

Die Schulung von Auswertern an Stereokartiergeräten : der Aviograph Wild B9 im photogrammetrischen Unterricht

Autor(en): **Kasper, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie**

Band (Jahr): **64 (1966)**

Heft 4

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-220755>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Schulung von Auswertern an Stereokartiergeräten

Der Aviograph Wild B9 im photogrammetrischen Unterricht

Von Prof. Dr. H. Kasper, Zürich

Zusammenfassung

Es wird gezeigt, wie ein einfaches photogrammetrisches Auswertegerät, dessen Konstruktion eine exakte geometrische Lösung der photogrammetrischen Grundaufgabe darstellt, im systematischen Einzel- und Gruppenunterricht von Auswertern verwendet werden kann, und daß es zweckmäßig ist, Lehrbeispiele zu schaffen, mit deren Hilfe der Eleve neben der normalen Auswertepaxis auch in die topographische und kartographische Darstellung des Geländes eingeführt wird. Auch die rechnerische Orientierung läßt sich an dem einfachen Gerät leicht erlernen.

Résumé

On montre comment un appareil de restitution simple, dont la construction représente une solution géométrique exacte du problème de base de la photogrammétrie, peut être utilisé pour la formation systématique d'opérateurs isolés ou en groupe; il serait utile de créer des exercices d'enseignement grâce auxquels l'élève puisse s'exercer aussi bien à la restitution normale qu'à la représentation topographique et cartographique du terrain. L'orientation numérique s'apprend rapidement aussi sur cet appareil simple.

Einleitung

Die vorliegende Einführung in die Schulung von Auswertern an Stereokartiergeräten entstand aus den Erfahrungen, die bei der Ausbildung von Studierenden des Vermessungswesens, von Technikern für staatliche und private Luftbildunternehmen und bei der Weiterbildung wissenschaftlicher Assistenten an der Hochschule gesammelt werden konnten. Das stereoskopische Auswerten von Luftbildern bringt für den Anfänger so viel neuen Lernstoff, daß es zweckmäßig ist, die Probleme in möglichst elementare Teilaufgaben zu zerlegen, die einfach lösbar sind, und die Grundschulung auf dem einfachsten Stereokartiergerät zu beginnen. Als solches hat sich bei uns der Kleinaviograph Wild B9 gut bewährt und wird von den Studierenden lieber benützt als alle anderen Stereokartiergeräte (Abb. 1). Bei ernster Arbeit am B9 bis zu einem von vornherein abgesteckten Ziel ist der Übergang zu allen anderen Kartiergeräten ohne Schwierigkeiten möglich. Da der B9 außerdem *das billigste Kartiergerät mit geometrisch korrekter Lösung* ist, ziehen wir ihn für die Ausbildung allen anderen Auswertegeräten vor.

Unser Weg für die Ausbildung von Stereoauswertern ist so gedacht, daß er sich sowohl für das Selbststudium wie auch als Richtlinie für einen Ausbilder photogrammetrischen Personals eignet. Er ist *elementar gehalten*, damit sogar *einfache Techniker* zurechtkommen. Wir wollen aber auch den Studierenden des Vermessungswesens an der Hochschule die Möglichkeit geben, sich neben der theoretischen Ausbildung in Photogrammetrie das handwerkliche Können eines photogrammetrischen Auswertern nach einem *einfachen*, erprobten System anzueignen.

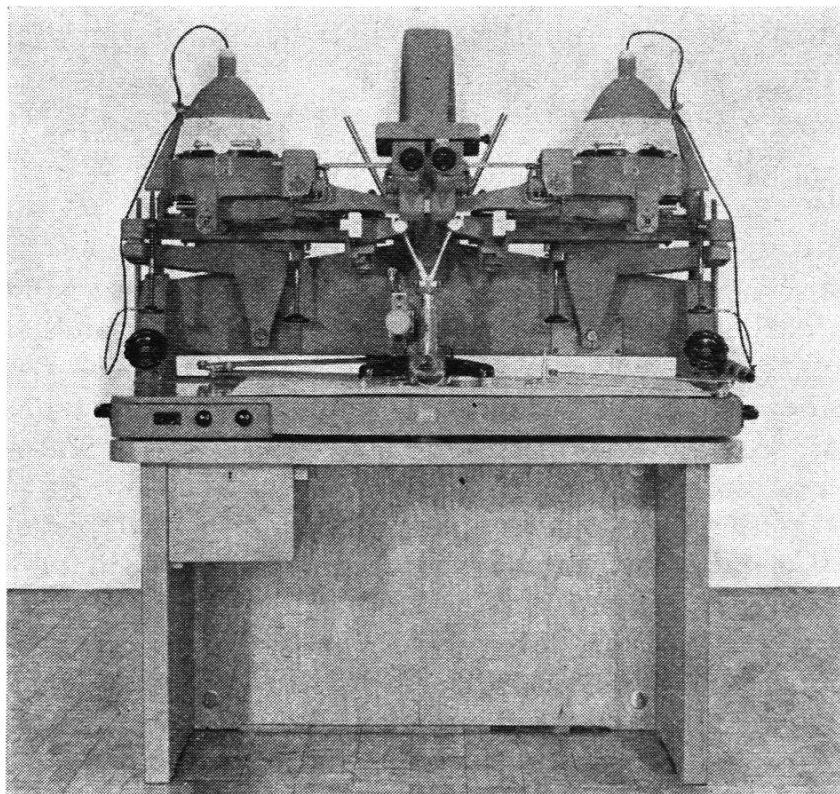


Abb. 1

Der Diplom-Ingenieur wird zwar nur selten in die Lage kommen, dauernd als Operateur an Stereokartiergeräten zu arbeiten; aber er wird oftmals selbst Auswerter schulen oder deren Arbeiten prüfen müssen. Eigenes Können ist dafür die beste Grundlage.

Auch wenn der Diplom-Ingenieur auf dem Gebiete der Photogrammetrie später *wissenschaftlich* tätig sein will, halten wir die praktische Beherrschung der photogrammetrischen Auswertetechnik für eine unabdingbare Voraussetzung. Das gleiche gilt für den künftigen Konstruktionsberater beim Bau photogrammetrischer Geräte.

Die stereoskopische Auswertung von Luftbildern beschränkt sich jedoch nicht nur auf die Kenntnis des Auswertegerätes und seiner Handhabung; das topographische und kartographische Empfinden für Form, Inhalt und Darstellung des Geländes, das dem Anfänger meist ebenso neu ist wie das Gerät, muß gleichzeitig geweckt und gefördert werden. Des-

halb haben wir es für notwendig erachtet, die Anleitungen hauptsächlich in Form von Beispielen für alle gebräuchlichen Maßstäbe zu geben, die bis an die Grenze dessen gehen, was ein qualifizierter Techniker letzten Endes einwandfrei beherrschen muß.

Weil erfahrungsgemäß auch an verschiedenen anderen Stellen nach geeigneten Instruktionswegen gesucht wird, soll das bei uns bevorzugte Lehrsystem hier näher beschrieben und begründet werden.

Die praktische Ausbildung in Photogrammetrie stellt den Lehrer vor zwei grundsätzliche Fragen:

1. Wie ist ein Techniker auszubilden, der keine besonderen theoretischen Vorkenntnisse besitzt und dessen spätere berufliche Hauptaufgabe die Auswertung von Luftbildern sein soll?
2. Wie weit soll die *praktische* Ausbildung von leitendem technischem Personal, zum Beispiel Diplom-Ingenieuren, gehen, und wie soll sie erfolgen?

Warum sind diese Fragen so wichtig? Die photogrammetrischen Auswertorganisationen haben mit der Ausbildung des *Operateurnachwuchses* meist beträchtliche Mühe. Außerdem blockiert die Ausbildung die normale Produktion des Betriebes. Das gilt besonders für jene Betriebe und Behörden, bei denen sich dringende Planungsaufgaben stellen, die nur mit Hilfe der Photogrammetrie zeitgerecht gelöst werden können, sowohl in wirtschaftlich hochstehenden Ländern als auch in Entwicklungsgebieten. Die Bereitstellung des notwendigen Auswertepersonals stellt fast überall einen entscheidenden und empfindlichen Engpaß dar; hier kann nur eine gut durchdachte, systematische eigene Ausbildung, die den übrigen Betrieb nicht stören darf, Abhilfe schaffen.

Leider wird an Schulen, bei Behörden und sogar in vielen Privatbetrieben zu wenig für eine *rationelle* Ausbildung jenes Personals getan, dessen Endstufe – wenigstens für mehrere Jahre – die reine Auswertetätigkeit sein soll.

Der zweite fühlbare Mangel in der photogrammetrischen Praxis ist der nur teilweise gedeckte Bedarf an *technischen Führungskräften* (Ingenieuren und Diplom-Ingenieuren), die neben der Betriebsorganisation auch so viel von der Handfertigkeit des Operateurs nicht nur verstehen, sondern auch beherrschen, daß sie

1. besonders bei schwierigen Problemen selbst aushelfen können,
2. allfällige Geräteschwierigkeiten weitgehend beheben,
3. neue Verfahren beurteilen und einführen können und
4. in der Lage sind, den Auswerter- und Ingenieurwachstum selbst zu schulen und ständig weiterzubilden.

Deshalb ist es auch für den Hochschul-Ingenieur empfehlenswert, noch vor Eintritt in die Praxis an der Hochschule eine einfache, der verfügbaren Zeit angemessene, aber trotzdem doch gründliche Auswerteschulung mitzumachen. Selbst der Ingenieur, der in seiner Praxis nur mit der Anwendung und dem Einsatz der Photogrammetrie zu disponieren

hat, wird weniger Schwierigkeiten ausgesetzt sein und sich mit dem Photogrammeter besser verstehen, wenn er sich neben der Aneignung von Kenntnissen über Signalisierung, Flugplanerstellung, Paßpunktbestimmung, Identifikation, Interpretation, Feldvergleich und Ergänzungsmessungen rechtzeitig *mit der Auswertepaxis* befaßt, um zu wissen, was die Photogrammetrie im einzelnen leisten kann, damit er die vom Photogrammeter gelieferten Pläne, Karten, Koordinaten und Profilmessungen richtig zu beurteilen und zu verifizieren versteht. Wo liegen nun die Schwierigkeiten der Auswertebildung an sich, welche Voraussetzungen sind erfahrungsgemäß zu beachten, und welche Fehler sind zu vermeiden?

Da die teuren photogrammetrischen Auswertegeräte der Kartenproduktion nicht entzogen werden sollen, versucht man mit Recht, wesentlich billigere Behelfsgeräte für die Ausbildung zu verwenden. Dieser Weg kann sehr richtig, aber er kann auch sehr falsch sein, je nach dem, für welchen Gerätetyp man sich entscheidet.

Es wäre schade, für die Ausbildung teure Geräte aus der Produktion zu ziehen. Als gute Ausbildungsgeräte sollte man trotzdem jedoch nur solche gelten lassen, deren Konstruktion auf *einer strengen geometrischen*

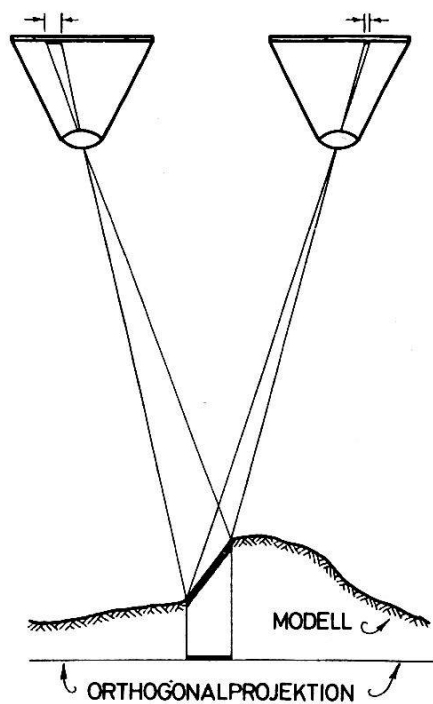


Abb. 2

Lösung der stereophotogrammetrischen Grundaufgabe beruht, das heißt Geräte, in denen die beiden Zentralperspektiven eines Aufnahmepaares unmittelbar in eine Orthogonalprojektion verwandelt werden, welche das aufgenommene Gelände getreu wiedergibt (Abb. 2).

Es ist auch größter Wert auf die Anschaulichkeit des Konstruktionsprinzips des Auswertegerätes zu legen, damit der Anfänger den Vorgang der Strahlenschnitte zur Erzeugung des Gelände-modells ständig vor Augen hat und ihn dadurch leichter begreift (Abb. 3a-d). Gleichzeitig ist aber auch zu verlangen, daß die Orientierungselemente des Übungsgerätes denen der Produktionsgeräte weitgehend entsprechen, so daß eine spätere Umschulung auf die Produktion nicht mehr viel Zeit beansprucht (Abb. 4).

Ablehnen sollte man für Ausbildung und Vermessungspraxis alle Geräte, die die Forderung nach einer strengen geometrischen Lösung nicht oder nur näherungsweise oder nur für spezielle Annahmen erfüllen. Die oft recht interessanten Theorien für die Verwendung solcher Behelfsgeräte sind für die Praxis mehr Behinderung als Hilfe; sie bringen oftmals mehr Ärger als Nutzen. Die bei Behelfsgeräten meist notwendigen

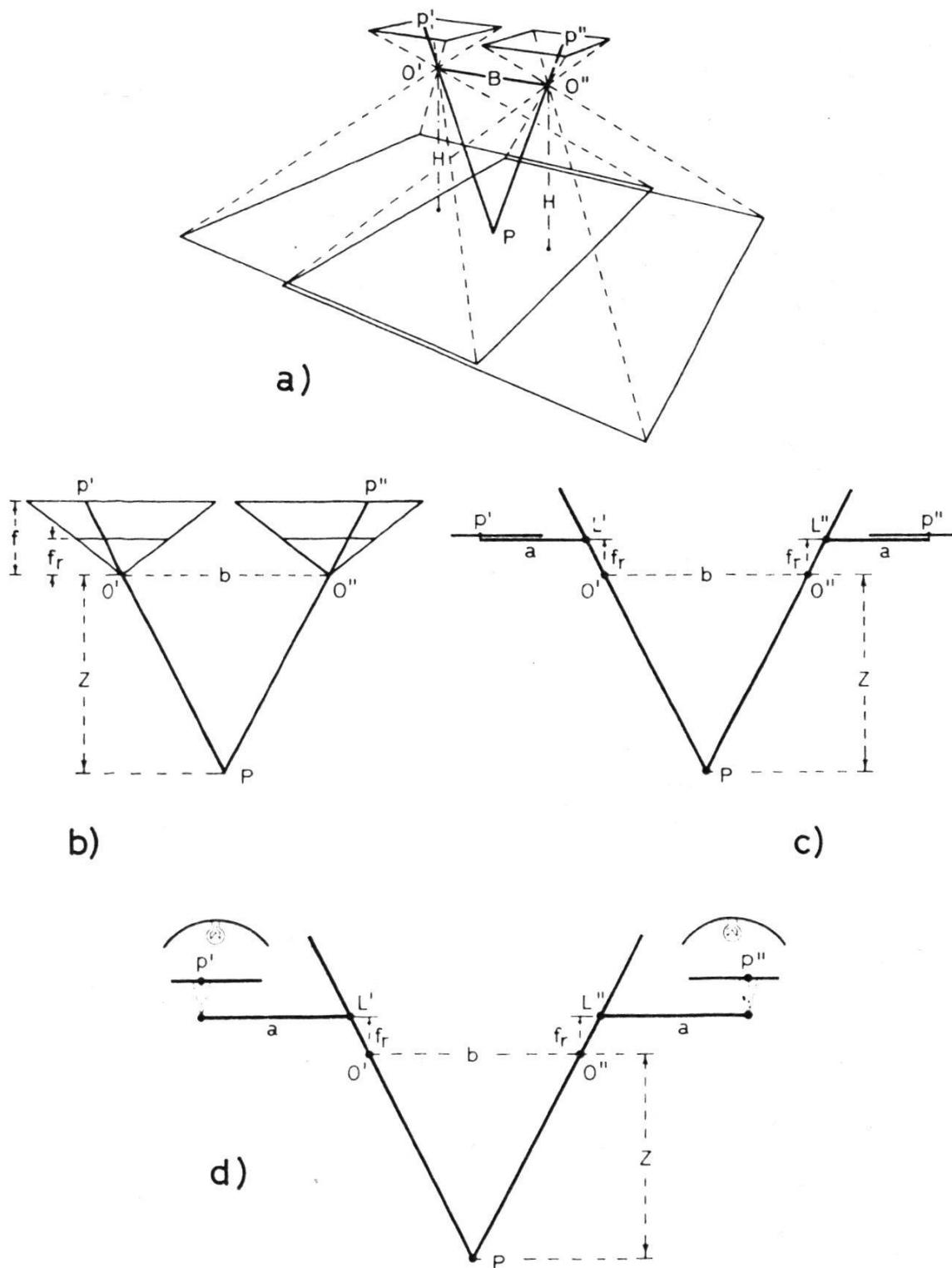


Abb. 3a-d

Resultatverbesserungen verursachen erfahrungsgemäß auch mehr Aufwand und bleiben im Vergleich zu den Geräten mit strenger Lösung doch recht unbefriedigend.

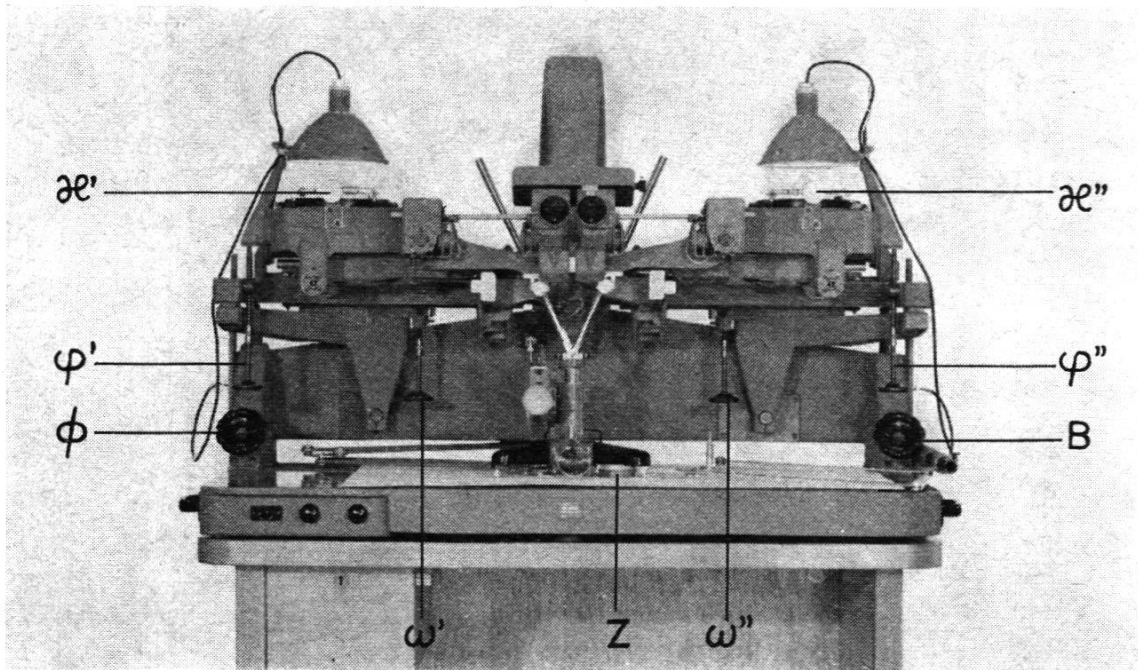


Abb. 4

Die Produktionsgeräte sind in den meisten Fällen für eine *Handrad-*führung der Meßmarke in X- und Y-Richtung eingerichtet. Damit jedoch der Anfänger das Geländemodell mit der Meßmarke zunächst möglichst einfach abtasten kann, ziehen wir für die Schulung eine *Freihandführung* des Zeichenstiftes vor (Abb. 5).

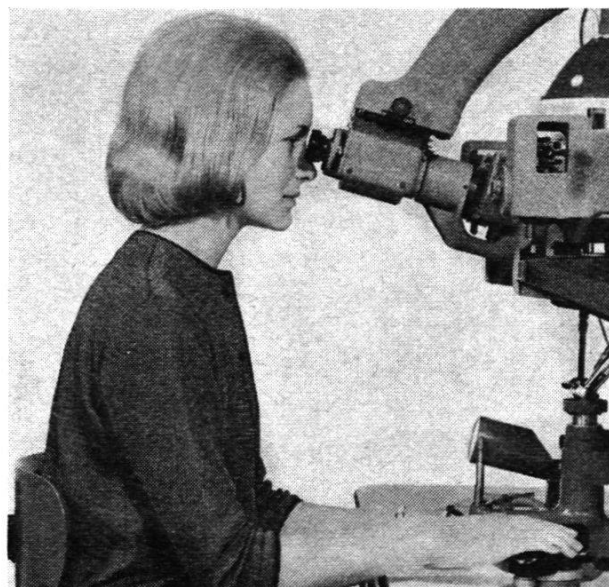


Abb. 5

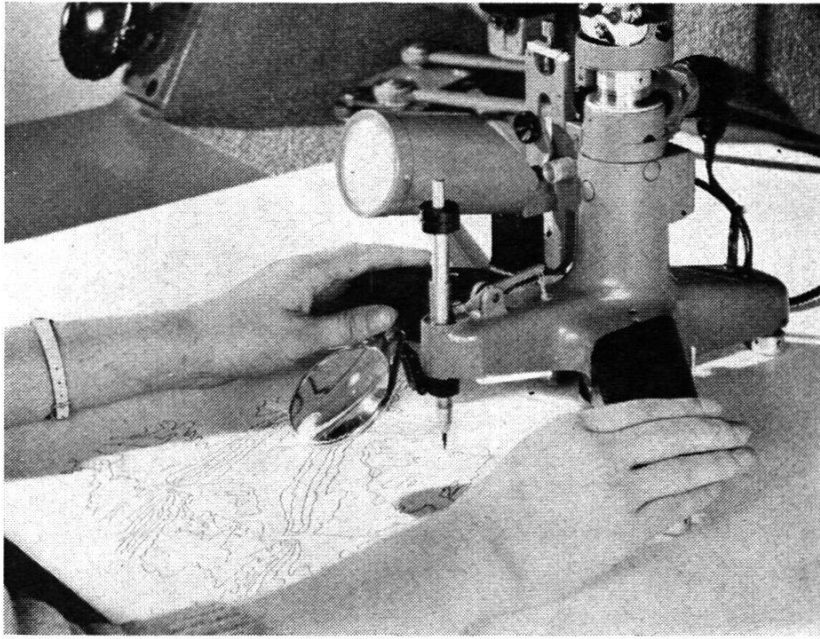


Abb. 6

Der *Kleinaviograph B9* erfüllt alle diese gewünschten Forderungen für die Ausbildung, denn:

1. Die Konstruktion ist geometrisch streng und dank dem einfachen Aufbau sehr anschaulich (Vergleich der Abb. 3d und I).
2. Das Gerät besitzt dieselben Orientierungselemente wie die in der Praxis sehr verbreiteten Auswertegeräte A8 und B8; eine Umschulung bietet daher keine Schwierigkeiten.
3. Der B9 eignet sich bei der Schulung für die Ausmessung von Senkrechtbildpaaren, die entweder mit Weit- oder Überweitwinkelobjektiven aufgenommen wurden. (In der Praxis ist der B9 in erster Linie für die Auswertung von Überweitwinkelaufnahmen gedacht.)

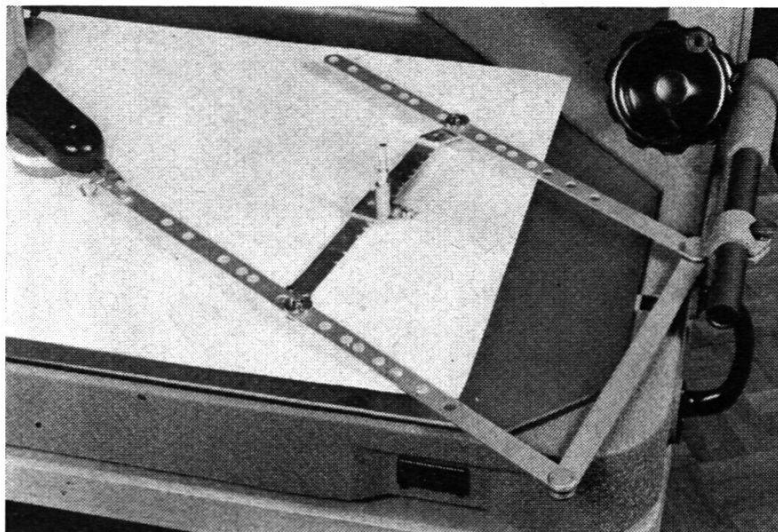


Abb. 7

4. Die Kartenzeichnung kann auf verschiedene Weise erfolgen:

- a) Im *Modellmaßstab*, wenn der Zeichenstift an dem freihändig geführten Lenkerfuß angebracht ist (Abb. 6).
- b) Für eine *Maßstabsverkleinerung* ist der Anschluß eines leichten Parallelogrammpantographen (Abb. 7) oder eines, hier allerdings zu aufwendigen, Präzisionsstabpantographen (Abb. 8) vorgesehen.

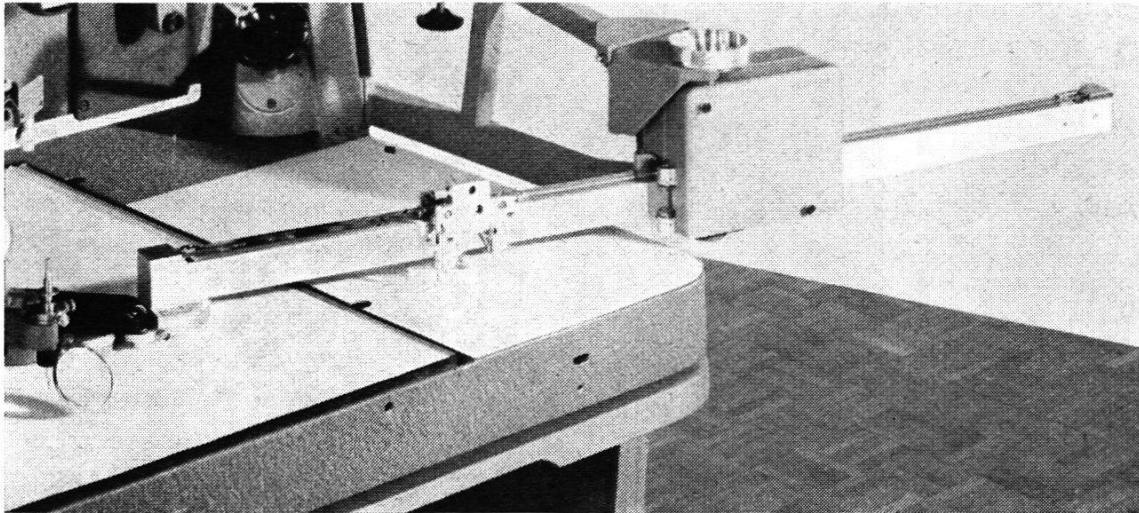


Abb. 8

- c) Zur *Maßstabsvergrößerung* dient ein Stabpantograph, der auf einem zusätzlichen, an die Grundplatte des B9 angeschraubten Zeichentisch zeichnet (Abb. 9).

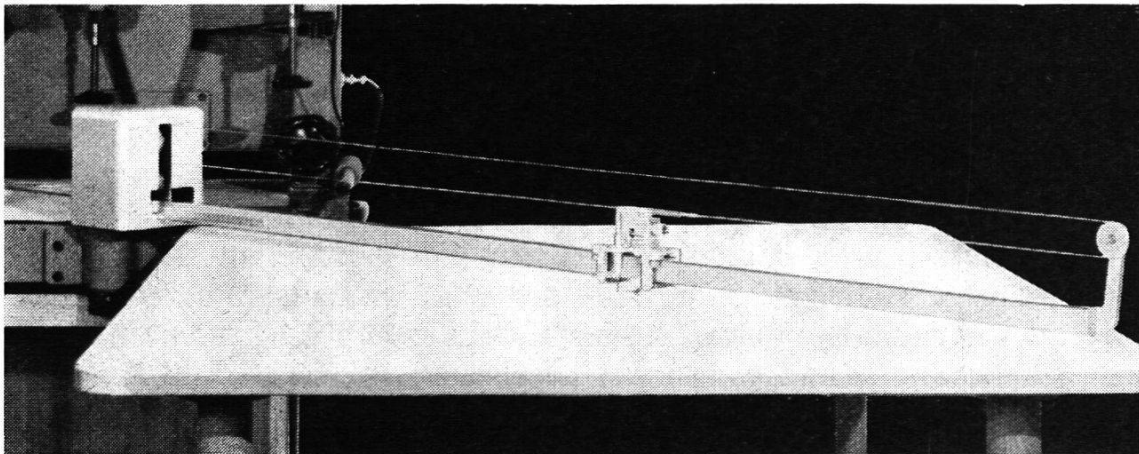


Abb. 9

5. Schulungen sind möglich für den breiten Bereich der Kartierungsmaßstäbe von 1 : 2000 bis 1 : 100 000.
6. Die Möglichkeit, Überweitwinkelaufnahmen auszuwerten, erleichtern dem Anfänger die Orientierung der Aufnahmen und der Meßmarkenführung, weil die Raumwirkung bei den Basisverhältnissen des Überweitwinklers von 1 : 1 bis 1 : 2 besonders hoch ist.

- Die Bildbetrachtung erfolgt im Durchlicht mittels einer guten, 7,5fach vergrößernden Optik mit großem, hellem Gesichtsfeld (Bildfelddurchmesser 22 mm = 44 mm im Originalbild 23 × 23 cm) (Abbildung 10).

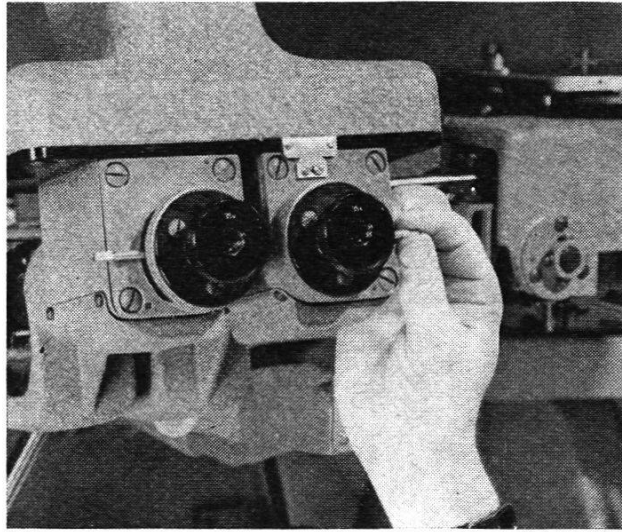


Abb. 10

- Dank der Verkleinerung der Originalaufnahmen auf das Diaformat 12 × 12 cm ist das Gerät sehr kompakt und braucht wenig Platz. Die Karte entsteht unmittelbar vor oder neben dem Operateur. Er kann seine Kartierarbeit daher ständig verfolgen, kontrollieren und verbessern.
- Schließlich, und das gehört wohl mit zum Wichtigsten: die Anschaffungskosten des B9 sind niedrig; Störanfälligkeit und Abnutzung sind nicht zu befürchten.
- Daß der B9 außerdem auch das *normale* und *billigste* Kleinkartiergerät der Praxis für die kleinmaßstäbliche Kartierung ist, sei nur ergänzend erwähnt.

Neben dem Gerät spielen aber für die Ausbildung auch die verfügbare Ausbildungszeit und das Vorhandensein von geeignetem Bildmaterial eine wichtige Rolle. Besonders bei der Hochschulausbildung der Vermessungsingenieure in Photogrammetrie ist die vorgesehene Ausbildungszeit sehr knapp bemessen; ebenso beschränkt ist die Anzahl der Assistenten im Vergleich zur Hörerzahl. Deshalb erstellen wir an der ETH Studienbehelfe, die es ermöglichen, die Orientierung von Bildpaaren und deren Ausmessung nach Lage und Höhe anhand von *vorbereiteten Musterbeispielen* zu üben und zu prüfen. 12 Bildpaare in den Originalbildmaßstäben von 1:6000 bis 1:70000 wurden im Umbildgerät U9 auf das Diaformat 12 × 12 cm (Bildformat 11,5 × 11,5 cm) umgebildet, wobei außer der Restverzeichnung auch die Erdkrümmungs- und Refraktionsinflüsse kompensiert sind. Es steht also Auswertematerial mit Paß- und Kontrollpunkten für Kartierungen in den Maßstäben 1:2000 bis 1:100000 zur Verfügung.

Um einerseits den Studenten zu zeigen, wie eine richtige Auswertung durchzuführen ist, und andererseits eine rasche Kontrolle des Resultats durch die Assistenten oder Übungsleiter zu ermöglichen, wurden alle Kartierungen von versierten Operateuren an Präzisionsgeräten ausgeführt und anhand vorhandener schweizerischer Plan- und Kartenunterlagen verifiziert. Der Student erhält jeweils entweder für ein Viertelmodell eine Auswertung als Vorlage oder nur die «Anweisung für die Kartenerstellung» für den gewünschten Maßstab als Arbeitsunterlage. Die gesamte Ausmessung wird schließlich mit Hilfe eines Transparents von einem Assistenten überprüft und das Auswerteergebnis mit dem Studenten besprochen. Der Student erhält nach Bereinigung seiner Arbeit eine Kopie der Musterauswertung zum Vergleich und für die zu generalisierenden Kleinmaßstäbe den entsprechenden Ausschnitt aus dem zugehörigen schweizerischen Kartenblatt.

Dieses Schulungsmaterial bewährt sich auch bei jeder sonstigen Ausbildung von Operateuren, denn es bietet dem Ausbildner die Möglichkeit einer objektiven Kontrolle der Resultate seiner Schüler sogar dann, *wenn er selbst kein perfekter Auswerter ist.*

Für technische Schulen, neu einzurichtende photogrammetrische Betriebe und amtliche Auswertestellen kann der B9 mit dem vorhandenen Schulungsmaterial ein ebenso willkommenes Hilfsmittel für die einwandfreie Ausbildung von Photogrammetern sein wie an der ETH.

Die technische Ausbildung zum Operateur geht etwa folgenden Weg:

1. Prüfung des stereoskopischen Sehvermögens.
2. Anwendung des Spiegelstereoskops, Orientieren der Bilder, Parallaxenmessungen mit dem Stereomikrometer (laut Gebrauchsanweisung für das Spiegelstereoskop).
3. Stereoskopisches Luftbildlesen, Identifikation und Interpretation des Bildinhalts als Vorbereitung für die Ausmessung am B9.
4. B9: im vororientierten Modell Aufsetzen der Meßmarke mit Höhenablesungen.
5. Ziehen einzelner Schichtenlinien.
6. Kartieren einzelner charakteristischer Teile der Planimetrie in ebenen, hügeligen und gebirgigen Bildteilen.
7. Aufsetzen der Meßmarke bei Bewuchs und in Schattenpartien des Bildes.
8. Gegenseitige Orientierung einfacher Modelle.
9. Absolute Orientierung.
10. Kartierung von Modellteilen gemäß Muster.
11. Kartierung des ganzen Modells.
12. Gegenseitige und absolute Orientierung von Modellen in gebirgigem Gelände.
13. Kartierung von Gebirgsmodellen.
14. Generalisierung bei kleinen Maßstäben.
15. Rechnerische Orientierung mit Parallaxenmessung (Meßuhr an einem ω -Arm).

16. Kontrolle des Justierzustandes des B9.
17. Graphische modellweise Aerotriangulation.
18. Rechnerische Modelltransformation.
19. Weiterschulung an Geräten mit *Handradführung und Fußscheiben* der Meßmarke (an der ETH: A8).
20. Weiterschulung an Geräten mit Basiskomponenten *by, bz* und eventuelle Koordinatenregistrierung. Rechnerische Orientierung. An der ETH: A7 mit EK5, A9 (im A9 kann man dieselben verkleinerten Dias verwenden wie im B9) und Kern PG2.
21. Registrierte Profilmessungen mit Profiloskop.
22. Aerotriangulation in Streifen und Blöcken (A7, A8, A9).

Für größere Betriebe könnte die zusätzliche Anschaffung eines Umbildgerätes U9 erwogen werden (Abb. 11), um die Weiterschulung anhand von Aufnahmen des eigenen Aufgabenkreises vornehmen zu können.

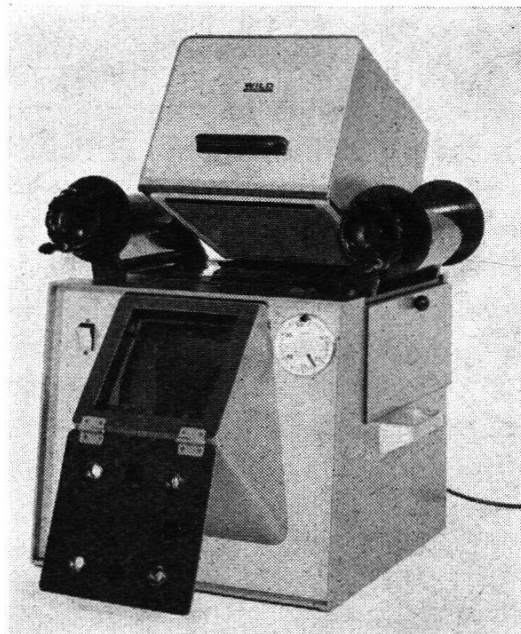


Abb. 11

Zur Vorbereitung auf den beschriebenen B9-Lehrgang erhält jeder Teilnehmer je eine Gebrauchsanweisung für das Spiegelstereoskop mit Stereomikrometer und für den B9.

Zum Schluß noch ein Hinweis für die Auswahl der Techniker, die als Photogrammeter ausgebildet werden sollen:

1. Ein gutes stereoskopisches Sehvermögen ist in allen Fällen eine *unumgängliche Voraussetzung* eines brauchbaren Auswerters.
2. Für die großmaßstäbliche Ausmessung sind *vermessungstechnische* Vorkenntnisse erwünscht.
3. Für Ausmessungen in den Maßstäben 1 : 5000 und 1 : 10000 ist *topographische* Erfahrung notwendig.

4. Für Ausmessungen 1 : 20000 bis 1 : 100000 ist außerdem eine vorgängige *kartographische* Praxis sehr zu empfehlen, denn hier kann das richtige Empfinden für die Generalisierung im jeweiligen Maßstab schon während der Auswertung die spätere kartographische Überarbeitung bereits wesentlich unterstützen.

Hinweise zu den einzelnen Punkten des Ausbildungsprogrammes

1. Prüfung des stereoskopischen Sehvermögens

Prüftafel für stereoskopisches Sehvermögen mit Taschenstereoskop verwenden! Eventuell augenärztliche Untersuchung!

2. Anwendung des Spiegelstereoskops

Orientieren der Bilder nach der Gebrauchsanweisung, x -Parallaxenmessungen mit dem Stereomikrometer.

3. Stereoskopisches Luftbildlesen, Identifizieren und Interpretieren des Bildinhaltes

Verwendung der Papierkopien aus den einzelnen Beispielen, Vergleich mit der zugehörigen Ausmessung und dem zugehörigen Plan- oder Kartenausschnitt. Durchmustern einiger Bildteile, Vergleich der Darstellung im Plan, in der Ausmessung und im Luftbild. Hiernach anhand der Vergrößerung etwa auf 40×40 cm eigene Bildidentifikation zum Beispiel auf einer glasklaren Zellophanfolie als Grundlage für die Auswertung der Planimetrie auf dem B9.

Was wird dargestellt? Welche Objekte werden im entsprechenden Plan- oder Kartenmaßstab dargestellt? Wie werden sie dargestellt? Bei kleinen Maßstäben muß sich der Auswerter stets die Frage vor Augen halten, was und wie zu generalisieren sein wird.

Auch das Studium der topographischen Formen und die Disposition für die spätere Ausmessung erfolgt bereits unter dem Spiegelstereoskop, denn hier überblickt der Auswerter gleichzeitig das ganze Modell. Er lernt das Gelände in seiner Gesamtheit kennen und kann dann die jeweiligen Bildausschnitte im Okular des Auswertgerätes besser in das Gesamtbild einordnen.

4. Punkt

Der Instruktor orientiert ein Bildpaar im B9 und stellt dem Eleven die Aufgabe, in 15 regelmäßig verteilten Punkten des Modells, die beispielsweise vorher in der Vergrößerung 40×40 cm bezeichnet werden, die Meßmarke auf das Gelände aufzusetzen und an dem Glasmaßstab die Höhen abzulesen (Abb. 12). Die Punkte können verschiedenen Schwierigkeitsgrad haben. Er soll auch Punkte messen lassen, die schlecht einstellbar sind, wie Turmspitzen, Leitungsmaste usw., und den Eleven darauf hinweisen, welche Schwierigkeiten hier auftreten und warum man solche Punkte in der Auswertpraxis vermeidet. Alle 15 Punkte werden in einem Durchgang durchgemessen und die Höhenablesung in ein Formblatt notiert. Es folgt ein zweiter, dritter, vierter und fünfter Durchgang und

die Berechnung der mittleren Höheneinstellfehler für jeden Punkt einzeln und schließlich des allgemeinen mittleren Höheneinstellfehlers (innere Genauigkeit).

Diese Übung sollte mit Modellen in mehreren Maßstäben wiederholt werden, wobei man sich bei einiger Routine auf 2 oder 3 Durchgänge beschränken kann.

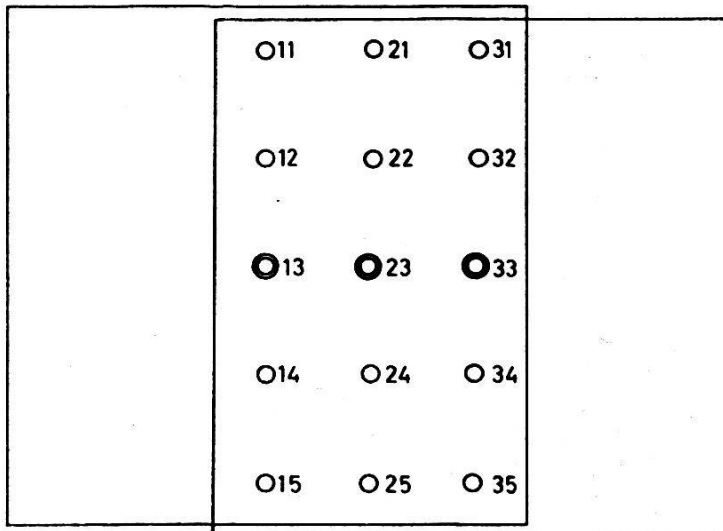


Abb. 12

Es empfiehlt sich, jeweils den mittleren Höheneinstellfehler auch in Promille der mittleren Flughöhe zu berechnen.

Die Ermittlung des mittleren Höheneinstellfehlers soll nach einigen Trainingstagen wiederholt werden, um zu sehen, wie sich die Sicherheit des Eleven im Erfassen der Höhen steigert.

Bei allen systematischen Arbeiten ist jeweils auch die aufgewendete Zeit zu notieren, damit sowohl der Instruktor als auch der Eleve die Fortschritte erkennen.

Außerdem soll sich der Eleve durch sorgfältiges Notieren des Zeitaufwandes daran gewöhnen, bei der praktischen Arbeit zuverlässige Kalkulationsgrundlagen zu schaffen.

5. Ziehen einzelner Höhengschichtenlinien

Das Ziehen einzelner Schichtenlinien kann jeweils an die vorangehende Übung des Aufsetzens der Meßmarke auf das Gelände geübt werden. Hier kann sich der Eleve jedoch sehr leicht verzetteln; der Instruktor muß deshalb bestimmte Schichtlinien, die von Eleven gezogen werden sollen, vorschreiben. Zum Beispiel:

- a) Eine geschlossene Schichtenlinie um eine Kuppe.
- b) Eine Schichtenlinie an einem Hang.
- c) Schichtenlinie an einem Sattel.
- d) Schichtenlinien an einer Kleinform.
- e) Schichtenlinien im Schatten.
- f) Schichtenlinien in flacherem Gelände.

- g) Schichtenlinie in bewachsenem Gelände, eventuell im Wald.
- h) Verfolgen einer Schichtenlinie über Wege, Bäche, Gräben, Dämme und Böschungen.
- i) Verfolgen einer Schichtenlinie durch Siedlungen.
- j) Schichtenlinien und Formlinien im Wald.

6. Kartieren einzelner charakteristischer Teile der Planimetrie in ebenen, hügeligen und gebirgigen Bildteilen

Der Reihe nach in allen Maßstäben üben, besonders die Darstellung gemäß dem Zeichenschlüssel oder Musterblatt für den jeweiligen Maßstab:

- a) Wege, Bäche, Dämme, Böschungen, Brücken, Häuser, Siedlungen usw.;
- b) bei Kleinmaßstäben Überlegungen wegen der Generalisierung.

7. Nochmaliges Üben des Aufsetzens der Meßmarke bei Bewuchs und in Schattenpartien des Bildes

Mehrfach ausführen mit Fehlerrechnung wie bei Punkt 4.

8. Gegenseitige Orientierung einfacher Modelle (Gebrauchsanweisung B9)

- a) Einlegen der zentrierten Bilder.
- b) Einstellen der Bildweite.
- c) Eindrehen der Basis.

Verfolgung der Wirkung an den y - und x -Parallaxen in den 6 charakteristischen Orientierungspunkten bei Betätigung von κ' , κ'' , φ' , φ'' , ω' , ω'' . Aufzeichnung des Punktweges im Gesichtsfeld für jede Orientierungsbewegung gesondert in einem Einpaßprotokoll.

- d) Orientierung nach dem in der Gebrauchsanweisung beschriebenen Verfahren.

- e) Gegenseitige Orientierung an mehreren Modellen üben.

Eventuell verbleibende y -Parallaxenreste in Vierteln des Meßmarkendurchmessers notieren!

Zeitaufwand notieren!

Überprüfung der y -Parallaxenfreiheit jedes gegenseitig orientierten Modells durch den Instruktor!

9. Absolute Orientierung

Gemäß Gebrauchsanweisung B9 mit 3 bis 4 günstig liegenden Paßpunkten ausführen und mit allen anderen kontrollieren. Eventuell korrigieren!

Restfehlerprotokoll! Zeitaufwand notieren!

10. Kartierungsübungen von Modellteilen in den vom Eleven selbst orientierten Modellen

Präzise Aufgabenstellung durch den Instruktor.

11. Kartierung ganzer Modelle ohne Vorlage

Die wichtigste Vorbereitung ist die Gliederung des Modells zum Beispiel durch Zeichnen des Hauptwegenetzes. Dadurch ist das Gebiet in kleinere Maschen aufgeteilt. Nun wird in jede Masche vollständig kartiert,

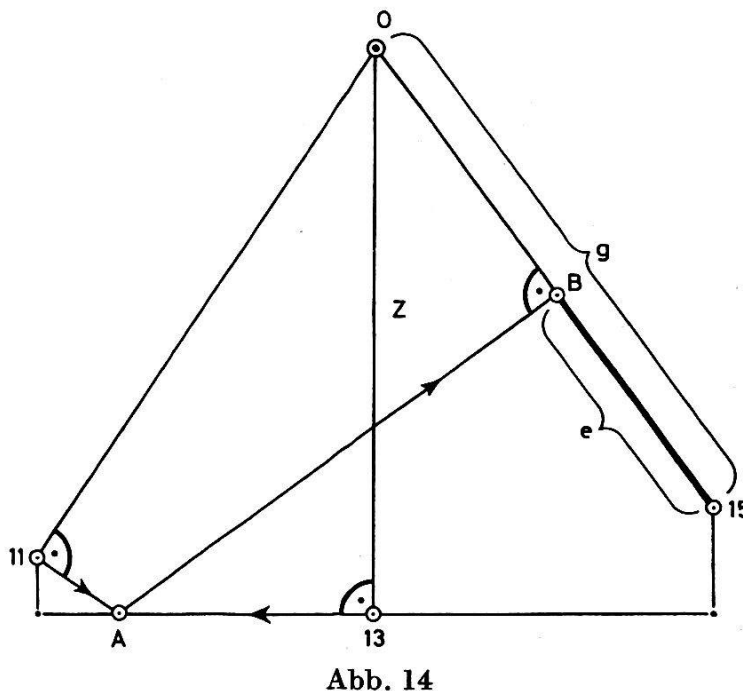
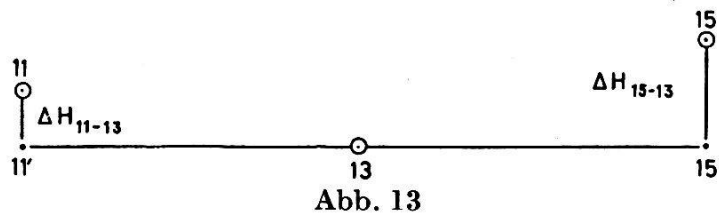
eventuell vorher noch unterteilt, wenn die Maschen zu groß sind. Trennung beachten: Wege für sich kartieren, dann Gewässer und Tallinien für sich, desgleichen Böschungen, Siedlungen usw. Dasselbe geschieht mit der Höhenkartierung; zunächst Erfassen der Großformen, zum Beispiel mit Zehnerschichtlinien, anschließend Auffüllen mit Großformschichtenlinien, dann maschenweise Kleinformenlinien, schließlich Höhenknoten setzen. Immer die jeweilige Instruktion genau beachten.

Bei allen Kartierarbeiten auf gutgespitzte Bleistifte und Farbminen achten. Häufig nachspitzen, richtige Härte der Bleistifte je nach Luftfeuchtigkeit und Zeichenfolie wählen.

12. Gegenseitige und absolute Orientierung von Gebirgsmodellen

Die Orientierung erfolgt nach denselben Verfahren wie bei ebenem Gelände. Nur der Überkorrekturfaktor für die Querneigung muß gesondert bestimmt werden. Für einen oder, besser, für zwei Querschnitte werden die 3 charakteristischen Punkte der relativen Orientierung im Grundriß kartiert (Abb. 13) und ihre Höhen abgelesen. Ferner ermittelt man die Höhe des zugehörigen Basisendpunktes über dem Lenkerschnittpunkt im Bildnadir und konstruiert gemäß Abb. 14 die Strecken g und e .

Das Verhältnis $g/e = k$ ist der gesuchte Überkorrekturfaktor. Die absolute Orientierung erfolgt auf gleiche Weise wie im ebenen Modell. Bei extremen Höhenunterschieden der Paßpunkte müssen für die genaue Basiseinstellung die *Raumstrecken* verglichen werden.



13. Kartierung von Gebirgsmodellen

Die Kartierung von Gebirgsmodellen erfolgt wie bei ebenen Modellen, nur ist die kontinuierliche Höhenverstellung während der Ausmessung der Planimetrie besonders zu üben.

14. Generalisieren bei kleinen Maßstäben

Unsere Beispielsammlung enthält zur Schulung der Generalisierung die entsprechenden Ausschnitte aus den amtlichen Kartenwerken der Schweiz. Der Vergleich von Luftbild, eigener Kartierung und gedruckter Karte gibt dem Operateur für alle Fälle hinreichende Anhaltspunkte für den Unterschied zwischen der exakten Darstellung der notwendigen Generalisierung und der vergrößerten Darstellung einzelner Objekte durch Signaturen.

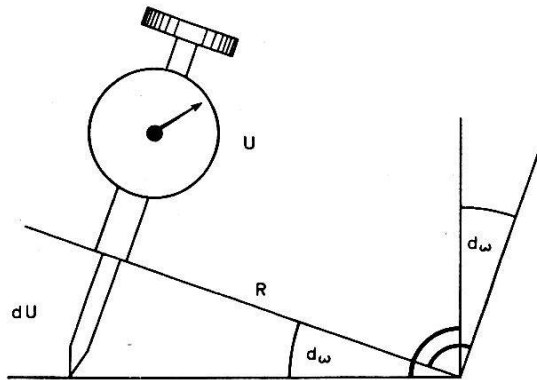


Abb. 15

15. Rechnerische Orientierung mit y -Parallaxenmessung

Es ist zwar in der Praxis nicht üblich, an einfachen Stereokartiergeräten rechnerische Orientierungsverfahren zu verwenden; die Geräte sind ja meist mit keinen Einrichtungen zur genauen Messung von y -Parallaxen ausgestattet. Nichtsdestoweniger kann man den B9 ohne weiteres sehr einfach mit einer Hundertstel-Meßuhr für ω ausstatten, mit der man die an Großgeräten anwendbare rechnerische Orientierung auch am B9 üben kann. Abbildung 15 zeigt die Anordnung. Die Meßuhr wirkt als Tangentenschraube. Der genaue Abstand R der Spitze des Meßbolzens vom ω -Drehpunkt muß bekannt sein. Das Verhältnis der Differenz dU der ω -Ablesungen in Millimetern zum gemessenen Hebelarm R gibt die y -Parallaxe im Bogenmaß $d\omega = dU/R$, woraus sich die *Bildparallaxe* für die jeweilige Ordinate y_i aus

$$p_{yi} = f \cdot \left(1 + \frac{y_i^2}{f^2} \right) \cdot d\omega$$

und die *Modellparallaxe* gemäß Abbildung 16 aus

$$P_{yi} = Z_i \cdot \left(1 + \frac{Y_i^2}{Z_i^2} \right) \cdot d\omega \quad \text{ergibt.}$$

Mit Hilfe der Meßuhr werden in den 6 charakteristischen Bildpunkten die $d\omega$ gemessen, ihre p_{yi} oder P_{yi} berechnet und in die bekannten Formeln für die rechnerische Orientierung ebener beziehungsweise gebirgiger Modelle eingesetzt und die Orientierungselemente ermittelt. Zum Einführen der Orientierungselemente in den B9 sind zusätzliche Skalen mit Nonien für α und φ erforderlich.

Auch die rechnerische Modellnachdrehung für die absolute Orientierung kann man auf dem B9 üben. Sind die im B9 abgelesenen Ist-Höhen der gegebenen Paßpunkte H_i , die bekannten Soll-Höhen H_i und ihre Differenzen $\Delta H_i = H_i - H_i$, so gelten zur Bestimmung der Modellnachdrehungen $d\Phi$ und $d\Omega$ sowie der Nullpunktskorrektur dH_0 des Höhenmaßstabes die Gleichungen

$$\Delta H_i = dH_0 + \left(X_i - \frac{[X]}{n} \right) \cdot d\Phi + \left(Y_i - \frac{[Y]}{n} \right) \cdot d\Omega$$

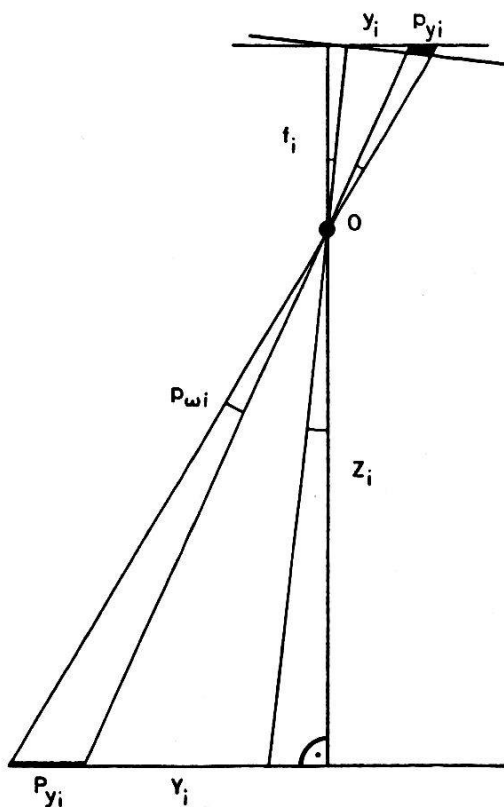


Abb. 16

für $i = 1, 2 \dots n$ Paßpunkte mit gegebenen Höhen. Die Lagekoordinaten X_i, Y_i werden dem Plan entnommen. Der Ursprung kann beliebig liegen.

Für $i = 3$ ist die Aufgabe eindeutig bestimmt, für $i > 3$ könnte man das lineare Gleichungssystem zum Beispiel auch mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate lösen, was man in Großgeräten bei Profilmessungen auch zu tun pflegt. $d\Phi, d\Omega$ und dH_0 können in den B9 direkt eingeführt werden.

16. Punkt

Die Justierung des Gerätes wird anhand der Gebrauchsanweisung geprüft.

17. und 18. Punkt

Die graphische modellweise Aero-triangulation und die rechnerische Modelltransformation ließen sich am B9 zwar auch üben, aber die Behandlung dieser Aufgaben geht über den Rahmen der normalen Technikerausbildung hinaus.

Wie der Übergang auf Großgeräte erfolgt, deuten die Punkte 19 bis 22 des Ausbildungsplanes an. Wer die beschriebene Ausbildung am B9 absolviert hat, wird an den Großgeräten erfahrungsgemäß keine Schwierigkeiten vorfinden.