

**Zeitschrift:** Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen  
**Herausgeber:** Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen  
**Band:** 16 (1940)

**Artikel:** Moderne Kartierungsmethoden in Unerforschten Gebieten  
**Autor:** Zeller, Max  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-585810>

### **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:** 13.01.2026

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

## 20.

**MODERNE KARTIERUNGSMETHODEN  
IN UNERFORSCHTEN GEBIETEN**

VON

**MAX ZELLER, Zürich**

(mit 2 Tafeln und 1 Textfigur).

Ich setze als bekannt voraus, daß mittels 2 photographischer Aufnahmen, die von verschiedenen Standorten aus aufgenommen denselben Geländeabschnitt enthalten, eine Kartierung des Geländes erfolgen kann. Zur Auswertung der Aufnahmepaare werden unter Ausnützung des stereoskopischen Sehens, spezielle Auswertegeräte, die sog. Stereautographen verwendet. Dabei ist es gleichgültig ob es sich um Aufnahmen von terrestrischen Standorten aus, oder um Aufnahmepaare aus dem Flugzeuge handelt.

Bei Expeditionskartierungen bestehen die Hauptschwierigkeiten darin, daß keine geodätischen Fixpunkte vorhanden sind, die als Grundlage für die Kartierungsarbeiten dienen können. Trotzdem ist es möglich, gute geographische Karten z. B. im Maßstab 1 : 200 000 oder auch Detailkarten und Aufrisse zu erstellen, sofern wir zweckmäßige Meßkammern verwenden und barometrische Höhenmessungen möglich sind. — Bei Aufnahmen aus dem Flugzeug ist — wenigstens teilweise — noch die Abbildung der Meeresküste Bedingung.

Bei den Aufnahmegeräten muß die sog. „innere Orientierung“ der Meßkammer bekannt und unveränderlich sein. Dies ist der Fall, wenn die Bildweite fest und der Negativ-

hauptpunkt gegeben ist. Als Negativhauptpunkt wird der Durchstoßpunkt des Lotes vom Objektivhauptpunkt auf die Bildebene definiert. Ferner ist die Bildweite gleich der Objektivbrennweite, da im Verhältnis zu dieser praktisch nur unendlich ferne Gegenstände abgebildet werden müssen. Mit Rücksicht auf die genannten Bedingungen werden die photographischen Kammern für Meßzwecke aus Metall gebaut. (Fig. 1.) Zur Festlegung der Bildweite dient ein Anlegerahmen, an welchen das Negativ angepreßt werden muß. Außerdem ist dieser Anlegerahmen mit Rahmenmarken versehen, deren Verbindungslinien sich im Negativhauptpunkt schneiden. (Fig. 2.) Bei Fliegerkammern ist überdies ein Zentralverschluß zu fordern, weil infolge der Flugzeuggeschwindigkeit bei Anwendung von Schlitzverschlüssen eine Verzerrung innerhalb der photographischen Abbildung unvermeidlich ist. — Als „äußere Orientierung“ bezeichnet man die Beziehungen der Aufnahme zum Objektraum. Die äußere Orientierung wird durch 6 Größen bestimmt: 3 Koordinaten und 3 Winkel, sodaß also zur Festlegung der äußeren Orientierung eines Aufnahme-Paares 12 Elemente notwendig sind.

In der terrestrischen Photogrammetrie werden die Elemente der äußeren Orientierung durch Messungen mit dem Phototheodoliten bestimmt; d. h. die photographischen Aufnahmen erfolgen paarweise in genau festgelegten Richtungen. Die horizontale Distanz zwischen den beiden Aufnahmestandorten wird als Basis bezeichnet, die Messung ihrer Länge erfolgt auf optischem Wege. Die Aufnahmerichtungen werden entweder senkrecht zur Basis oder mit maximal  $45^\circ$  Abweichung von der Normalrichtung zur Basis (parallelverschwenkte Aufnahmen) angeordnet. Außerdem können die Kammerachsen horizontal oder in bestimmtem Winkel geneigt disponiert werden. Bei stereophotogrammetrischen Aufnahmen beträgt die Basislänge etwa  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{20}$  der Aufnahmedistanz. — Terrestrische photogrammetrische Aufnahmen sind sehr gut geeignet für kartographische und geologische Arbeiten, sie bilden aber auch ein vorzügliches Mittel zur Schaffung eines Fest-

punktnetzes durch Vorwärtseinschneiden mit Hilfe der Meßbilder. In diesem Falle werden sowohl Stereoaufnahmen als auch Einzelaufnahmen von günstig gelegenen Geländepunkten in geodätisch genau bestimmten Richtungen ausgeführt. Da jedoch in unerforschten Gebieten wie z. B. in Polargegenden die Feldarbeiten sich außerordentlich mühsam gestalten, sind im allgemeinen nur leicht zugängliche Küstenstationen zu empfehlen zur Festlegung markanter Punkte (Berggipfel) im innern des zu erforschenden Gebietes. Selbstverständlich können aber auch Detailaufnahmen für geologische Studien durchgeführt werden, deren Auswertung entweder im Grundriß oder im Aufriß erfolgt.

Im Gegensatz zu terrestrischen Aufnahmen, deren Hauptnachteil in den unvermeidlichen vielen toten Winkeln besteht, ist bei Aufnahmen aus dem Flugzeug die Auswahl der Luftstandpunkte praktisch unbeschränkt. — Man unterscheidet Schräg- und Steilaufnahmen; erstere werden über Bord oder aus einer Bordlucke normal zur Flugzeugrichtung angeordnet, für Steilaufnahmen wird eine Aufhängevorrichtung für die Kammer verwendet, die erlaubt, die Aufnahmen durch eine Bodenöffnung nach unten auszuführen. Als Basis ergibt sich bei Luftaufnahmen die zurückgelegte Flugstrecke zwischen zwei aufeinander folgenden Aufnahmen.

Bevor mittels Flugaufnahmen eine Kartierung durchgeführt werden kann, muß deren äußere Orientierung durch das sog. „Einpassen“ bestimmt werden. Im allgemeinen erfolgt dies an Hand geodätisch gegebener Festpunkte, die in den Negativen abgebildet sein müssen und im Auswertegerät (Fig. 3) stereoskopisch eingestellt werden können. Beim Einpassen von Luftaufnahmen wird zunächst die gegenseitige Orientierung nach einem optisch-mechanischen Verfahren durchgeführt. Der Wert der hiebei einzustellenden Basis kann aus Fluggeschwindigkeit und Zeitintervall zwischen den Aufnahmen ungefähr berechnet werden. Nach dieser Operation erfolgt die genaue Basisbestimmung durch Vergleichen einer aus Koordinatendif-

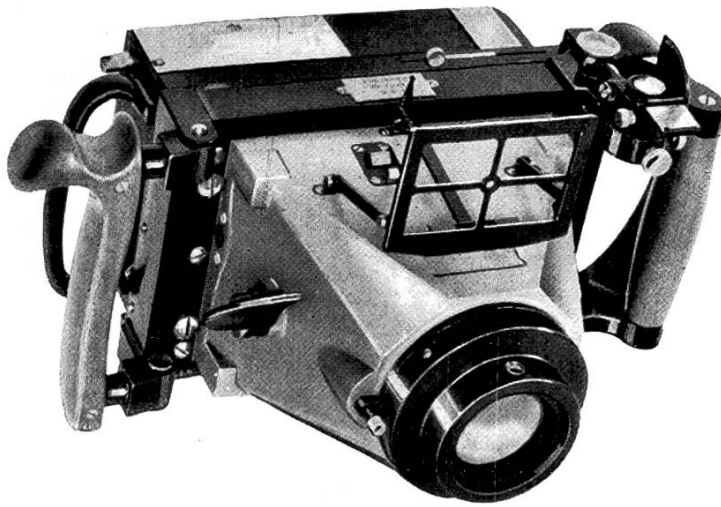


Fig. 1. **Fliegerkammer Wild.**

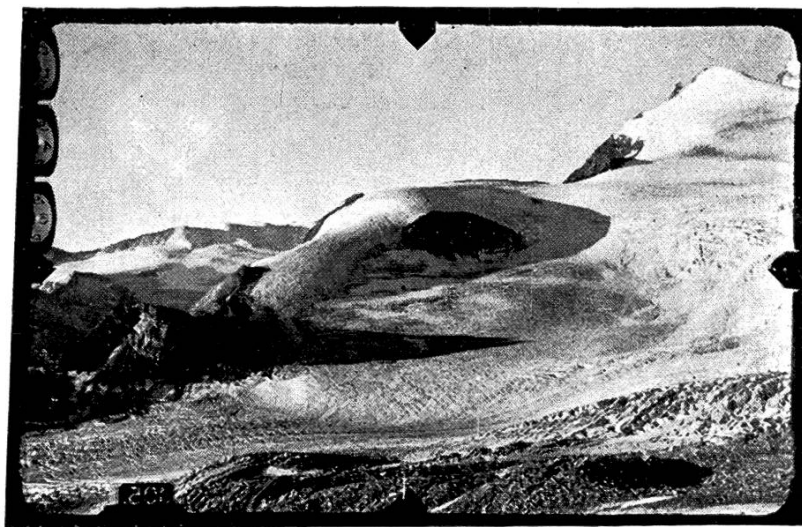


Fig. 2. **Aufnahme mit gegebener innerer Orientierung**  
(Anlegerahmen und Rahmenmarken).



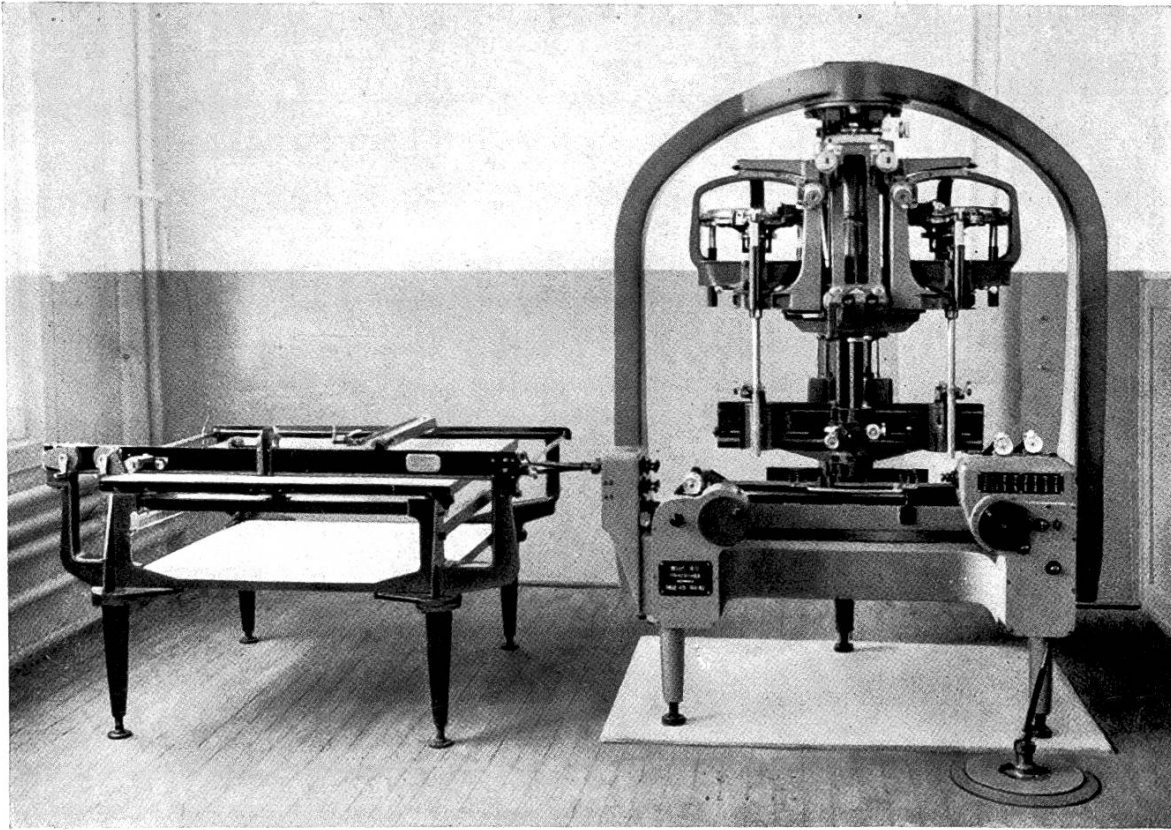


Fig. 3. Wild-Autograph A 5.

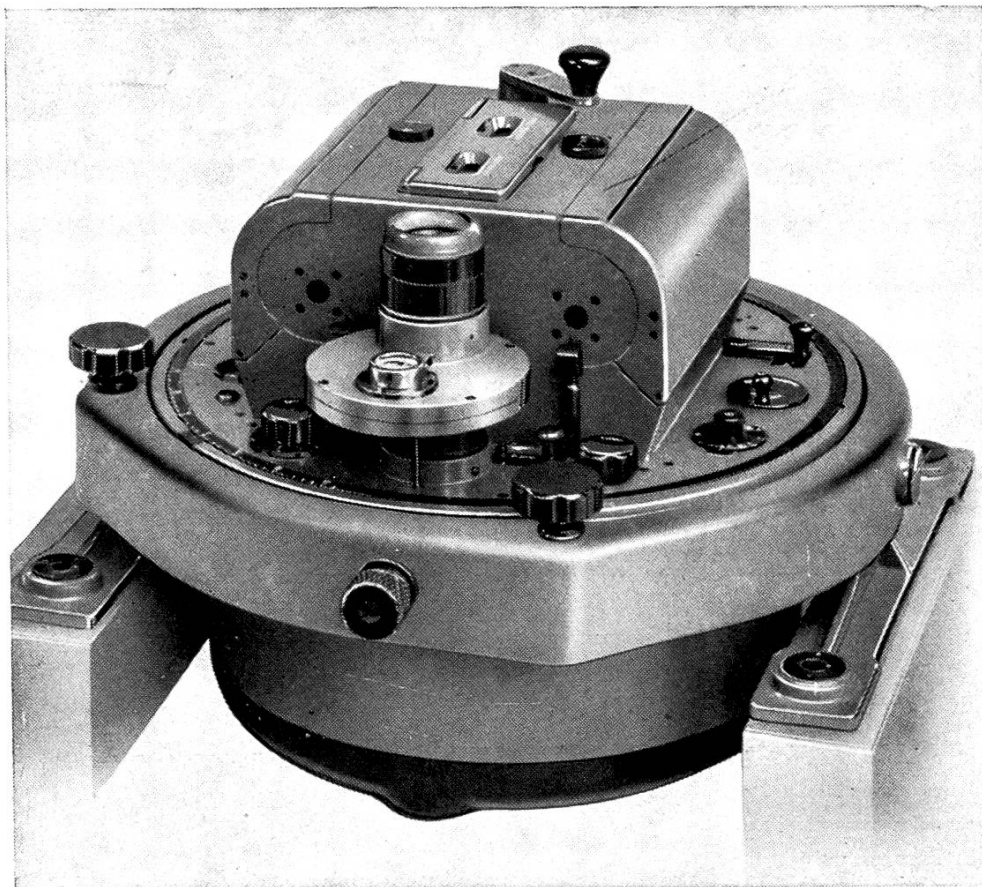


Fig. 4. Automatische Reihenbildmeßkammer Wild  
für Senkrechtaufnahmen,

ferenzen zweier Fixpunkte gerechneten Raumdistanz mit deren Länge im Raummodell. Nachher muß das Raummodell noch in die richtige Lage im Raume gebracht werden. Hiefür sind 3 der Höhe nach gegebene Punkte notwendig. Aus deren Höhenablesungen am Auswertegerät können die notwendigen Drehungen zur absoluten Orientierung des Raummodells berechnet werden.

Die Bestimmung der für das Einpassen von Luftaufnahmen notwendigen Festpunkte kann z. B. wie bereits erwähnt, durch terrestrische photogrammetrische Aufnahmen erfolgen. Ist dies nicht möglich, so muß für die äußere Orientierung an Stelle dieser Festpunkte die Meeresküste und die durch Aneroid bestimmte Flughöhe benützt werden. Ein Schrägaufnahmepaar mit einer Küste und Meer im Vordergrund des Bildes erlaubt die Festlegung der Kantung und der Neigung des Raummodelles, indem an der Küste die Höhenablesungen gleich Null sein müssen bei Berücksichtigung von Erdkrümmung und Refraktion. — Wird daher eine Fluglinie längs einer Küste disponiert und letztere durch Schrägaufnahmepaare lückenlos aufgenommen, so kann eine gute Kartierung, z. B. im Maßstab 1 : 100 000, bis weit in das Landesinnere vorgenommen werden, ohne daß irgend welche terrestrische Messungen notwendig sind.

Ferner ist es möglich, große Strecken, z. B. 50—200 km, mittels Senkrechtaufnahmen durch Folgebildanschluß zu überbrücken, wenn Anfang und Ende dieser Flugstreifen eine Küste enthalten und registrierte Höhenangaben der Luftstandpunkte vorliegen. (Fig. 4.)

Diese Möglichkeiten, zusammen kombiniert, erlauben die Kartierung unerforschter Gebiete, wie folgendes Beispiel zeigt (Fig. 5):

- a) Es werden Schrägaufnahmen längs der Küsten disponiert aus ca. 2500—4000 m Flughöhe (je nach Geländeverhältnissen). — Die Aufnahmen erfolgen normal zur Flugrichtung mit Basis =  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{25}$  der Minimal- und Maximal-Distanzen, d. h. für eine Basis

$b = 3 \text{ km}$  ergibt sich  $D_{\min} = 12 \text{ km}$  und  $D_{\max} = 75 \text{ km}$ . Bei  $v = 180 \text{ km/Std.}$  ist in diesem Fall alle Minuten eine Aufnahme zu machen.

Solche Schrägaufnahmen weisen immer Distanzfehler auf, welche mit dem Quadrat der Entfernung zunehmen, ferner Kippungsfehler, die zusammen mit der Unsicherheit des Refraktionskoeffizienten erhebliche Höhenfehler verursachen können. Diese Fehler

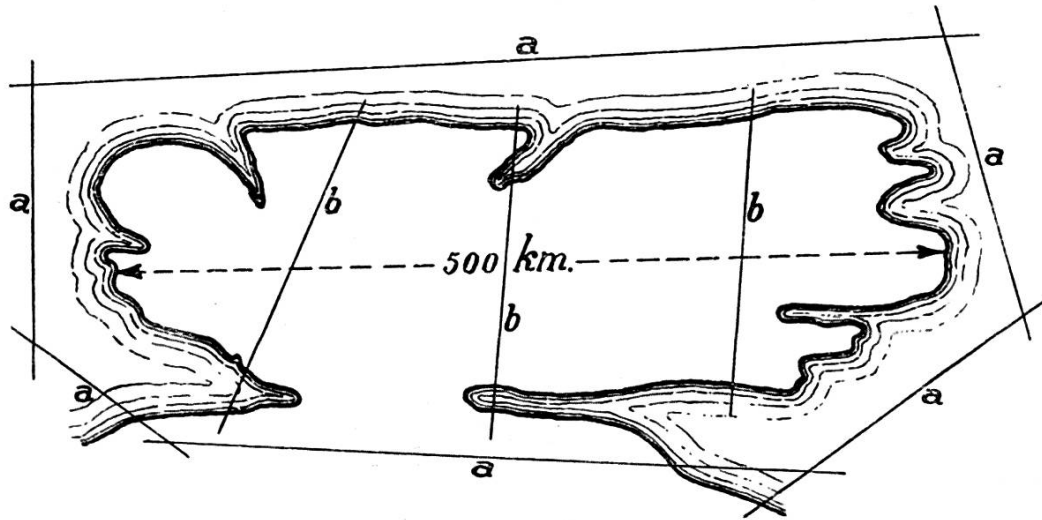


Fig. 5. Flugplan.

lassen sich nur durch Festlegung einiger Punkte im Landesinnern, z. B. mittels Senkrechtaufnahmen eliminieren. Demgemäß disponieren wir

- b) Senkrechtaufnahmen mit Statoskop (Höhen-differenzmesser) aus maximaler Flughöhe mit 40% Fortschritt, zur Bestimmung einzelner Punkte nach Lage und Höhe im Landesinnern durch Folgebildanschluß.

Zur Festlegung der Flugpläne werden vor den eigentlichen Aufnahmen einige Erkundungsflüge notwendig sein, bei welchen event. auch einzelne markante Berggipfel mittels Aneroid und horizontaler Visiervorrichtung im Flugzeug der Höhe nach bestimmt werden können.

Zur Ausführung dieses hier als Beispiel disponierten Flugplanes über ein Gebiet von ca.  $100\,000 \text{ km}^2$  werden



ca. 20 Flugstunden benötigt (totale Länge der Fluglinien ca. 3600 km), ohne An- und Rückflug zur Flugbasis. Die Flugaufnahmen könnten demnach in etwa 4 Flugtagen bewältigt werden.

Die Disposition derartiger Vermessungsflüge erheischt gute Kenntnis der photogrammetrischen Methoden, wobei alle Verhältnisse, wie Klima, Bodengestaltung, Ausdehnung und Form des Gebietes, zur Verfügung stehendes Flugzeug, Entfernung des Aufnahmegebietes von der Flugbasis usw. zu berücksichtigen sind. — Bei großer Ausdehnung des aufzunehmenden Gebietes müssen event. auch Schrägaufnahmen im Landesinnern vorgesehen werden. Selbstverständlich können aber auch auf ähnliche Weise von geologisch besonders interessanten Gegenden Detailaufnahmen zur Auswertung im Grundriß oder Aufriß hergestellt werden.

Diese kurzen Ausführungen zeigen, daß die Anwendung der modernen Kartierungsmethoden zur Erschließung unerforschter Gebiete außerordentliche Vorteile bietet. Bei größeren Expeditionen dürfte es sich jedenfalls lohnen, die kartographische Aufnahme als Mittel zum Zweck speziell zu pflegen, denn je besser die kartographischen Unterlagen sind, die zur Verfügung stehen, desto leichter können die speziellen geologischen Aufgaben gelöst werden.