in Nr. 4/1935 dieser Zeitschrift auf S. 185—186 berichtet. Ich möchte hier nur erwähnen, daß die Arbeiten ebenso wie die des Lippeverbandes der Wiederherstellung und Aufrechterhaltung der infolge Bergbaus gestörten Vorflut und der Klärung der in dem rheinisch-westfälischen Industriegebiet anfallenden Schmutzwässer dienen, also meist in Tiefbauarbeiten bestehen. Bei den verhältnismäßig schmalen Flußläufen, die in Frage kommen — die Breiten zwischen den Uferböschungsoberkanten an den regulierten Bachläufen bleiben vielfach unter 10 Meter, bei den bestehenden alten Bächen betragen sie sogar nur 2—3 m —, können uns nur Pläne in größeren Maßstäben (1:2000 oder 1:1000) nützen. Wir brauchen:

1. sogenannte Bestandspläne zum Nachweis der ausgeführten Bauten;
2. Entwurfspläne als Unterlage für die landespolizeiliche Genehmigung der auszuführenden Entwürfe und für den Ausbau.

Weniger wichtig sind für uns die kleineren Maßstäbe, die z. B. als Uebersichtspläne oder zur Ermittlung von Bebauungsdichten usw. dienen. Da die vorhandenen Kartenwerke in 1:10 000 und 1:25 000 veraltet waren, hat sich die Emschergenossenschaft an den vom Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk im Jahre 1926 in Auftrag gegebenen Luftbildaufnahmen des Verbandsgebiets beteiligt, um mit verhältnismäßig geringen Mitteln Pläne in 1:5000 vom ganzen Arbeitsgebiet zu erhalten. Einen Uebersichtsplan aus

<sup>1</sup> Vortrag für die Tagung der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie in Essen am 12. Oktober 1933.



diesem Werk von der Verlegung der Emschermündung von Oberhausen bis zum Rhein zeigte die Ausstellung (vgl. B. u. L. 4/1933 S. 188).

Uns fehlten zunächst Bestandsaufnahmen von den bis dahin ausgebauten Bächen in einer Gesamtlänge von rd. 200 km, die auch das seitliche Gelände in etwa 400—450 m Breite an jedem Ufer zeigen sollten. Für die Aufmessung und Kartierung eines solchen ausgedehnten Gebiets nach den bisherigen Methoden mittels Meßbands und Prismas oder durch tachymetrische Aufnahmen standen die dafür nötigen bedeutenden Mittel nicht zur Verfügung. Die Arbeit hätte sich auch zu lange hingezogen. Da aber die Pläne mit Hilfe der Luftbildaufnahmen mit verhältnismäßig geringen Kosten hergestellt werden konnten, wurde der Auftrag dazu vergeben, nachdem die 1925 ausgeführten Ver- suchsmessungen befriedigend ausgefallen waren. Die Pläne lagen bis Ende 1927 fertig vor.

Die Aufnahmen, einschließlich Lieferung von zwei Fertigungen der Pläne, kosteten uns für das lfd. Flußkilometer in einer Breite von rd. 900 m unter Berücksichtigung eines Staatszuschusses von 25 % der Gesamtkosten rd. 100 RM. Die Filme der Uraufnahmen und die Negativplatten der zusammengesetzten Entzerrungen (40 × 50 cm) gingen in unser Eigentum über, so daß wir uns weitere Photoabzüge selbst herstellen konnten. Die Kosten hätten noch um etwa  $\frac{1}{4}$  verringert werden können, wenn wir auf die Ueberdeckung der einzelnen Aufnahmen um etwa 70 % in der Flugrichtung verzichtet hätten. Wir wollten damals aber die Möglichkeit haben, im Bedarfsfalle die Pläne im Kartierapparat auszuwerten und die Oertlichkeit im Stereoapparat räumlich zu betrachten. Letzteres erleichtert im Bedarfsfalle außerordentlich die Auszeichnung von geometrischen oder Strichplänen aus den Photoplänen. In der Essener Ausstellung 1933 waren an zwei Stereoapparaten eine Anzahl unserer Luftbildaufnahmen gezeigt, bei denen die infolge der großen Basislängen starke Ueberhöhung der Böschungen, Häuser, Bäume usw. überraschend wirkt. Dem Fachmann sind diese Verzerrungen aus den geometrischen Höhenplänen vertraut, wo die Höhen gewöhnlich 10mal größer als die Längen dargestellt werden.

Es wäre natürlich sehr wünschenswert gewesen, wenn auch die Uraufnahmen in den Planmaßstäben 1:2000 erfolgt wären. Aus flugtechnischen und wirtschaftlichen Gründen ist davon abgesehen worden. Die Uraufnahmen für 1:2000 sind in 1:5000 gemacht und bei der Entzerrung vergrößert worden.

Die Paßpunkte, die bei Aufnahmen nach dem Fluge an Hand der Bildabzüge ausgesucht wurden, sind meist gelegentlich anderer Arbeiten von unserer bergtechnischen Abteilung aus den Plänen der Zechenverwaltungen im Maßstab 1:2000 durch Abgreifen der Koordinaten bestimmt worden. Bei 15 Vergleichsstrecken, deren Längen zwischen 70 und 700 m schwankten, ist als durchschnittlicher Unterschied zwischen den auf dem Luftbildplan abgelesenen und den aus den Zechenplänen erhaltenen Längen 70 cm auf 100 m = 0,7 pro Hundert gefunden. Für Bestandspläne ist diese Ungenauigkeit einflußlos. Als Beispiel eines solchen Bestandsplanes war der Katernerberger Bach in der genannten Ausstellung zu sehen.

Trotz der Vergrößerung um das 2½fache sind die Pläne genügend deutlich ausgefallen. Um diese Photopläne unmittelbar praktisch gebrauchen zu können, mußten sie aber, wie das bei geometrischen oder Strichplänen geschieht, beschriftet und Katasterbezeichnungen, Eigentümernamen, Stationierungen usw. eingetragen werden. Die Pläne zeigen ein zweifellos der Oertlichkeit entsprechendes Bild, genau genug, um Entfernungen und Flächengrößen annähernd richtig daraus zu entnehmen, und bilden eine gute Planunterlage für alle Zwecke des Betriebes. Da bei den geringen Breiten des eigentlichen Bachlaufs die kleinen Böschungen und Bermen nicht scharf genug zu sehen sind, ist durch Einzeichnung der Querschnitte etwa alle halbe Kilometer deren Gestaltung kenntlich gemacht. Die weiße Tuschfarbe hebt sich am besten von den Photoplänen ab, weshalb sie jetzt grundsätzlich für alle Eintragungen verwandt werden soll, während anfangs schwarze Tusche gebraucht wurde.

Wenn uns der Maßstab 1:2000 zwar für die Bestandspläne genügte, so war dies nicht der Fall für Pläne, die der Entwurfsbearbeitung dienen sollten, da hier die schmalen, alten Bachläufe in 1:2000 nicht deutlich genug zu sehen waren. Es mußte daher unbedingt aus niedrigeren Höhen (mindestens 400 m) bei der Brennweite des Aufnahmeapparats von 18 cm geflogen werden, um die Aufnahmen in 1:2500 zu erhalten und sie dann bei der Entzerrung in 1:1000 zu vergrößern. Die anfänglich bestehende Befürchtung, daß die Flüge in der niedrigen Höhe sich auf längeren Strecken nicht in steter Folge durchführen lassen würden, hat sich erfreulicherweise nicht bewahrheitet. Die Kosten betragen für ein Flußkilometer, allerdings in der geringeren, aber für uns noch genügenden Breite von etwa 450 m — also rd. 225 m zu jeder Seite des Baches — mit Anrechnung des Staatszuschusses 165 RM. Diese Bilder sind sehr gut ausgefallen.





Bisher sind etwa 50 km Luftbildpläne 1 : 1000 hergestellt, weitere 60 km sind in Auftrag gegeben. Die ersten Luftbilder für diese Pläne konnten erst im Spätherbst, als die Bäume schon kahl waren, aufgenommen werden. Das hat zwar den Vorteil, daß das Laub nichts verdeckt, andererseits stören die langen Schatten der Bäume, Häuser usw. Auch im Stereoapparat konnte ich oftmals das Netz der entlaubten Zweige nur sehr schwer erkennen. Das Spätfrühjahr oder der Frühsommer erscheinen mir daher doch als Aufnahmezeit geeigneter.

Diese Pläne 1 : 1000 sind den Bauingenieuren eine wertvolle Unterlage für ihre Planungen, besonders, nachdem sie, wie die Bestandspläne, beschriftet und die verschiedenen Kulturarten (Wald, Wiese, Gehöfte) durch Farben hervorgehoben sind.

Da eine größere Genauigkeit als bei den Bestandsplänen gefordert wurde und geeignete Kartenwerke zur Entnahme der Paßpunkte in den fraglichen Gegenden nicht vorhanden waren, mußten diese durch örtliche Messung bestimmt werden. Die Längen sind mit befriedigendem Erfolg mittels Theodolits mit Distanzmesser und Nivellierlatten optisch gemessen. Auf jeder Seite des Bachlaufes wurde je einer der beiden Gehilfen, mit den nötigen photographischen Abzügen der Urbildaufnahmen versehen, entlang geschickt, um die vorher von den Vermessungsbeamten auf den Abzügen als geeignet bezeichneten Punkte (Mitten von Brücken, scharfe Ecken von Kulturgrenzen, Knickpunkte schmaler Entwässerungsgräben) aufzuhalten. Als Leitlinie diente ein Polygonzug an dem Bachlauf entlang mit etwa 200 m Seitenlänge, als Polygon- und Standpunkt die Stationssteine (Hektometersteine) oder Drainrohre. Die Kosten hierfür können schätzungsweise auf etwa 8 RM. je Flußkilometer veranschlagt werden.

Ein Vergleich zwischen den in der Oertlichkeit für Fortschreibungszwecke gemessenen Längen von insgesamt 1454 m ergab beim Abgreifen von dem Luftbildplane eine Länge von 1458 m = 4 m Differenz, also etwa 0,50 m je 100 m. Diese Genauigkeit genügt durchaus für die Entwürfe.

Diese Pläne haben auch gute Dienste bei den Grunderwerbsverhandlungen geleistet, da sie die lästige Absteckung hierfür nahezu entbehrlich machten. An Hand des Luftbildplanes konnte ohne weiteres infolge der vielen natürlichen Merkmale im Gelände dem Grundeigentümer die begehrte Fläche angezeigt werden. Dabei haben wir festgestellt, wie sehr den Landwirt, auch den Kleinbauern, der Luftbildplan interessierte, wie er sein Grundstück oder Gehöft darauf suchte und die Grenzen verfolgte. Auch die Frau wurde vielfach herbeigerufen und mußte sich den Plan ansehen. Oft war dadurch schon eine günstige Stimmung für die Entschädigungsverhandlungen geschaffen.

Schließlich wurden die Höhenaufnahmen durch die Zuhilfenahme der entzerrten Luftbildpläne sehr erleichtert, da sie die Horizontalmessung, wenn nicht ganz ausschalteten, so doch außerordentlich beschränkten.

Da die 1000er-Pläne so gut ausgefallen waren und ihre Herstellungskosten auch in letzter Zeit niedriger geworden sind — so daß sie pro Kilometer nur etwa 55 % teurer als die 2000er sind —, wollen wir möglichst zukünftig auch die Bestandspläne nur in 1 : 1000 ausführen lassen.

Besonders vorteilhaft war das Luftbild bei den Aufnahmen unserer Kläranlagen, da die vielen Kunstbauten (Brunnen, Sandfänge, Zu- und Abflüsse) die Messung nach rechtwinkligen Koordinaten mühsam und zeitraubend machen. Das Nachzeichnen des entzerrten Luftbildplanes lieferte bei einem Versuch einen Plan von genügender Genauigkeit in etwa  $\frac{1}{2}$  der Zeit, die für die teurere Feldmeßarbeit nötig war. Meistens unterblieb die Neumessung leider deshalb, und die vervollständigten bzw. berichtigten Entwurfspläne mußten behelfsweise als Revisionspläne dienen, ebenso wie das bei den Bachläufen der Fall war.

Da die Pläne gewöhnlich in mehrfacher Fertigung gebraucht werden, wird von dem zunächst fertiggestellten Luftbildplan eine sogenannte Schriftplatte gefertigt, d. h. es wird von allen auf dem ersten Plan in weißer Tusche aufgebrachten Beschriftungen und Zeichnungen auf glashellen, ganz dünnen Zellofolien eine Kopie mit schwarzer Tusche gefertigt, die bei den weiteren Kontaktabzügen zwischen Negativplatte und Photopapier gelegt und so in weißer Farbe gleich mitkopiert wird. Es wird dadurch auch die Uebereinstimmung aller Pläne gewährleistet. Man kann auch so verfahren, daß man das erst fertig beschriftete Exemplar des Luftbildplanes etwa auf  $\frac{1}{5}$  verkleinert und dann Kontoprote auf Papier in der nötigen Anzahl entweder wieder in dem Maßstab 1 : 1000 fertigt oder in ein beliebiges Maßstabsverhältnis zwischen 1 : 5000 und 1 : 1000 überträgt. Man hat also die Möglichkeit, sich ohne Mehrarbeit auch Pläne in kleineren Maßstäben zu schaffen, die eine bessere Uebersicht für größere Strecken geben. Es muß noch probiert werden, welche Methode wirtschaftlicher und zweckmäßiger ist.

Nun noch einige Worte über die Strichpläne, die wir noch neben den Photoplanen in besonderen Fällen gefertigt haben. Im ebenen Gelände ist die Ausarbeitung des Strich-



planes aus Luftbildaufnahmen ohne Schwierigkeiten in verschiedener Weise möglich, entweder durch Ausziehen derjenigen Konturen, die gewünscht werden, mit schwarzer Tusche und nachfolgender Auslaugung des Photoplanes oder durch Durchdrücken der Konturen mit hartem Blei und untergelegtem Graphitpapier oder schließlich durch Nachziehen der Konturen auf Pauspapier oder durchsichtigen Zellofolien, die auf den Photoplan aufgelegt sind. Beispiele dieser verschiedenen Methoden waren auf der Ausstellung. Die Kosten hierfür sind je nach der Gegend und dem Maßstab verschieden. Bei Streckenplänen, wo viele Striche nachzuziehen waren, betragen sie etwa  $\frac{1}{3}$  der Aufnahme- und Entzerrungskosten.

Die bedeutend teurere Auswertung der Luftbildpläne im Kartierapparat wäre für uns nur in Frage gekommen, wenn wir dadurch auch die Höhenzahlen in der Bachebene hätten erhalten können. Zu Veranlagungszwecken hat unsere bergtechnische Abteilung in der Gegend von Dortmund, wo an der Grenze des Wassersammelgebiets das Gelände steiler ansteigt, einige 20 qkm von der Aufnahme 1:5000 mit Höhenschichtenlinien in 1-Meter-Abständen im Stereoapparat auswerten lassen. Die Pläne sind im Rahmen der Reichswirtschaftskarte gehalten und waren in der Urzeichnung in der Ausstellung zu sehen. Eine Stichprobe durch Nachmessung mittels Tachymeter ergab eine fehlerfreie und gute Darstellung der Höhenkurven im Hügelgelände. Der Versuch jedoch, die Höhenschichtenlinien auch in der zu diesem Zwecke mit aufgenommenen Emscherebene einzuzeichnen, war, wie wir befürchtet hatten, vergeblich. Die Höhenunterschiede waren hierfür nicht groß genug. Wir müssen also, augenblicklich wenigstens noch, die Höhen tachymetrisch oder durch Nivellement bestimmen.

Wir sind also in der glücklichen Lage, mit der einfachsten, billigsten und am wenigsten Zeit in Anspruch nehmenden Methode der Luftbildmeßkunst auszukommen.

Die Photopläne haben m.E. den Strichplänen voraus, daß sie den Charakter der Gegend auf den ersten Blick erkennen lassen. Der Plan ist ein getreues Bild der Erdoberfläche mit allen Einzelheiten. Durch die Beschriftung mit den Katasterbezeichnungen und Einsetzen der Eigentums Grenzen gibt er auch den Nachweis über die Eigentumsverhältnisse und über die Ausdehnung des etwa für Neuanlagen beanspruchten Geländes.

In sehr vielen Fällen wird man allein mit dem beschrifteten und evtl. farbig angelegten Photoplan auskommen und die zur Zeichnung des Strichplanes nötige Arbeitszeit und Kosten sparen. Man wird einwenden, daß der Photoplan zuviel Einzelheiten zeigt und dadurch das Arbeiten auf ihm erschwert wird. Ich glaube jedoch, daß auch hier die Gewohnheit viel ausmacht. Hat man sich erst an den photographischen Plan gewöhnt, so wird man über die unwichtigen Einzelheiten hinwegsehen können. Man hat aber jedenfalls alle Einzelheiten, wenn man sie braucht.

Wir haben versuchsweise einen in obiger Weise hergerichteten Luftbildplan auch den Entwurfsunterlagen zur Regelung des Westerbaches zur landespolizeilichen Genehmigung und vorläufigen Feststellung beigelegt. Der Plan könnte m.E. sehr wohl auch für ein etwaiges Enteignungsverfahren als Unterlage dienen, da er alles enthält, was die gesetzlichen Vorschriften verlangen. Die Regierungsstellen würden nach unseren bisherigen gelegentlichen Fühlungen kaum Bedenken dagegen haben. Wie sich die Richter dazu stellen würden, können wir noch nicht sagen, da wir in den letzten Jahren keine Enteignungen und deshalb auch keine Prozesse zwecks Entschädigungsfeststellung gehabt haben.

Sollte der Photoplan sich durchsetzen und als dem Strichplan gleichwertig gewissermaßen amtlich anerkannt werden, so verspreche ich mir davon einen weiteren Antrieb für die Anwendung der Luftbildmessung, die, wie wir aus den außerordentlich beachtenswerten Ausführungen von Herrn Ministerialdirektor Fisch (vgl. B. u. L. 4/1953, S. 183/4) gehört haben, auch nach Ueberzeugung der maßgeblichen Stellen durch die Schnelligkeit und Billigkeit ihrer Anwendung ganz besonders dazu geeignet ist. Unterlagen für die Planung von Anlagen zu schaffen, deren Ausführung weiteren Volksgenossen mittelbar und unmittelbar Arbeit geben kann.

### Paul Seliger 70 Jahre

Von Regierungsrat Franz Nowatzky.

Am 22. Dezember 1953 vollendete Herr Vermessungsdirigent Paul Seliger sein 70. Lebensjahr.

Sein Name ist unvergänglich verknüpft mit der Entwicklung der Photogrammetrie bei der früheren Preussischen Landesaufnahme. Seliger war dort seit 1888 zunächst als Topograph tätig und hat bis zum Jahre 1902 eine große Reihe von Meßtischblättern 1:25 000 topographisch aufgenommen.



Im Jahre 1902 betraute ihn der damalige Chef der Topographischen Abteilung mit den Vorarbeiten zur Einführung der Bildmessung bei der Landesaufnahme.

Mit großem Eifer und seltener Hingabe hat sich Seliger dieser Aufgabe gewidmet. Es kam ihm dabei zugute, daß gerade damals Professor Pulfrich in Jena den Stereokomparator gebaut hatte, durch den die bis dahin übliche einfache Bildmessung in die leistungsfähigere Raumbildmessung übergeführt worden war. Mit seinen ersten Arbeiten versuchte Seliger, durch Einzelpunktmessung aus Raumbildpaaren die topographische Aufnahme dort zu unterstützen, wo sich dem Topographen besondere Schwierigkeiten entgegenstellten (steile Berghänge und Städte). Es waren die Versuchsarbeiten 1902 an den Hörselbergen bei Eisenach und 1903 im Stadtgebiet von Jena. Die Versuche zeitigten günstige Ergebnisse.



Seliger erkannte dabei den hohen Wert der Bildmessung für militärische Aufgaben. Konnte man doch in einfachster Weise Geländeteile vermessen, die nicht betretbar waren. Darum widmete er fortan seine Arbeiten vorwiegend der Heeresphotogrammetrie. Er schuf dabei etwas ganz Neues. Wohl waren besonders aus den Arbeiten von Finsterwalder und Pulfrich die Meßverfahren bekannt, aber sie mußten doch den Bedürfnissen der Truppe angepaßt werden. Das war oftmals sehr schwer; denn die militärischen Mitarbeiter verlangten einfachste Verfahren, geringste Arbeitsbelastung und schnellsten Erfolg. Es ist Seligers Verdienst, hier immer den richtigen Weg gefunden zu haben. Ueber die vielen militärischen Versuchsarbeiten dieser Zeit durfte nichts an die Oeffentlichkeit dringen. Sie fanden kurz vor dem Kriege, im Frühjahr 1914, ihre Krönung in der Bereitstellung von drei gut ausgebildeten und ausgerüsteten Vermessungsabteilungen in unseren drei wichtigsten Festungen.

In seiner großen Arbeitsfreudigkeit fand Seliger daneben immer noch Zeit für andere Aufgaben. Die schnelle, behelfsmäßige Vermessung von Deutsch-Südwestafrika bereitere er vor, führte photogrammetrische Versuchsmessungen für technische Zwecke aus und förderte vor allem den Apparatebau.

Auch die Luftbildmessung, die damals noch in den ersten Anfängen steckte, hat Seliger eifrigst gepflegt. Unter seiner Leitung konnten schon seit 1909 bei allen Festungskriegsübungen Luftbildmessungen nach Schrägaufnahmen aus Fesselballonen ausgeführt werden. Es wurde das Ziel erreicht, in kürzester Zeit Neuanlagen mit großer Genauigkeit in artilleristischen Schießplänen festzulegen.

Im Jahre 1917 gab Seliger seinen Dienst bei der Landesaufnahme auf.

An dem großen Aufschwung, den besonders die Luftbildmessung nach dem Kriege nahm, konnte er nicht mehr praktisch mitwirken. Aber er hat durch seine wertvollen Arbeiten geholfen, die gesunden Grundlagen für diese Entwicklung zu schaffen. Die



Einführung der Photogrammetrie beim deutschen Heeresvermessungswesen bleibt für immer sein Werk.

Von seinen Veröffentlichungen sind zu nennen:

1. Topographische Triangulation durch Stereophotogrammetrie. Zeitschrift für Vermessungswesen 1905, Heft 17.
2. Die stereoskopische Meßmethode in der Praxis. Berlin, Julius Springer, 1911.
3. Das photographische Meßverfahren. Photogrammetrie. Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften, Band V, 1926, und Band VI, 1927.
4. a) Das Luftbildwesen — Bildaufnahme. b) Das Luftbildwesen — Bildauswertung. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1928, Hefte 48 und 52.
5. Ueber die Entwicklung der deutschen Heeresphotogrammetrie von 1901 bis zum Kriege 1914—18. Bildmessung und Luftbildwesen 1951, Nr. 2, S. 114—126.

### Aus der Fachliteratur

Warleta, Ismael, Capitán de Aviación: *Aportaciones de la Aviación a la Cartografía* (Beiträge des Flugwesens zur Kartographie). Revista Aeronáutica, Madrid, Noviembre 1953, S. 586—591.

Bringt hauptsächlich eine Beschreibung der Fairchild-5-Linsen-kammer, Typ T-5A, und einer Versuchsaufnahme anlässlich eines Geographiekurses an der Harvard-Universität im April 1953, deren wichtigste Daten hier folgen:

Flughöhe: 4570 m.

Aufgenommenes Gelände: Der ganze Staat Massachusetts.

Aufgenommene Fläche: 2 000 000 ha.

Aufnahmekammer: wie oben; Brennweite 15 cm.

Flugdauer: 24 Stunden 40 Minuten, verteilt auf vier wolkenlose Tage zwischen dem 21. April und 4. Mai 1953.

Gegenseitiger Abstand der Flüge: 19,5 km.

Belichtungen: 800; Bilder: 4500.

Planmaßstab: 1 : 30 000.

Fläche eines Bildes: etwa 3880 ha.

Ausmaße des fertigen Bildplanes: 10 × 6,7 m.

Voraussichtliche Dauer der Ausarbeitung: 2 Jahre.

Auswertungsgerät: Typ B-7, das die vier geneigten Bilder auf den Maßstab des zentralen Bildes entzerrt und ein gleichzeitiges Kopieren des kreuzförmigen Gesamtbildes auf Papier ermöglicht.

Tafel I bringt Vergleiche der Leistungsfähigkeit von verschiedenen Kammern, Tafel II eine Statistik über ausgeführte Arbeiten mit 4- und 5-Linsen-Kammern bei einer Gesamtfläche von über 5 Millionen ha und Hektarpreisen zwischen 4 cts und 1,15 Pesetas (1 Dollar = 11 Pesetas).  
Manek.

### Berichtigung

In dem in Nr. 5/1953 dieser Zeitschrift auf S. 159 abgedruckten Text über die bei dem Sprechabend der Gruppe Berlin der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie vom 14. 2. 1953 von Herrn Prof. Dr. Gast gehaltene Diskussionsrede zum Vortrag von Dr. R. Finsterwalder: „Der unregelmäßige und systematische Fehler bei der räumlichen Doppelpunkteinschaltung und Aerotriangulation“ sind inzwischen einige Fehler ermitelt worden.

Nach Mitteilung von Herrn Prof. Dr. Gast führte er damals etwa folgendes aus: Wir haben in Hannover etwas gemacht, was anderswo nicht gemacht worden ist, nämlich die ganz planmäßige Untersuchung des Aerokartographen. Wir haben uns auf diese Arbeit während einiger Jahre konzentriert, weil wir uns der Beschränktheit unserer Mittel bewußt waren, die sich mit denen der DVL, und anderer Stellen nicht messen können. Das Gerät war mir durch die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft überwiesen, um damit Aerotriangulationen durchzuführen. Vermessungsassessor Kuhlmann hat inzwischen eingehende Untersuchungen der systematischen Fehler des Geräts durchgeführt. Diese Untersuchungen stellen klar, was das Gerät leistet und was man damit machen kann. Luftaufnahmen standen uns nicht zur Verfügung; wir haben aus der Not eine Tugend gemacht und terrestrische Aufnahmen als Luftaufnahmen frisiert. Da hierbei die Koordinaten der Standorte und die Orientierungswinkel für jede einzelne Aufnahme genau bekannt waren, erwies sich das Verfahren für die Fehleruntersuchung als höchst vorteilhaft. Ich hoffe, daß wir bald die Ergebnisse der Untersuchungen der Fachwelt bekanntgeben können.



## Bücherbesprechung

Neumann, Chr.: *Beitrag zur Vorratsermittlung aus Luftmeßbildern*. Neudamm 1953.

Die vorliegende Arbeit ist eine von der Technischen Hochschule Dresden angenommene Dissertation, die in dem unter Leitung von Prof. Dr. Hugershoff stehenden Institut für Forstingenieurwesen und Luftbildmessung durchgeführt wurde.

Der Verfasser schildert zunächst — nach einer kurzen allgemeinen Einleitung — den besonderen Charakter des aus ungefähr senkrechten Luftbildaufnahmen gewonnenen optischen Bestandsmodelles. An ihm lassen sich in bekannter Weise mittels besonderer Maschinen alle sichtbaren Dimensionen mit bemerkenswerter Genauigkeit messen. Zu den sichtbaren Dimensionen gehören nun erklärlicherweise nicht die Stammdurchmesser, die für die bisher allein gebräuchlichen terrestrischen Vorratsermittlungsverfahren die wichtigste Grundlage bilden. Dieser Mangel des dem Taxator nur vom Luftstandpunkt aus zugänglichen Modells schließt aber die Möglichkeit einer Vorratsermittlung keineswegs aus, zumal ja jetzt die Durchmesser der Kronen auf einfache Weise bestimmbar sind und zwischen ihnen und den zugehörigen Stammdurchmessern ein schon früher nachgewiesener, ziemlich straffer Zusammenhang besteht.

Wichtiger aber noch als der Ersatz der Stammdurchmesser durch die Kronendurchmesser erweist sich für die Vorratsermittlung der Umstand, daß dem Luftbildmodell die Bestandeshöhe praktisch mit weit größerer Sicherheit entnommen werden kann, als das auf dem üblichen terrestrischen Wege möglich ist.

Das folgende Kapitel gibt nun eine systematische Uebersicht über diejenigen Verfahren der Bestandsmassenermittlung, die auf Grund der dem optischen Modell — neben der Stammzahl, dem Mischungsverhältnis und dem Bestockungsgrad — zu entnehmenden Maße denkbar sind. Es wird hierbei festgestellt, daß auch bei photogrammetrischer Massenermittlung eine Klassenbildung — nach Kronendurchmesser und Höhen — nicht ausgeschlossen ist.

Ein weiteres Kapitel behandelt die Technik der photogrammetrischen Vorratsermittlung. Der Verfasser zeigt hier zunächst an Hand von sehr zweckmäßig ausgewählten Stereobildern die Möglichkeit der Unterscheidung verschiedener Holzarten und damit der Feststellung des Mischungsverhältnisses, verweist dann auf die überlegene Zuverlässigkeit der in den Kartiermaschinen — im vorliegenden Falle gleichsam als Nebenprodukt — erhaltenen Bestandsfläche und behandelt schließlich ausführlich die von ihm praktisch erprobten Methoden der Stammzahl-, Schlußgrad- und Höhenbestimmung.

Von besonderem Werte sind hier die gründlichen Untersuchungen über die auftretenden zufälligen und systematischen Fehler des angewandten Verfahrens, ebenso wie die Untersuchungen des folgenden Kapitels, die sich — nach Durchführung eines umfangreichen praktischen Beispiels — mit den Voraussetzungen beschäftigen, unter denen eine photogrammetrische Vorratsermittlung in Kulturländern (Kulturwälder) wirtschaftliche Vorteile bietet.

Eine ansprechende Darstellung der besonderen Vorzüge des Verfahrens für die forstliche Erschließung von Neuländern (Urwälder) und zweckmäßige Vorschläge für deren technische Durchführung beschließen die Arbeit, die viele originelle Gedanken enthält und einen wertvollen Beitrag zur Lösung der hier vorliegenden Probleme darstellt.

Die vorliegende Arbeit zeigt, daß Meßaufnahmen aus Luftfahrzeugen und deren Ausmessung über die bisher im Vordergrund stehenden Anwendungsmöglichkeiten für die Herstellung von Landkarten weit hinausgehen, sobald man sich nicht nur auf die Ausmessung des Geländemodells allein beschränkt. Es liegt nahe, derartige Meßmethoden auch auf andere Gebiete (Baupolizeiwesen, Städtebau u. dgl.) anzuwenden. Jedenfalls ist es ein besonderes Verdienst des Institutes für Forstingenieurwesen und Auslandstechnik in Tharandt, das aufgezeigte Meßverfahren für forstliche Zwecke entwickelt zu haben.

Kurd Slawik.

Prof. Dr.-Ing. R. Hugershoff: *Photogrammetrie*. Artikel im Handwörterbuch der Kriminologie und der anderen strafrechtlichen Hilfswissenschaften. Herausgegeben von Dr. jur. Alexander Elster in Berlin und Heinrich Lingemann, Oberstaatsanwalt in Essen. Verlag: Walter de Gruyter & Co., Berlin. Band II.

Die Messung von Tatbeständen aus Bildaufnahmen spielt in der Kriminalistik eine hervorragende Rolle. Trotzdem bereits vor Jahren auf die Wichtigkeit exakter Messungen hingewiesen wurde, wird doch noch vielerorts das Lichtbild lediglich „behelfsmäßig“ angewendet. Es ist deshalb besonders zu begrüßen, daß in einem solchen Standardwerk, wie es dieses Lexikon der Kriminologie darstellt, ein Fachmann von Format das Wort



erhält, um der exakten Bildmessung in diesen Kreisen den Weg zu bahnen. Prof. Hugershoff hat es meisterhaft verstanden, den Weg zu finden zwischen einer elementaren Darstellung der Bildmessung einerseits und der mit Formeln überladenen wissenschaftlich aufgestockten Darstellung der Photogrammetrie andererseits. Der Nichtfachmann kann also aus diesem Artikel tatsächlich alle diejenigen Kenntnisse schöpfen, die er für Einführung und Durchführung exakter Bildmeßverfahren benötigt. Es wird zuerst die Einbildmessung (ebene und ebenflächige Objekte), alsdann die Doppelbildmessung (Objekte mit beliebiger Oberflächenform) behandelt.

Im ersten Abschnitt wird den Aufnahmen mit gewöhnlichen Kamern durchaus Rechnung getragen, in Würdigung der Bedeutung, die sie zweifellos unter bestimmten Umständen haben können. Die Möbiusnetze, das Verfahren von Heindl und dergleichen finden dort Erwähnung. Den Aufnahmen mit einer Meßkammer bei lotrechter Bildebene wird besondere Beachtung geschenkt, weil dieses Verfahren naturgemäß exaktere Resultate zu erzielen gestattet. An Instrumenten werden hierfür die Meßkammer nach Eichberg und der einfache Komparator der Zeiss-Aerotopograph G.m.b.H. empfohlen.

Im zweiten Abschnitt, der Doppelbildmessung, werden die mathematischen Beziehungen für die punktweise Rekonstruktion bei getrennter (monokularer) Ausmessung der Einzelbilder und für punktweise Rekonstruktion bei gleichzeitiger (binokularer) Ausmessung der Bildpaare abgeleitet und das Meßverfahren dargestellt. Hierbei werden u. a. die Stereometer-Kammer der Zeiss-Aerotopograph G.m.b.H. und der Stereokomparator der gleichen Firma in Bild und Wort behandelt.

Ein dritter Abschnitt behandelt schließlich an Hand des Konstruktionsschemas des Stereoautographen die mechanisch-kontinuierliche Ausmessung des Normalstereogrammes und bringt Hinweise auf die modernen Ausmeßmaschinen für den allgemeinen Fall der Photogrammetrie.

Man glaubt gar nicht, was in 15 halbseitigen Spalten an wissenschaftlicher und praktischer Darstellung untergebracht werden kann, die von vier Seiten Abbildungen unterstützt wird. Eine solche Konzentration ist freilich nur dem wirklichen Fachmann möglich, und es ist deshalb zu begrüßen, daß der Verfasser sich zur Bearbeitung des Artikels über Photogrammetrie bereit finden ließ, der sicher für die Eroberung eines dankbaren Anwendungsgebietes Erhebliches beitragen wird.

Kurd Slawik.

M. Tolba: *Neue Untersuchungen auf dem Gebiet des stereoskopischen Sehens.* 64 S., 25 Abb. Leemann, Zürich 1935. Geh. 1 schw. Fr. Dissertation der Eidgen. T. H. Zürich. Referenten: Prof. Dr. F. Baeschlin und Prof. Dr. P. Scherrer.

Der Verfasser will mit dieser Arbeit „empirisch feststellen, welches die günstigste Orientierung der stereoskopischen Bilder zur Erzielung eines Maximums des Raumeindrucks, also eines Maximums an Genauigkeit, ist; außerdem soll untersucht werden, wie die Meßgenauigkeit abnimmt, wenn man sich von dieser günstigen Orientierung entfernt“. Er will „ferner auch den Einfluß der Verschiedenheit der Bildgröße auf die Genauigkeit der Messung untersuchen“, um dafür eine Toleranz festlegen zu können. Er hofft, „dadurch eine Richtigstellung der in der neueren Literatur (Ö. v. Gruber, „Ferienkurs in Photogrammetrie“, Stuttgart 1930, und R. Hugershoff, „Photogrammetrie und Luftbildwesen“, Handbuch d. wissenschaftl. u. angewandten Photographie, Hay VII, Wien 1930) enthaltenen, aber nicht bewiesenen Bedingungen zu finden, die für das Zustandekommen des bestmöglichen Raumeindrucks festgesetzt worden sind“.

Die vorliegende Arbeit bringt in der Einleitung allgemeine Begriffe über Kernpunkte, Kernebenen, Kernstrahlen und die Berechnung der Lage von Kernpunkt und Kernstrahlen, außerdem kurze Angaben über die Projektions- und Betrachungsverhältnisse bei den Auswertegeräten nach Hugershoff, Bauersfeld und Wild.

Im I. Abschnitt behandelt der Verfasser das Sehen und das Auge, das stereoskopische Sehen im natürlichen Raum und das stereoskopische Sehen am stereoskopischen Gerät. Schließlich versucht er eine mathematische Behandlung des stereoskopischen Sehens, wobei er von der eigenartigen Anschauung ausgeht, daß bei modernen Raumautographen „sich im allgemeinen konjugierte Strahlen nicht schneiden“ und deshalb „eine geometrische Theorie versagen muß“. Worin diese „geometrische Theorie“ besteht, wird leider an keiner Stelle deutlich gesagt. Der Verfasser stellt indessen als Bedingung für die Orientierung, die uns den bestmöglichen Raumeindruck gibt, daß die Summe der Höhenparallaxen des ganzen Blickfeldes ein Minimum aufweisen soll. Er stellt nun eine Formel auf für die mittlere Höhenparallaxe, die bei Fixation eines bestimmten Punktes aus allen Punkten einer um diesen Punkt gelegten Kugeloberfläche für einen bestimmten Radius berechnet werden kann. Hierbei sind Beobachtungsver-



hältnisse zugrunde gelegt, wie sie etwa für den Wildautographen zutreffen. Die Wirkung eines Ausgleiches der Bildgrößen ist jedoch bei dem Zahlenbeispiel nicht beachtet worden. Als Ergebnis des I. Abschnittes wird festgestellt, „daß die Höhenparallaxen bei der Orientierung nach Kernstrahlen in kleinerem Betrag erscheinen als bei der Orientierung nach dem Horizont“.

Im II. Abschnitt wird über empirische Untersuchungen berichtet, die zeigen sollen, in welchem Maß die Orientierung nach Kernstrahlen günstiger ist als die nach dem Horizont. An dem Hegershoffschen Aerokartographen und an dem Wildautographen wurden Untersuchungen über die Genauigkeit der Punkteinstellung unter verschiedenen Bedingungen ausgeführt. Der Einfluß von Verschiedenheit der Bildgrößen wurde am Wildautographen durch Einsetzen von Okularen mit verschiedener Vergrößerung und verschiedenen großen Maßmarken studiert, während am Aerokartographen der Einfluß der Drehung des Raummodelles untersucht wurde. Als Einstellobjekte dienten drei verschiedene, aber markante Punkte (Spitze eines Abrutschgebietes, ein Hausdach, ein gut sichtbarer Stein). Infolge der Wahl dieser Objekte konnte die Maßmarke auch dann aufgesetzt werden, wenn von Stereowirkung keine Rede mehr war. Bei einem Unterschied der Bildgrößen von mehr als 25 % wurde die Einstellgenauigkeit merklich schlechter, und es traten Augenschmerzen ein. Außerdem ist das stereoskopisch erfaßbare Bildfeld bereits merklich reduziert. Der Verfasser glaubte, bei Bildgrößenverschiedenheit nur eine Verkleinerung des Modelles, aber keine Deformation des Raumeindrucks feststellen zu können. Es ist ihm offenbar die Wirkung einer gleichzeitigen Vergrößerung des einen und Verkleinerung des anderen Bildes entgangen, bei der keine scheinbare Größenänderung eintritt, wohl aber eine sehr deutliche Schwenkung. Als Erklärung für die Fähigkeit der Augen, Bildgrößenunterschiede ausgleichen zu können, nimmt der Verfasser eine Dehnung der Netzhaut an in Verbindung mit der Akkomodationsanstrengung. Bedauerlicherweise benutzte der Verfasser an ophthalmologischer und physiologischer Literatur nur Gräfes Archiv von 1896 und 1902, Pflügers Archiv von 1905, Helmholtz, Handbuch der physiologischen Optik von 1909, und Hermann, Handbuch der Physiologie von 1880. Die wichtige neuere Literatur von E. Hering im Handbuch der Augenheilkunde 1920, von F. B. Hofmann in Gräfe-Sämisch, Handbuch der gesamten Augenheilkunde, 1924, und insbesondere die von A. Tschermak im Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie 1951 ist ihm leider völlig entgangen.

Schließlich wurde am Aerokartographen die Wirkung der gegenseitigen und gemeinsamen Verkantung der Bilder aus der Orientierung nach Kernebenen studiert. Auch hier dienten markante Punkte als Objekte. Bei gegenseitiger Verkantung der Bilder um  $8^\circ$  konnte nur mehr  $\frac{1}{4}$  des Gesichtsfeldes stereoskopisch gesehen werden, während gleichzeitig eine Neigung des Modelles eintrat. Bei gemeinsamer Verkantung der Bilder wurde die Abnahme der Einstellgenauigkeit proportional dem sec. des gemeinsamen Verkantungswinkels ermittelt.

Als Ergebnis der Untersuchung kann etwa gesagt werden: Bei Ausgleich der Vergrößerung der beiden Netzhautbilder und bei Orientierung der Bilder in der Weise, daß Kernstrahlen dem Netzauthorizont parallel sind, tritt ein Maximum an stereoskopischer Meßgenauigkeit ein. Bei Größenunterschieden von über 20 % und bei Verkantungsdifferenzen über  $5^\circ$  sowie bei gemeinsamer Verkantung beider Bilder über  $20^\circ$  tritt merkliche Verminderung der Meßgenauigkeit ein, zugleich wohl auch merkliche Anstrengung der Augen. Diese Zahlen sind indessen nur für markante Objektpunkte ermittelt und wären für weniger markante erheblich einzuschränken.

Leider wird vom Verfasser in der Zusammenfassung nicht angegeben, worin nun die von ihm erhoffte „Richtigstellung der in der neueren Literatur enthaltenen, aber nicht bewiesenen Bedingungen für das Zustandekommen des bestmöglichen Raumeindrucks“ besteht. Dagegen glaubt der Verfasser, in der Zusammenfassung bezüglich der Stereoplanigraphen, mit dem er überhaupt nicht gearbeitet hatte, eine nachteilige Feststellung machen zu müssen und eine „bessere Lösung“ für den Wildautographen angeben zu können. Dazu ist zu sagen, daß die „Feststellung“ über den Zeiss-Stereoplanigraphen auf einem Irrtum beruht und die „bessere Lösung“ praktisch unmöglich ist, da der Bildgrößenunterschied für ein bestimmtes Bildpaar niemals über die ganze Bildfläche konstant ist, sondern von Seite zu Seite wechselt, also auch nicht durch einen konstanten Größenausgleich beseitigt werden kann! Abgesehen von dem Mangel an Kenntnis der einschlägigen Literatur und unzulänglichen Versuchen kann der Arbeit leider eine gewisse tendenziöse Färbung nicht abgesprochen werden.

O. v. Gruber.



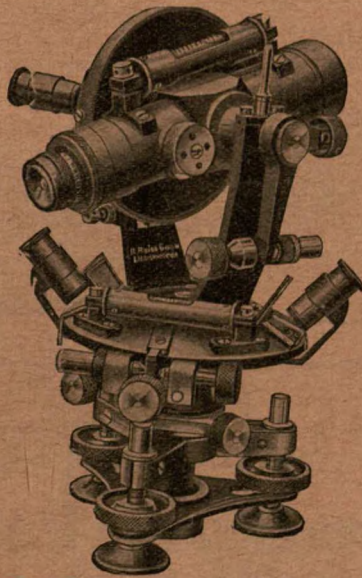


# Instrumente und Geräte

für das gesamte Vermessungswesen

**Kompensations - Planimeter**  
**Präzisions - Pantograph**

von höchster Leistungsfähigkeit



Theodolite / Tachymeter / Bussolen / Nivellier-  
Instrumente / Meßtische / Kippregeln / Winkel-  
prismen / Winkelspiegel / Nivellierlatten / Meß-  
latten / Fluchtstäbe / Bandmaße (Leinen u. Stahl)  
Zeichenpapiere auf Leinen gezogen u. kartoniert

**R. Reiss** G. m.  
b. H.

Fabrik technischer Artikel / Gegr. 1882

**Liebenwerda (Provinz Sachsen)**

Präzisionswerkstätten für geod. u. kartogr. Instrumente



# A.OTT

Kempten (Allgäu)

Gegründet 1873

liefert als besondere Spezialität  
in erstklassiger Ausführung:

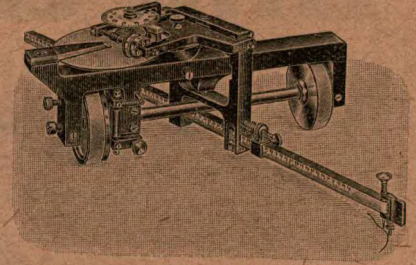
Scheibenroll-Planimeter  
Scheibenpolar-Planimeter  
Kompensations-Planimeter  
Universalplanimeter

## Präzisions-Pantographen

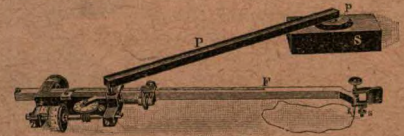
## Koordinatographen

für rechtwinklige Koordinaten  
und Polar-Koordinaten

Kataloge auf Wunsch!



Scheibenroll-Planimeter



Kompensations-Planimeter

Unabhängige Fachzeitschrift für alle Gebiete  
des Vermessungswesens

## *Allgemeine Vermessungs-Nachrichten*

Gegründet 1889 / Jahrgang 46

---

Die **alte** Zeitschrift  
im **alten** Geiste  
für die **neue** Zeit  
und **neue** Ziele!

---

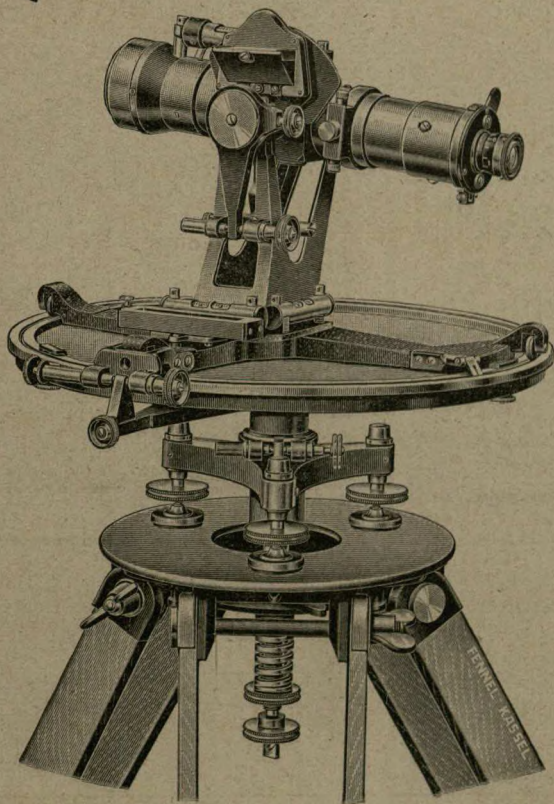
Probenummern werden kostenlos versandt

*Verlag: Herbert Wichmann, Bad Liebenwerda*



Das beste Instrument zur Ergänzung von Luft-  
bildaufnahmen und zur schnellen Bewältigung  
größerer topographischer Arbeiten ist der

## Topometer Hammer-Fennel



Eine angesehene Gesellschaft für Luftbild-  
aufnahmen schreibt hierüber folgendes:

Eine Arbeit, die mit früheren Instrumenten 10 Tage Feld-  
arbeit und 20 Tage Zimmerarbeit erforderte, läßt sich  
mit dem Hammer-Fennelschen Topometer in 6 Tagen  
Feldarbeit und in 2 Tagen Zimmerarbeit durchführen

Alles Nähere durch

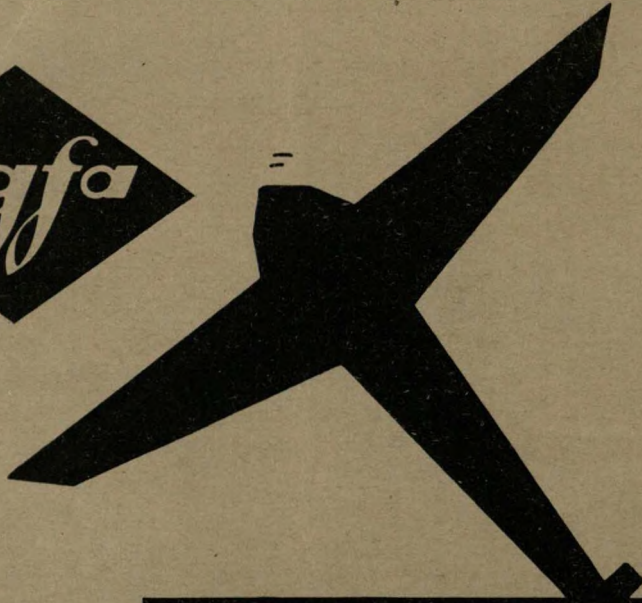
# Otto Fennel Söhne

Werkstätten für geod. Instrumente

**KASSEL** Königstor 16



40-



**AGFA** Aërochrom-Films  
und -Platten  
Aëropan-Films

für Luftbild-Aufnahmen und  
für die Aërophotogrammetrie

**AGFA** Platten und Films

für die Reproduktionstechnik  
Agfa-Papiere zur Auswertung  
von Vermessungs-Aufnahmen

Verlangen Sie Spezial-Broschüren und Muster

I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft  
Agfa Abt. Reproduktionstechnik Berlin SO 36

Beilage  
No 10