

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

Artikel: Einiges über Photogrammetrie [Schluss]
Autor: Mathys, T.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-763229>

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: 09.12.2025

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

die Thalschaften vermehrter Gefahr durch die Wildbäche ausgesetzt werden.

Wir betrachten also diesen zweiten Bannbrief als eine Ergänzung des am gleichen Tage beschlossenen ersten.

Es ist dieser zweite Bannbrief der kürzeste und im kleinsten Format ausgefertigte von den an die Landesausstellung in Genf gelangten 12 Bannbriefen von Schwyz. Wir fügen daher eine Reproduktion desselben in Autotypie diesem Hefte bei, um den Lesern ein Bild von der damaligen Ausfertigung solcher Dokumente zu geben.*

(Schluss folgt.)

Einiges über Photogrammetrie.

Von Geometer *Th. Mathys*, Bern.

(Schluss.)

Die zu photogrammetrischen Aufnahmen dienenden Apparate

sind je nach der bezweckten Genauigkeit und der Natur des Aufnahme-Objekts, von sehr verschiedener Konstruktion. Haupterfordernis für alle ist ein richtig, d. h. winkeltreu und scharf zeichnendes photographisches Objektiv. Sie lassen sich unterscheiden in:

1. *gewöhnliche, aber zum Photogrammetrieren hergerichtete photographische Kameras.* Dieselben müssen exakt und solid gearbeitet sein, so dass die Haupt-Horizontale und -Vertikale als konstant angenommen werden können. Die Lage desselben muss

*) Der Text lautet wörtlich:

„Allen den, die diesen Brieff ansehent oder Hörrent lesen, künden wier die Lanntlüte zu Schwitz, das wier sind kommen überein gemeinlich vff einem offenen Lanntage, das wier das holltz Inrett der Eggen vnnd vnder den flün zu mutochtall verbannen hand, das da nieman kolen soll. Wer das brechy vnd übergienge, der gibt von jetlichem stock, darab er holltz gehowen hatt, dry schillig zu einig. Vnnd soll darum klagen, wer es gerne tut. Dis soll ouch wären vnnd stät beliben, ventz das es der merteill der Lanntlüten zu Schwitz ablat. Vnnd das dis war unnd stät belibe, darum so hand wier die Lanntlüt zu Schwitz diesen brieff besiglet mit vnnsers eygnen Lanntz insigell, der geben wart zu Schwitz des Jars do man zallt von gottes geburt dryzechen hundert vnnd drisig Jar vnnd darnach in dem nünden Jare, an Sannt Johannis tag des töiffers zu Sungichten“ (im Sommer).

mit Hilfe eines Nivellierinstruments ein für allemal bestimmt und an dem Auflager der Platte oder Kassette so fixiert werden, dass sich die Marken auf der Platte abbilden. Dies kann geschehen durch zwei kreuzweise gespannte Fäden, möglichst nahe vor der Platte, durch vier Fähnchen aus Metall, die sich im Innern der Kamera an die Platte zurücklegen lassen, oder, wenn man die Kassetten vermeidet und, was am besten ist, die Platten unmittelbar an einen die Kamera abschliessenden Metallrahmen anlegt, durch Ausfeilen von Marken in der Mitte der vier Seiten desselben. Bei Aufnahme muss dann die Platte durch Libelle oder Senkel möglichst vertikal gestellt werden, und zur Orientierung der Photographie auf dem Plan ist erforderlich, dass sich wenigstens *ein* bekannter Punkt des Terrains auf der Platte abbilde.

Für genauere, wichtigere Aufnahmen benützt man

2. *eigentliche photogrammetrische Apparate*, aus Metall konstruiert, also unveränderlich und mit fester Einstellung der Platte auf Brennweite. Zur genauen Vertikalstellung der Platte steht die Kamera gewöhnlich auf 3 Nivellierschrauben. Ein mit Fadenkreuz versehenes Fernrohr oder eine andere einfache, mit der optischen Axe der Kamera zusammenfallende Visiervorrichtung ist leicht anzubringen und von grossem Vorteil. Auch hier ist wenigstens *ein* bekannter Punkt im Gesichtsfeld erforderlich.

Legt man eine derartige, aber mit ebener Unterlage versehene Kamera auf einen Messtisch und orientiert sie nach einer darauf gezeichneten Visur, so fällt diese Bedingung weg.

Auf solche Weise machte Ingenieur Simon die Aufnahmen für sein bekanntes Jungfrau-Relief.

Zu ganz unabhängigen und möglichst genauen photogrammetrischen Aufnahmen dienen endlich

3. *die Phototheodolite*, d. h. Theodolite, bei denen sich an Stelle des Fernrohrs eine photogrammetrische Kamera befindet. Das Fernrohr ist dann gewöhnlich excentrisch angebracht. Mittelst des Horizontalkreises lässt sich die Aufnahme in einer beliebigen Richtung gegenüber einem bekannten Punkt orientieren und mit dem Höhenkreis die Elevation oder Depression bei nöthigenfalls geneigter Plattenstellung messen. Dabei leistet das Instrument den Dienst eines Theodoliten und erlaubt, die photogrammetrischen Standpunkte nach Belieben zu wählen und pothenotisch sofort einzuschneiden.

Photogrammetrische Aufnahme des Sigriswilgrates.

Das dazu gebrauchte Instrument war ein Phototheodolit nach System Koppe. Konstruiert wurde derselbe, mit Benützung eines ältern, leichten Pfister'schen Theodolits, von Mechaniker Weber in Zürich nach den in Koppe's Buch enthaltenen Angaben. Die Platten werden direkt auf den mit Marken versehenen Rahmen gelegt und durch einen Deckel gehalten und vor Licht geschützt. Ist die Platte exponiert, so lässt sich die blecherne Kamera, die in einer konisch ausgedrehten ringförmigen Erweiterung der Horizontalaxe liegt, wegnehmen und in dem lichtdicht abgeschlossenen Instrumentkasten, der an zwei Oeffnungen Ärmel aus lichtdichtem Tuch besitzt zum Hineingreifen, mit einer neuen Platte beschicken. Diese Wechselmethode ist einfach und sicher und erspart das Mitführen von Kassetten. Nur wird der grosse Kasten für den Transport ein wenig unbequem. Das Objektiv ist ein Weitwinkel von 186,4 mm Brennweite von Steinheil in München.

Das zum Photogrammetrieren ausersehene Gebiet des Sigriswil-Grates erstreckte sich vom Burst bis zum Rothorn und wurde im Sommer 1892 in etwas mehr als einer Woche von Unterzeichnetem mit Beihilfe des Herrn Geometer Zwygart von 21 Stationen aus mit 73 Platten aufgenommen. Zur völligen Ausarbeitung gelangte aber nur etwa der vierte Teil dieses Gebietes, nämlich die nördliche Hälfte der Süd-Ost-Seite des Berges, während auf die übrige, schwierigere Partie aus nachstehend angegebenen Gründen verzichtet werden musste.

Einen verhältnismässig grossen Teil der Feldarbeitszeit erforderte die Signalstellung bei den vorhandenen 25 Marchpunkten. Dieselben waren als eingemeisselte Kreuze an meist schwer zugänglichen, steilen Hängen oder Felswänden gelegen und wurden zum Teil durch aufgestellte Stangen, durch aus Dachschindeln zusammengenagelte Kreuze oder Sterne von verschiedener Form, oder bei grossen Distanzen durch an den Felsen aufgehängte Schiessscheiben von 1 m² sichtbar gemacht. Verschiedene dieser mit grosser Mühe erstellten Signale konnten aber später in den Platten nicht aufgefunden werden, da sie sich vom Hintergrund zu wenig abhoben oder durch Tannenzweige etc. verdeckt waren. Es wäre daher am besten gewesen, auf das Photogrammetrieren der Marchpunkte überhaupt zu verzichten und sie statt dessen von den photogrammetrischen Stationen aus mit dem Theodolit einzuschneiden.

Nach der Signalisierung erfolgte die photographische Aufnahme des ganzen Gebietes ziemlich rasch in der Zeit von 4—5 Tagen, die sich allerdings durch schönes, nebelfreies Wetter auszeichneten. Allfälliger Regen oder nur ein wenig Nebel, wie er ja auf solchen Höhen oft vorkommt, hätte natürlich die Arbeit sehr verzögern können.

Fast sämtliche Aufnahmen mussten mit geneigter Platte geschehen, auf der Westseite des Grates, von den tief gelegenen Alpen aus, mit starker Elevation, auf der Ostseite, vom Beatenberggrat aus, mit Depression. Ersteres war besonders ungünstig, da sich von unten gesehen, viele Partien des Terrains verdeckten. Man musste also, um dies möglichst zu vermeiden, die Standorte ziemlich entfernt wählen, was aber wieder sehr kleine und wegen des auf grosse Distanz sehr schädlichen Vibrierens der Luft verschwommene Photographien zur Folge hatte. Diese Platten konnten deshalb nicht verwendet werden.

Ferner ist die Westseite in der mittleren Höhe mit breiten Mulden oder Lägern versehen, die von unten gar nicht sichtbar waren und auf denen daher zeitraubender Weise extra stationiert werden musste. Auch ziemlich tiefe Schluchten kommen dort vor, von denen auf der Photographie nur die vorspringenden Gräte erscheinen; alles andere musste für den Messtisch aufgespart werden.

Viel geeigneter zum Photogrammetrieren war die Ostseite des Grates, eine ziemlich gleichmässige, breite Fläche, ohne tiefe, bewaldete Schluchten; wozu noch der Vorteil der erhöhten Standpunkte auf dem gegenüberliegenden Beatenberg-Grat kam.

Die Beleuchtung bot insofern einige Schwierigkeiten, als die Westseite vormittags und die Ostseite nachmittags im Schatten lagen und das grelle Licht vom Grat her Blendung verursachte. Man musste also den Standort je nach der Tageszeit wählen.

Entwickelt wurden die Platten im Anfange abends nach der Aufnahme in einer zur Not als Dunkelkammer hergerichteten Kammer der Sennhütte, die übrigen erst nach der Heimreise in Bern; von jeder Platte wurde eine Kopie (Positiv) auf Papier gemacht.

Zeitraubender und mühsamer war nun aber die Konstruktion des Planes.

Nachdem die Koordinaten sämtlicher Stationspunkte berechnet und im Massstab 1 : 4000 eingezeichnet waren, wurden die Axen-

richtungen aller Aufnahmen nach den gemessenen Horizontalwinkeln mit möglichster Schärfe und in Ermangelung eines genügend grossen Transporteurs, nach Tangenten aufgetragen, worauf das Berechnen der Sinus, Cosinus, F. Sinus und F. Cosinus jedes Neigungswinkels folgte.

Dann ging's an das Aufsuchen der identischen Punkte in den Photographien, eine augenanstrengende, mühsame Arbeit, trotzdem man sich einer etwa dreimal vergrössernden Loupe bediente. Wohl griff man zuerst mit leichter Mühe die markantesten Punkte heraus und versah sie überall mit der entsprechenden Nummer in roter Farbe; aber solche in die Augen springende Punkte waren nur in geringer Zahl vorhanden und bis man das Nötigste an Terrainpunkten herausgefunden hatte, mochte man oft die Geduld verlieren. Die wertvollen, das Terrain charakterisierenden Punkte erhielt man, trotz des angestrengtesten Suchens nach einem sicheren Anhaltspunkte, oft gar nicht. Verwitterte Felsen, grosse Geröllpartien oder ausgedehnte, dicht mit Gras bewachsene Weiden waren besonders ungünstig; denn die unregelmässig geformten Steine änderten ihr Aussehen je nach Standort und Beleuchtung, und bei den Weiden war man auf zufällig herumliegende Steine angewiesen. Man ist so ganz dem Zufall überlassen und täuscht sich leicht. Bei Bächen, Runsen und andern Vertiefungen sah man oft nicht bis auf den Boden, sondern nur auf die Böschungsränder, was grosse Verschiebungen zur Folge haben kann. Solche Irrtümer im Aufsuchen der identischen Punkte kamen zwar bei nachfolgenden doppelten Höhenberechnung zum Vorschein, verursachten aber grossen Zeitverlust. Die Waldgrenzen konnten nicht genau ermittelt werden.

Nachdem man endlich eine genügende Anzahl von Punkten beisammen zu haben glaubte, wurden ihre Höhen- und Breitenabstände aus den Platten abgegriffen.

Dazu haben wir uns einen besondern Apparat eingerichtet, eine Verbindung von Retouchierpult mit Koordinatograph, welche gestattet, die Punkte auf $\frac{1}{10}$ mm genau abzulesen und auf einem darauf gespannten Stück Papier abzustecken. Bei den drei vertikalen Platten konnte das Abstecken der Breitenabstände ohne weiteres geschehen, nachdem man den Schlitten des Koordinatographen in die Null-Stellung gebracht hatte. Bei allen andern, geneigten Platten aber musste die Stellung des Schlittens für jeden

Punkt durch Rechnung mit dem Rechenschieber erst noch bestimmt werden, was infolge der wechselnden Vorzeichen auf die Dauer ziemlich ermüdete.

Diese Zettel, mit den so konstruierten Horizontalprojektionen der Photographien, wurden auf dem Plan in den betreffenden Stationen in genauer Orientierung aufgeklebt und durch Anlegen von Linealen die Punkte eingeschnitten.

Die nachfolgende doppelte oder mehrfache Höhenberechnung mit Hilfe von Rechenschieber, Zirkel und einem besonders angefertigten Diagramm lieferte die nötige Kontrolle. Auch hier erwies sich die Neigung der Platte als ein grosses Hemmnis. Während bei vertikalen Platten die Berechnung der Höhenunterschiede eine einfache Proportionsrechnung mit dem Rechenschieber war, mussten bei geneigten Platten die aus denselben abgelesenen Höhen oder X erst noch mit dem sinus des Neigungswinkels reduziert werden.

Mit den endgültig ermittelten und in Plan eingetragenen Höhen wurden endlich an Hand der Photographien die Horizontalkurven und Felsen eingezeichnet, stellenweise allerdings mit nicht ganz befriedigender Sicherheit, wenn zu wenig Höhenpunkte vorhanden waren und sich in den oft dunkeln Photographien die Terrainformen schwer erkennen liessen. Einem routinierten, in der Terraindarstellung geübten Topographen wäre diese Arbeit natürlich leichter gewesen.

Eine genaue Angabe über die zur Ausarbeitung dieser photogrammetrischen Aufnahme verwendete Zeit kann nicht gut gemacht werden, da einerseits die Arbeit mit Unterbrechungen vor sich ging und anderseits ein erster Versuch dieser Art war, die Uebung also noch fehlte. Soviel ist indess zu konstatieren, dass sie eine lange Zeit beanspruchte und dass ein gewandter Topograph mittelst Messtisch bedeutend rascher und billiger zum Ziel gelangt wäre. Was die Ausarbeitung sehr erschwerte, war erstens der infolge der kurzen Brennweite des Objektivs und der grossen Distanzen zu kleine Massstab der Photographien und zweitens die Neigung der Platten.

Wären die Aufnahmen mit vertikaler Plattenstellung gemacht worden, was allerdings die Feldarbeit wegen den schwerer zugänglichen passenden Standorten vermehrt hätte, so wäre die Ausarbeitung des Planes um die Hälfte rascher und weit weniger mühsam vor sich gegangen und hätte dann vielleicht die Konkurrenz mit dem Messtisch ausgehalten.

Fassen wir nun die *Vor- und Nachteile der Photogrammetrie zusammen*.

Der Hauptvorteil liegt in der geringen Feldarbeit. Diese lässt sich, günstiges Wetter und passendes, offenes Terrain vorausgesetzt, in ganz verschwindend kurzer Zeit verrichten. Die Hauptarbeit vollzieht sich im bequemen Bureau, muss aber mit äusserster Genauigkeit geschehen und ist sehr augenanstrengend. Ein fernerer Vorteil dieser Methode, wenigstens gegenüber dem Messtischverfahren, liegt darin, dass man in den Platten einen, allerdings zerbrechlichen Handriss besitzt, mit dessen Hilfe Pläne in beliebiger Anzahl angefertigt werden könnten.

Zu den Aufnahmen braucht man aber ganz gutes Wetter ohne allen Nebel, was zur Sommerszeit im Gebirge nicht allzuhäufig vorkommt. Ferner ist man von der Tageszeit abhängig; denn gegen die Sonne darf man nicht photographieren. Oft sind einzelne Teile des Terrains von Wolken beschattet, während die andern in greller Sonne liegen, so dass oft in derselben Photographie Felspartien viel zu hell, Wiesen und Wälder ganz schwarz sind. Bei zerklüfteten Felsen sieht man meist nur vorspringende Kanten, die einspringenden Ecken sind im Schatten verborgen. Ein guter Photograph kann zwar diese Beleuchtungsschwierigkeiten, besonders mit Verwendung farbenempfindlicher (orthochromatischer) Platten, zum Teil überwinden.

Gewöhnlich ist Mangel an den das Terrain charakterisierenden Punkten. Schlimm ist es mit den Wäldern bestellt. Wenn die Tannen nicht allen Boden verdecken, so verbreiten sie tiefen Schatten. Man könnte allerdings einzelne hervorragende Baumwipfel bestimmen, hätte dann aber keine bestimmten Höhen. Marchpunkte müssen durch grössere Signale sichtbar gemacht werden; das nimmt aber viel Zeit in Anspruch und ist wegen Wind und Wetter unsicher.

Bei den andern Messmethoden mit Fernrohr-Instrumenten erleichtert die Vergrösserung des Fernrohrs und die verschiedene Farbe des Terrains das Auffinden gleicher Punkte von verschiedenen Stationen aus, während das photographische Bild verhältnismässig klein und nur einfarbig ist.

Viele notwendige Punkte erhält man trotz allem Suchen oft gar nicht und muss sie später auf andere Weise besonders einmessen.

Während also die Photogrammetrie für Katasteraufnahmen kaum von Bedeutung sein wird, ist sie ganz am Platze bei gewissen topographischen Aufnahmen: In erster Linie in den Fällen, wo Raschheit der Feldarbeit die Hauptrolle spielt, wie auf Forschungsreisen und bei topographischen Aufnahmen im unwirtlichen, keine Unterkunft gewährenden Hochgebirge. In zweiter Linie bei Aufnahmen von schwer oder gar nicht zugänglichen Objekten, wie z. B. grossen Bauwerken und Türmen, steilen Berghängen, Lawinengebieten, ausgedehnten Fels- und Gletscherpartien, wo sich der mit Messtisch oder Tachymeter Arbeitende mit langwierigem Einschneiden behelfen müsste.

In diesem Sinne bietet sich der Photogrammetrie manche lohnende Gelegenheit; ein Beispiel dafür in grösserem Massstabe sehen wir in den im letzten Sommer durch Prof. Koppe ausgeführten photogrammetrischen Vermessungen für die Jungfraubahn.

Auch das kantonale Vermessungsbureau wird sich wahrscheinlich bei der zweiten Probevermessung, in der Gemeinde Kandergrund, nochmals mit der Photogrammetrie befassen, jedoch nur zum Zwecke einer billigeren Aufnahme der Horizontalkurven.

Über den durch Faktoren des natürlichen Standortes mitbedingten Zerfall unserer Hochgebirgswälder.

Ein kleiner Beitrag zur Geschichte der alpinen Holzgrenze.

Von *Bernhard Eblin*, Chur.

(Schluss).

II. Die Ursachen des Zerfalles der Holzgebirgswälder insoweit bei letzterer Erscheinung Faktoren des natürlichen Standortes mit in Betracht kommen.

Wo liegen nun die Ursachen des Rückganges unserer Hochgebirgswälder nach ihrer Vegetationskraft und ihrer obersten Vegetationsgrenze, soweit wir es nicht mit *unmittelbaren* Eingriffen unserer Alpenbevölkerung zu thun haben?