

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

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural

Band: 54 (1956)

Heft: 12

Artikel: Neue photogrammetrische Auswertegeräte

Autor: Löscher Wilfried

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-212735>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 27.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

gungsanlagen unsere Grundwasservorkommen – die letzten Reserven unserer Wasserversorgung – einer weiteren Verschmutzung entzogen werden und so noch auf Jahrzehnte hinaus die unerläßlichen Anforderungen erfüllen mögen, die wir auch in hygienischer und chemisch-technischer Hinsicht verlangen müssen.

Neue photogrammetrische Auswertegeräte

Von Wilfried Löscher, Heerbrugg

Vortrag, gehalten am 8. Internationalen Kongreß für Photogrammetrie, Stockholm, Juli 1956

Als Aufgabe der Photogrammetrie ist die rationelle Herstellung von Karten und Plänen größerer Aufnahmegebiete anzusehen. Von praktischer Bedeutung sind vor allem großmaßstäbliche Pläne für Technik und Kataster und kleinmaßstäbliche Karten für militärische Zwecke.

Diese Aufgabengebiete stellen an die photogrammetrische Aufnahme- und Auswertetechnik unterschiedliche Forderungen. Von der großmaßstäblichen Auswertung wird im allgemeinen verlangt, daß sie die für terrestrische Vermessungen angesetzten Fehlergrenzen einhält. Bei der kleinmaßstäblichen Karte sollen möglichst große Gebiete in kürzester Zeit erfaßt werden. In allen Fällen wird auf Steigerung der Wirtschaftlichkeit Wert gelegt.

Diesen verschiedenen Forderungen und Aufgaben entsprechend, werden bei der Firma Wild folgende neue Auswertegeräte entwickelt:

1. Präzisions-Stereokomparator 9 × 9"

Für den Großmaßstab und die Aerotriangulation wird die größte Präzision gefordert. Wegen der Reduktion der Anzahl der möglichen Instrumentalfehler ist bei der Auswertung die größte Genauigkeit zweifellos durch stereoskopische Messung der Bildkoordinaten und die abstrakte mathematische Bearbeitung dieser Werte zu erwarten. Bisher war diese Methode wegen des für die Berechnung erforderlichen Aufwandes nicht diskutabel.

Durch die serienmäßige Herstellung programmgesteuerter Rechenautomaten mit großer Speicherkapazität ist jedoch die rechnerische Aerotriangulation und Einzelpunktauswertung nach Komparatormessungen auch für die photogrammetrische Praxis in den Bereich des Möglichen gerückt worden.

Maßgebend für Konstruktion und Ausführung des neuen Komparators (Fig. 1) waren die Frage der Meßgenauigkeit und das Problem der rationellen Auswertung der Meßergebnisse.

Wie theoretische Untersuchungen und die praktische Erfahrung der Katastervermessung in verschiedenen Staaten gezeigt haben, tritt in Prä-

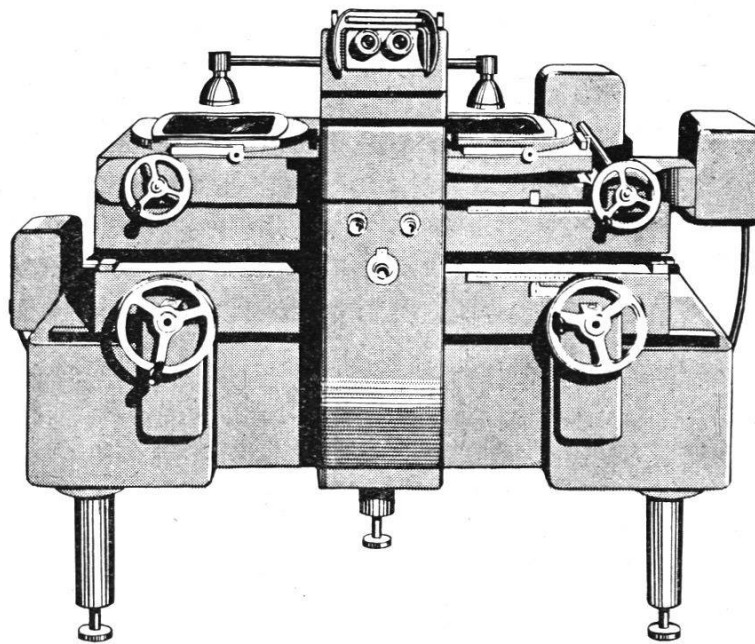


Fig. 1

zisionsauswertegeräten in der Bildebene ein mittlerer Koordinatenmeßfehler von etwa ± 6 Mikron auf.

Um also gegenüber den bisherigen Methoden der Photogrammetrie eine merkliche Leistungssteigerung zu erzielen und um zukünftigen Verbesserungen der Aufnahmetechnik Rechnung zu tragen, mußte der neue Stereokomparator so konstruiert werden, daß eine Meßgenauigkeit von ± 2 Mikron bei der Messung der Bildkoordinaten und Parallaxen erreicht werden kann, wenn die Definition der zu messenden Punkte hierfür ausreicht.

Da die Einstellgenauigkeit in hohem Maß von der Betrachtungsvergrößerung abhängt, wurde neben der 6- und 11fachen Vergrößerung noch eine 20- und 40fache Vergrößerung vorgesehen. Mit Hilfe von gekuppelten Doveprismen können die y -Parallaxen in x -Parallaxen verwandelt und stereoskopisch gemessen werden. Durch optische Bildvertauschung und einen entsprechenden px -Bereich werden bei einer Aerotriangulation systematische Fehler vermieden. Gemessen werden hiebei die Bildkoordinaten des ersten, dritten, fünften ... Bildes und die Koordinatendifferenzen zum zweiten, vierten, sechsten ... Bild.

Für die rechnerische Auswertung einer Aerotriangulation sind hochentwickelte Programmrechenmaschinen mit beträchtlichen Speichermöglichkeiten erforderlich. Andererseits kann die Rechenkapazität und -geschwindigkeit dieser Aggregate durch die Produktion eines Stereokomparators nicht ausgenützt werden. Daher erschien es zweckmäßig, von der Entwicklung eines speziellen Rechengerätes abzusehen und dafür eine möglichst universelle Übertragung der Meßergebnisse in vorhandene serienmäßige Rechenautomaten zu ermöglichen. Dies wurde durch Konstruktion einer Registriereinrichtung nach dem bewährten Prinzip der am A7 verwendeten verwirklicht. Diese Registriereinrichtung erlaubt

mit Hilfe des normalen Fernschreiber-Code die automatische Übertragung der Meßergebnisse in die bekannte IBM-Rechenmaschinen und liefert überdies auf einem Papierstreifen die Koordinaten und Parallaxen in Klarschrift. Die Registrierung erfolgt ebenfalls mit einer Genauigkeit von 2 Mikron.

Durch diese Maßnahmen dürften die zufälligen und systematischen Fehler des Auswertevorganges, soweit beim gegenwärtigen Stand der Technik überhaupt möglich, reduziert sein.

2. Auswertegerät für Überweitwinkelaufnahmen

Mit der Entwicklung des Super-Aviogon, dessen Bildwinkel 120° beträgt, ist auch die Konstruktion eines neuen Auswertegerätes notwendig geworden.

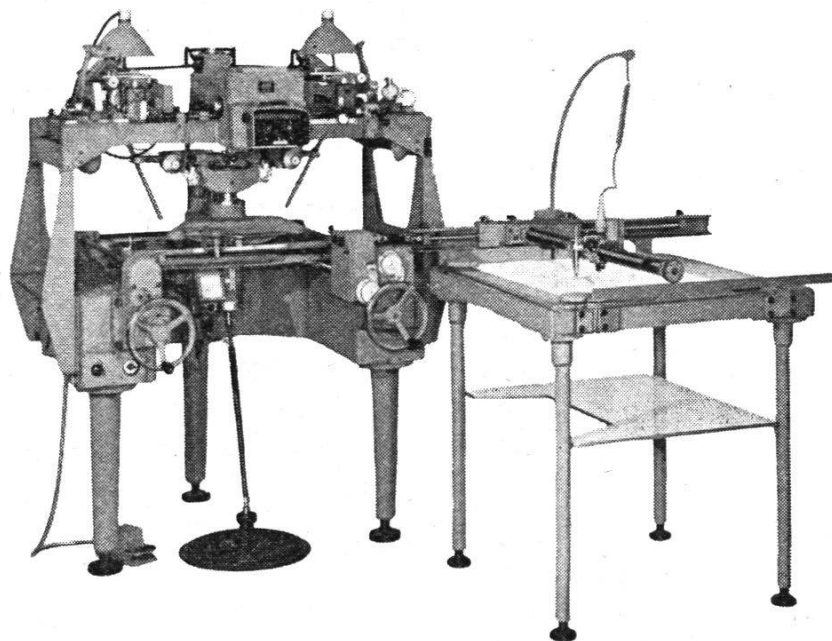


Fig. 2

Denn mit Ausnahme des Stereokomparators sind die Bereiche bestehender Geräte für die Auswertung von Überweitwinkelaufnahmen ungeeignet.

Entsprechend dem Anwendungsgebiet des Super-Aviogons wurde das neue Gerät, das die Bezeichnung Wild A9 (Fig. 2) trägt, auf die wirtschaftliche Produktion kleinmaßstäblicher Karten aus Überweitwinkelaufnahmen spezialisiert.

Um das Auflösungsvermögen des neuen Objektives auszunützen, war zu fordern, daß mit diesem Gerät die Herstellung von Karten 1:25 000 aus Bildern 1:75 000 möglich sei. Daraus ergab sich die Konstruktion des Gerätes nahezu zwangsläufig, denn die beste Interpretation und Auswertung aller in den Luftbildern enthaltenen Details ist nur durch frontale Betrachtung von Diapositiven im Durchlicht mit starker Vergrößerung

möglich. Diese Bedingung erfüllt neben dem Stereokomparator nur das mechanische Auswerteprinzip.

Da ein Kartiergerät mit mechanischer Parallaxenkorrektur merklichen Beschränkungen und Mängeln unterworfen ist, wenn nicht außer sämtlichen Gliedern der linearen Parallaxengleichung auch einige Glieder zweiter Ordnung berücksichtigt werden, wurde das neue Gerät im Prinzip gleich wie das bekannte Auswertegerät Wild A7 gebaut.

Die für die Konstruktion und Herstellung notwendigen Toleranzen ergaben sich aus der Überlegung, daß in Karten 1:25 000 eine Genauigkeit für Höhenkoten von rund 1 m gefordert wird. Aus dieser Zahl, dem Überweitwinkelbasisverhältnis $b:H = 1$ und dem gewünschten Bildmaßstab 1:75 000 errechnet man leicht, daß bei der Auswertung in der Bildebene eine Parallaxenmeßgenauigkeit von 13 Mikron einzuhalten ist. Dies entspricht einer relativen Höhenmeßgenauigkeit von $0,15\text{‰}$ H .

Bei der generellen Planung des Gerätes wurde festgestellt, daß die Konstruktion des Lenkersystems wesentlich vereinfacht und daß der für das Gerät erforderliche Aufwand bedeutend verringert werden kann, wenn die Luftbildnegative für die Auswertung in einem Umbildgerät photographisch auf das halbe Format reduziert werden. Bei der Umbildung kann außer der Restverzeichnung auch der Einfluß der Erdkrümmung mit Hilfe von bestimmten, der Flughöhe entsprechend berechneten Kompensationsplatten mit sehr guter Näherung ausgeschaltet werden. An der Projektion des auswechselbaren Glasmaßstabes werden dann unmittelbar die richtigen Höhen in Meter oder engl. Fuß abgelesen.

Auswechselbare Übersetzungen ermöglichen auf dem in unmittelbarer Nähe des Operateurs angeordneten Zeichentisch Kartierungen in allen Maßstäben von etwa 1:20 000 bis 1:200 000.

Durch die Ausstattung des Gerätes mit den für den Folgebildanschluß notwendigen Freiheitsgraden und optischer Bildvertauschung können auch Aerotriangulationen von jedem Operateur ohne Schwierigkeit ausgeführt werden.

3. Umbildgerät U3, Typen A, B und C

Die Vielfalt der in Benützung stehenden Aufnahmekammern und die mangelnde Universalität vieler Auswertegeräte hat in der Praxis den Wunsch nach einem möglichst universellen Umbildgerät wachgerufen.

Die Aufgabenstellung besteht darin, das Format oder die Brennweite der Aufnahme durch photographische Vergrößerung oder Verkleinerung dem Auswertegerät anzupassen. Gleichzeitig ist die durch das Aufnahmeobjektiv verursachte Verzeichnung zu eliminieren oder die Verzeichnung des Auswertegerätes mit verkehrten Vorzeichen einzuführen. Durch den Umbildungsvorgang dürfen keine im Originalnegativ enthaltene Details verlorengehen. Auch perspektive Verzerrungen sind unerwünscht, da dadurch das Wiederherstellen der inneren Orientierung im Auswertegerät erschwert würde.

Eine Sichtung der von der Praxis geforderten Umbildungsverhältnisse ergibt folgende 3 Aufgabengebiete:

1. Umbildung der gebräuchlichen Weitwinkelbrennweiten zwischen 100 mm und 153 mm auf die Brennweite des Kelshplotters. Reduktion des Formates $9 \times 9''$ auf 18×18 cm und $11,5 \times 5,11$ cm.
2. Umbildung der gebräuchlichen Weitwinkelbrennweiten von 100 bis 150 mm auf die Brennweite des ER 55, das sind 55 mm.
3. Reduktion der genannten Weitwinkelbrennweiten auf die Multiplexbrennweite 28 mm.

Es werden also Umbildungen von etwa 1,6facher Vergrößerung bis zu etwa 5,5facher Verkleinerung gewünscht. Dieser Bereich kann mit realisierbaren Öffnungswinkeln des Umbildungsobjektivs mit nur einer Brennweite nicht erfüllt werden, wenn das Gerät handlich und transportierbar bleiben soll.

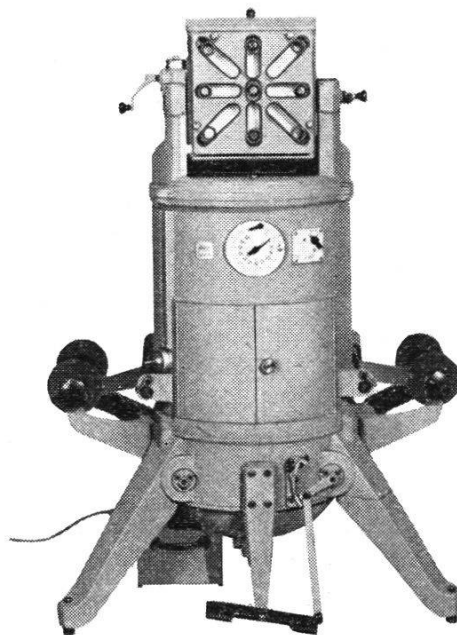


Fig. 3

Es lag daher nahe, das neue Umbildgerät Wild U3 in 3 Typen, A, B und C (Fig. 3) entsprechend den genannten 3 Aufgabengebieten, mit jeweils geeigneter Brennweite des Umbildobjektivs, herauszubringen. Der konstruktive Aufbau ist dadurch gekennzeichnet, daß über der für alle 3 Typen gleichen Beleuchtungseinrichtung die Negativebene fest angeordnet ist, während das Objektiv und die Diapositivebene in Präzisionsführungen verstellt werden können.

Die Verschiebungen können an Skalen und Meßtrommeln auf $\frac{1}{100}$ mm genau eingestellt und abgelesen werden. Die Einstellung an den Skalen erfolgt mit Hilfe von Tabellen, die in Abhängigkeit vom gewünschten Umbildungsverhältnis und von der Aufnahmebrennweite die Einstellwerte geben. Dadurch ist es möglich, innerhalb des jeweiligen Bereiches jedes beliebige Umbildungsverhältnis einzustellen.

Zur Korrektur der Verzeichnung dient eine asphärisch geschliffene Kompensationsplatte, die leicht auswechselbar über dem Negativ eingebaut ist. Durch Einsetzen einer entsprechenden Kompensationsplatte kann das Umbildgerät für jede beliebige Kombination von Aufnahmekammer und Auswertegerät adaptiert werden.

Wird keine Änderung der Verzeichnungscharakteristik gewünscht, so wird an Stelle der Kompensationsplatte eine planparallele Glasplatte eingesetzt. Selbstverständlich sind alle im Strahlengang liegenden Glasplatten bei der Berechnung der Objektive berücksichtigt.

Als Beleuchtung dient eine Quecksilberdampf Lampe von 120 Watt in Verbindung mit einer Opalscheibe. Belichtet wird mit Hilfe einer eingebauten Belichtungsuhr, die den Verschluss steuert.

Die Zentrierung des Negativs relativ zur Kompensationsplatte erfolgt beim Typ A und B mit Hilfe einer Spiegelreflexeinrichtung, beim Typ C direkt in der Diapositivebene. In beiden Fällen erleichtern Lupen die genaue Einstellung der Randmarken auf die Einpaßkreuze.

4. Vergrößerungsgerät

Für die Herstellung von Identifikationskrokis und Photomosaiks, für Interpretationsaufgaben und für viele kommerzielle Zwecke werden in steigendem Maß Vergrößerungen von Luftbildern benötigt.

Bisher wurden diese Vergrößerungen meist mit Entzerrungs- oder Reproduktionsgeräten hergestellt, da nur diese die relativ großen Negativformate der Luftbildkammern aufnehmen konnten. In den meisten Fällen wird jedoch bei Verwendung der Entzerrungsgeräte für diese Aufgabe von der Möglichkeit der Entzerrung kein Gebrauch gemacht, da es sich praktisch immer um Senkrechtaufnahmen handelt und in den Vergrößerungen keine Messungen vorgenommen werden. Die Ausmessung der Luftbilder erfolgt fast ausschließlich in Stereogeräten. Die Reproduktionsgeräte sind für die genannten Aufgaben etwas unhandlich. Es wurde daher ein spezielles Vergrößerungsgerät (Fig. 4) für Negativformate bis zu $9 \times 9''$ (23×23 cm) konstruiert, das die Bezeichnungen Wild VG erhalten hat.

Die Entwicklung des Gerätes begann mit der Berechnung des neuen Objektivs „Reprogon“ durch L. Bertele. Dieses neue Vergrößerungsobjektiv hat eine relative Öffnung von 1:5,6 und zeichnet sich durch ein außerordentlich hohes Auflösungsvermögen und einen Bildwinkel von 74° aus.

Das Auflösungsvermögen ist mit 100 Linien pro Millimeter in der Mitte und 60 Linien pro Millimeter in der Ecke des Negativs höher als das Auflösungsvermögen der besten bekannten Fliegerobjektive. Beim Vergrößern mit dem Reprogon gehen daher auch bei schwachen Kontrasten keinerlei im Luftbild enthaltene Details verloren.

Der große Bildwinkel gestattet die Verwendung einer Brennweite von 15 cm für das Negativformat $9'' \times 9''$. Diese relativ kurze Brennweite

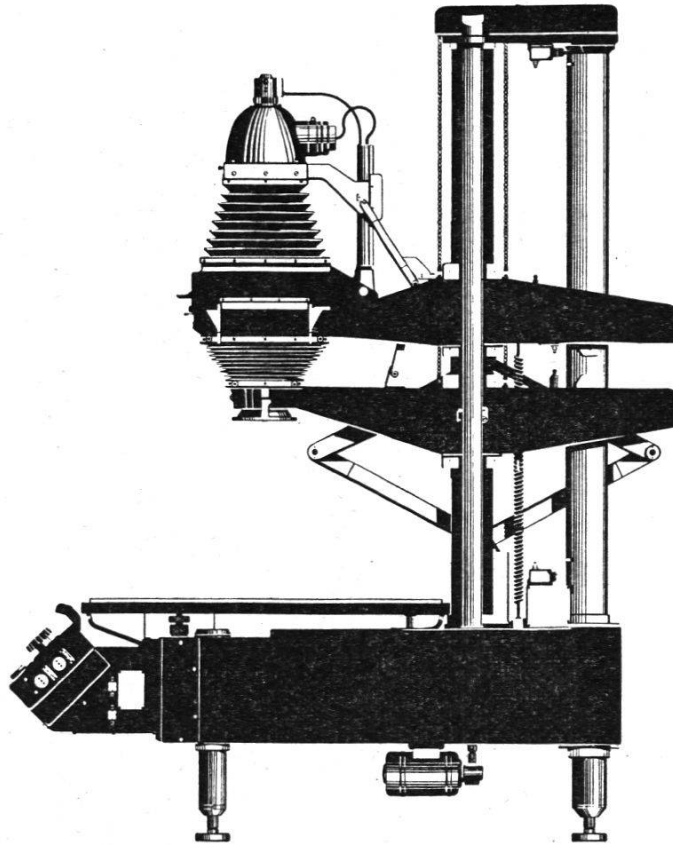


Fig. 4

ermöglicht 7fache Vergrößerung bei einer Gesamthöhe des Geräts von nur 2,80 m. Der Projektionstisch hat eine Größe von 1×1 m.

Als Lichtquelle dient eine 120-Watt-Quecksilberdampf Lampe, die durch einen aus 4 Fresnellinsen gebildeten Kondensor in der Blenden-ebene des Reprogon abgebildet wird. Die Fresnellinsen sind aus einer Plastikfolie gepreßt und haben eine Rillenbreite von 0,2 mm. Die Ausleuchtung des Negativs ist daher praktisch völlig gleichmäßig und ergibt sehr brillante Vergrößerungen.

Belichtet wird mit Hilfe eines im Reprogon eingebauten Verschlusses, der von einer Belichtungsuhr gesteuert wird. Ein Anschluß für photoelektrische Belichtungsregler ist ebenfalls vorgesehen.

Die Einstellung des Vergrößerungsmaßstabes erfolgt mit Hilfe eines Elektromotors, dessen Drehzahl und Drehrichtung stufenlos von Null aus geändert werden kann. Gleichzeitig bewirkt ein Schereninversor die automatische Scharfstellung des auf den Tisch projizierten Bildes.

Die Belichtungsuhr, die Vergrößerungseinstellung und alle Schalter sind in einem Bedienungspult zusammengefaßt, das mit einer kleinen Dunkelkammer beleuchtet werden kann.

Die übrige Ausstattung des Gerätes mit Bildträgern für Einzelnegative aus Film oder Glas und für Rollfilme, mit Maskierungs- und Filtermöglichkeiten entspricht dem Stand der modernen Phototechnik.