

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 47 (1896)

Artikel: Einiges über Photogrammetrie
Autor: Mathys, T.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-763225>

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: 04.12.2025

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

Einiges über Photogrammetrie.

Von Geometer *Th. Mathys*, Bern.

Die *Photogrammetrie* oder zu deutsch *Lichtbild-Messkunst*, d. h. die Kunst, aus photographischen Bildern des Terrains oder eines andern Objectes den zugehörigen Grund- oder Aufriss zu konstruieren, ist die jüngste und am wenigsten bekannte aller Messmethoden, denn sie wird erst seit etwa zwei Jahrzehnten praktisch ausgeübt. Im Prinzip ist sie aber viel älter als die Kunst der Photographie selbst, deren sie sich bedient.

Schon im Jahre 1791 nämlich wurden von einem französischen Forschungsreisenden Beautemps aus perspektivischen Handzeichnungen Pläne von Vandiemensland hergestellt. Nun ist ein photographisches Bild nichts anderes als eine centralperspektivische Projektion auf eine Ebene, auf die photographische Platte. Als daher im Jahre 1839 die Photographie, oder specieller die Daguerrotypie, erfunden wurde, wies der französische Gelehrte Arago bereits auf die Verwendbarkeit derselben zu Messzwecken hin. Es wurden von da an auch viele Versuche angestellt, jedoch ohne praktischen Erfolg. Die Schuld lag an dem damaligen, sehr umständlichen sog. „*nassen Verfahren*“ mit lichtempfindlichen Platten, die mit Kollodion-Emulsion belegt waren. Man verstund es noch nicht, längere Zeit hindurch haltbare Platten herzustellen; vielmehr musste der Photograph seine Platte jeweils unmittelbar vor der Aufnahme präparieren und lichtempfindlich machen, wozu er an Ort und Stelle der Aufnahme ein dunkles, lichtdichtes Lokal besitzen oder ein Zelt hintransportieren musste, samt den nötigen Chemikalien, Gefäßen und einem Quantum Wasser. Nach der Aufnahme musste die Platte sofort entwickelt werden. Das alles war sehr lästig und kostspielig. Die Photographie blieb deshalb auf

die Anfertigung von Porträts beschränkt und wurde nur von Berufsleuten ausgeübt.

Im Jahre 1871 wurde nun dieses „nasse“ Verfahren durch das weit leistungsfähigere „*Trockenplatten-Verfahren*“ zum grössten Teil verdrängt.

Die Trockenplatten, mit Gelatine-Emulsion präpariert, sind viel empfindlicher und monate-, ja jahrelang haltbar, können fabrikmässig hergestellt werden und sind überall billig zu kaufen. Von da an datiert der grosse Aufschwung in der Photographie. Jeder konnte nun diese schöne Kunst ohne lange Übung und in aller Bequemlichkeit ausüben. Die ganze Arbeit bei der Aufnahme reducierte sich auf das bekannte Abheben des Objektivdeckels. Die lichtempfindliche Platte behält den chemischen Eindruck, den die durch das Objektiv eingedrungenen Lichtstrahlen auf derselben bewirkt haben, längere Zeit, sogar monatelang, bei, bis man Zeit findet, das noch unsichtbare, latente Bild auf der weissen Platte durch eine „Entwickler“ genannte Flüssigkeit schwarz hervorzurufen. Die so erhaltene Platte nennt man das Negativ, weil darauf alles, was beim Objektiv hell war, dunkel ist, und umgekehrt. Legt man dann unter das Negativ ein ebenfalls lichtempfindlich präpariertes Papier und setzt es dem Licht aus, so entsteht auf demselben das wirkliche Bild.

Indem sich nun die so vereinfachte Photographie rasch in alle Kreise verbreitete und für die verschiedensten Zwecke dienlich machte, wuchsen auch die Ansprüche an die dazu verwendeten Apparate und Materialien, an Platten und Objektive. Diese sind denn auch zu hoher Vollendung gebracht worden und ermöglichen gegenwärtig fast Unglaubliches, wofür wir nur an die Leistungen in der Momentphotographie, an die photographische Reproduktion von Bildern und Schriften, an die astronomische Photographie, an die „Photographie des Unsichtbaren“ mit Röntgen'schen Strahlen und vielen andern Verwendungen der Photographie zu wissenschaftlichen Zwecken zu erinnern brauchen.

Dem Ingenieur kamen die bequemen Trockenplatten wie gewünscht. Bis dahin war meistens der schwerfällige photographische Prozess einer vorteilhaften Anwendung der Photogrammetrie hinderlich gewesen und hatte dieselbe auf die photogrammetrische Vermessung von Architekturen in oder in der Nähe von Ortschaften beschränkt, worin sich besonders Prof. Meidenbauer in Deutsch-

land verdient gemacht hat. Nun aber, mit den haltbaren Trockenplatten ausgerüstet, war dem Ingenieur jede Aufnahme möglich, auch im unwirtlichsten Gebirge; er brauchte bloss die günstige Beleuchtung abzuwarten.

Hier ging nun Italien voran. Nach den ersten nicht ermutigenden Versuchen mit nassen Platten nahm der italienische Generalstab im Jahre 1878 neuerdings ausgedehnte Versuche vor, die zur Folge hatten, dass dort seither für gewisse Fälle von topographischen Aufnahmen im Gebirge die Photogrammetrie regelmässig verwendet wird.

Diesen Erfolgen gegenüber durften die schweizerischen Topographen nicht unthätig verbleiben und es wurden deshalb in den letzten Jahren vom eidg. topographischen Bureau ebenfalls grössere Versuche durchgeführt. Die erhaltenen Resultate sollen aber, im Gegensatz zum Vorgang in Italien, für die Photogrammetrie keinen Vorteil über das Messtischverfahren ergeben haben.

Auch das Vermessungsbureau des Kantons wollte nichts unversucht lassen, was die schwierige Arbeit der Katasteraufnahmen im Gebirge erleichtern könnte, und führte die photogrammetrische Aufnahme eines Teiles des Sigriswilgrates aus. Es stellte sich auch hier heraus, dass die Photogrammetrie jedenfalls nicht für den Kataster, sondern nur für einige specielle Fälle von Topographie vorteilhaft sein könnte. Wir werden diese Versuche weiter unten eingehender behandeln.

Vorerst wollen wir versuchen, die *Theorie der Photogrammetrie* zu erklären.

Dieselbe beruht auf dem Vorwärtseinschneiden von den Endpunkten einer Basis aus, wie es mit dem Messtisch oder mit dem Theodolit beim Triangulieren praktiziert wird. Beim Messtisch wird bekanntlich so vorgegangen:

Nachdem die bekannten Punkte S und S' nach ihren Koordinaten im Plan als s und s' aufgetragen sind, stellt man den Tisch, über S auf, wobei s senkrecht über S steht, und dreht den Tisch bis s' in der Richtung auf S' liegt. Dann visiert man mit dem Fernrohr nach dem zu bestimmenden Punkt I des Feldes und markiert die Richtung $s-I$ längs des Lineals. Dasselbe macht man auf Station S' . Man orientiert, mit s' senkrecht über S' , nach s , visiert nach I , so schneidet sich die Linie $s'-I$ mit $s-I$ im gesuchten Punkte.

Ähnlich geschieht nun die photogrammetrische Aufnahme. Man stellt auch hier zuerst den Apparat, oder genauer das Objektiv des Apparates, senkrecht über S auf, und merkt sich auf irgend eine Weise, am besten durch Messen des Horizontalwinkels die Lage der optischen Axe gegenüber der Richtung $S—S'$. Während man aber beim Messtisch für jeden einzelnen Punkt eine Visierlinie ziehen musste, fängt die photographische Platte mit einemmale sämtliche Strahlen auf, die von den Punkten des Terrains in gerader Linie durch das Objektiv eindringen. Ebenso auf Station S' , die man gegenüber s so zu wählen hat, dass sich für die Aufnahmepunkte gute Schnittwinkel ergeben. Die ganze Feldarbeit besteht dabei, ausser der eigentlichen photographischen Aufnahme, im Messen der Horizontal- und Vertikalwinkel, welche die optische Axe gegenüber einer bekannten Richtung und dem Horizont bildet.

Man kann alsdann die Platten, vor Licht gut geschützt, gestrost nach Hause tragen, um dort das Bild hervorzurufen und zu fixieren, worauf die Konstruktion des Planes erfolgen kann.

Da der Plan eine Horizontalprojektion des Terrains sein soll, so muss man danach trachten, aus den photographischen Bildern die Horizontalprojektionen der darauf aufgefangenen Strahlen resp. der darauf abgebildeten Punkte zu finden.

Dabei sind zwei Fälle zu unterscheiden:

1. Aufnahmen mit *senkrecht stehender Platte*, und
2. „ „ *geneigter Platte*.

Wir wollen uns der Einfachheit halber auf den ersten Fall beschränken, der auch in der Praxis möglichst anzustreben ist.

Angenommen, die Stationspunkte S und S' seien in beliebigem Massstab in s und s' im Plan aufgetragen (Fig. 1). Diese Punkte stehen eigentlich an Stelle des photographischen Objektivs, denn dasselbe war der Sammelpunkt aller von der Station ausgehenden Strahlen.

Denkt man sich nun die Kamera so auf den Plan gestellt, dass sie, das Objektiv senkrecht über s oder s' , gegenüber der Linie $s—s'$ dieselbe Lage einnimmt wie im Felde gegenüber $S—S'$, so ist die weitere Konstruktion sofort ersichtlich. Man hat nur die sämtlichen Punkte in den Platten auf den Plan herunter zu projizieren und mit den Punkten s und s' zu verbinden, so schneiden

sich die Verlängerungen entsprechender Strahlen in den gesuchten Punkten.

Wir konstruieren also in den Punkten s und s' mit den gemessenen Horizontalwinkeln die optische Axe, tragen auf derselben von s und s' rückwärts (oder auch vorwärts) die Bildweite, d. h. den Abstand der photographischen Platte vom optischen Mittelpunkt des Objektivs (der bei Landschaftsaufnahmen gleich der Brennweite des Objektivs ist) in natürlichem oder beliebig gewähltem Massstab ab und ziehe dort eine Senkrechte $p-p$ zur Axe.

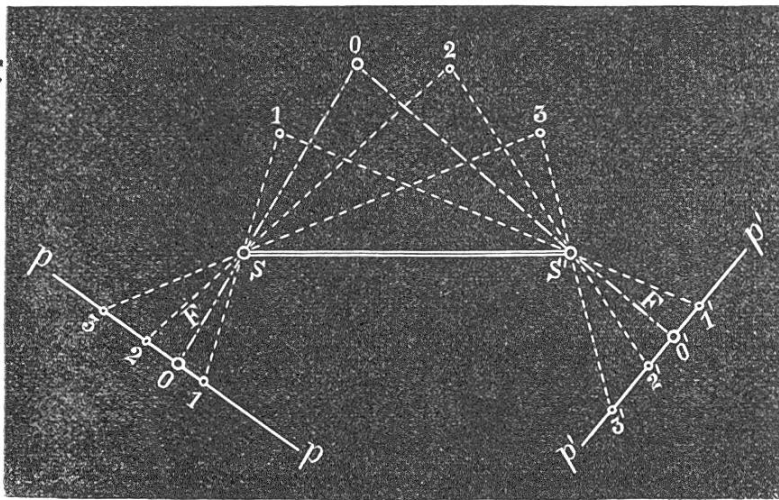


Fig. 1. Senkrechte Plattenstellung.

Hier muss nun bemerkt werden, dass bei jeder zum Photogrammetrieren eingerichteten Kamera die Platte hinter einem rechteckigen Rahmen liegt, dessen vier Seiten in der Mitte mit Marken, d. h. scharf ausgefeilten, gewöhnlich dreieckigen Einschnitten versehen sind. Diese Marken bilden sich bei der Aufnahme als mehr oder weniger dunkle Dreiecke ab, während der ganze übrige Rand der Platte, der von dem Rahmen bedeckt war, weiss bleibt. Die Verbindungslinien je zwei gegenüberliegender Marken müssen rechtwinklig zu einander sowohl als zur optischen Axe stehen, welche hinwieder durch den Kreuzungspunkt der ersten gehen muss. Bei der Aufnahme sollen die beiden Kreuzlinien genau horizontal und vertikal sein. Erstere heisst dann die Bildhorizontale, letztere die Bildvertikale.

Wir entnehmen also aus der Platte P , entweder mit Hilfe eines Koordinatographen oder durch direktes Abgreifen mit dem Massstab (nachdem in diesem Falle vorher die Kreuzlinien mit

einer spitzen Nadel auf der Schichtseite der Platte eingeritzt worden sind) die horizontalen Abstände y_1, y_2, y_3 etc. der Punkte 1, 2, 3 etc. von der Bildvertikalen und stechen sie auf der Linie $p-p$ links oder rechts von der Mittelaxe ab, je nach der Lage, die sie gegenüber der Bildvertikalen einnehmen, und versehen diese Punkte mit den entsprechenden Nummern 1, 2, 3 etc. Gleichweise entnimmt man aus der Platte P' die Abstände y_1', y_2', y_3' etc. und trägt sie auf der Querlinie $p'-p'$ ab, und bezeichnet diese Punkte mit 1', 2', 3' etc. Dann erhält man die Punkte im Plan durch Schnitt der Strahlen $s-1, s-2, s-3$ etc. mit den entsprechenden Strahlen $s'-1', s'-2', s'-3'$ etc.

Mit Hilfe des so konstruierten Grundrisses sind nun auch die Höhenunterschiede h der Terrainpunkte gegenüber S und S' leicht zu finden. Denn es muss sich der wahre Höhenunterschied des Punktes 1 z. B. gegenüber S zur wahren Horizontaldistanz dieser Punkte verhalten wie der vertikale Abstand des Punktes 1 von der Bildhorizontalen zum Abstand des Punktes s vom Punkte 1 in der Konstruktion. Oder algebraisch ausgedrückt:

$$h : D = x : d, \text{ also } h = \frac{D \cdot x}{d}.$$

Dies kann bequem mit dem Rechenschieber gerechnet werden. Man stellt den Schieber auf die aus dem Plan entnommene Distanz D und den Abstand d ein und findet für das aus der Platte abgegriffene x den Höhenunterschied h als positive oder negative Grösse, je nachdem die entsprechenden Punkte in der Platte über oder unter der Bildhorizontalen liegen. Durch Addition oder Subtraktion dieser h zu der bekannten Höhe H des Punktes S erhält man endlich die Meereshöhe H_1, H_2 etc. der Punkte 1, 2, 3 etc.

Diese Rechnung lässt sich für beide Stationspunkte S und S' ausführen und die gefundenen H und H' sollen übereinstimmen. Ist dies nicht der Fall, so weiss man, dass man sich beim Aufsuchen der übereinstimmenden Punkte in den Photographien geirrt hat. Die doppelte Höhenbestimmung kontrolliert also auch die Konstruktion des Grundrisses, was aber oft sehr nötig ist; denn gewöhnlich sind in den Platten die gleichen Punkte um so schwerer zu erkennen, je besser der Schnittwinkel war.

Oft wird nun die senkrechte Stellung der Platte nicht genügen und man wird gezwungen sein *die Kamera nach oben oder nach unten zu neigen*, um das ganze Bild des Terrains darauf

zu bekommen; z. B. bei der Aufnahme eines hohen, steilen Berg-
hanges von einer tiefliegenden Ebene aus. Dann kompliziert sich
die Ausarbeitung ganz bedeutend und erfordert einen Drittel bis
die Hälfte mehr Zeit, weshalb es angezeigt ist, Aufnahmen mit
geneigter Platte möglichst zu vermeiden.

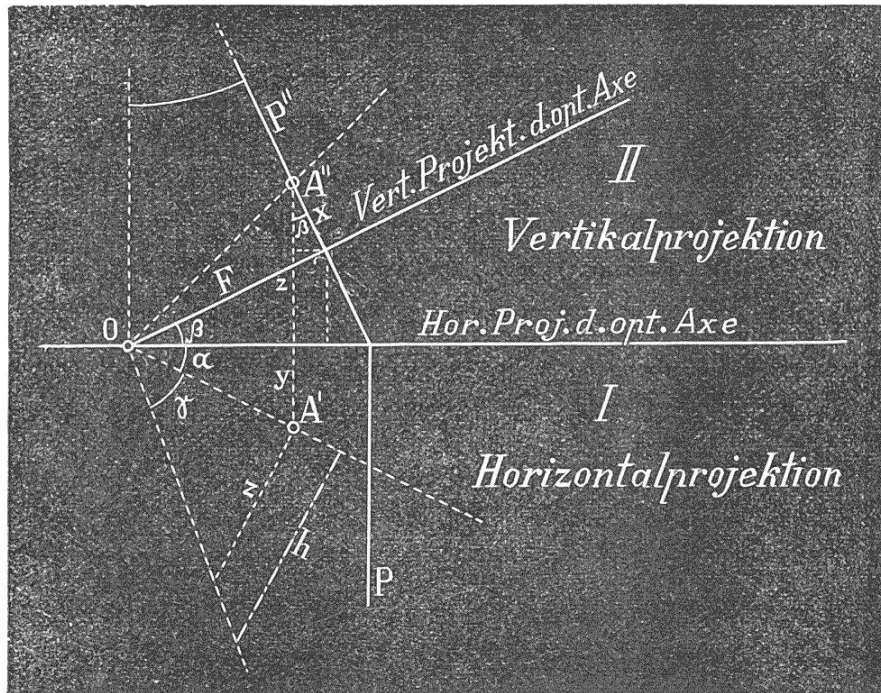


Fig. 2. Geneigte Plattenstellung.

Ist hierbei (Fig. 2) der Neigungswinkel der Platte gegen den
Zenith $= \beta$, dann hat man für die Konstruktion des Grundrisses
die Gleichung:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y}{F \cos \beta - x \sin \beta}$$

und für die Konstruktion oder Berechnung der Höhenunterschiede

$$h = D \cdot \operatorname{tg} \gamma, \text{ wobei } \operatorname{tg} \gamma = \frac{F \sin \beta + x \cdot \cos \beta}{(F \cos \beta - x \sin \beta) : \cos \alpha}$$

Die Grundrisskonstruktion kann, analog Fig. 2, rein graphisch
geschehen, ist aber auf die Dauer sehr augen ermüdend und zeit-
raubend. Rationeller ist eine zum Teil rechnerische Methode mit
Verwendung eines Koordinatographen.

Es würde zu weit führen und den Rahmen dieses Aufsatzes
überschreiten, wenn wir auch diesen Fall eingehend behandeln
wollten. Wer sich näher für die Sache interessiert, findet die beste
Auskunft in dem Buche über Photogrammetrie von Koppe.

(Schluss folgt.)