

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik =
Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières

Herausgeber: Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres

Band: 29 (1931)

Heft: 12

Artikel: Die Entzerrung von Fliegeraufnahmen

Autor: Grubenmann, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-192709>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

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

SCHWEIZERISCHE Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik

ORGAN DES SCHWEIZ. GEOMETERVEREINS
REVUE TECHNIQUE SUISSE DES MENSURATIONS ET AMÉLIORATIONS FONCIÈRES
ORGANE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES GÉOMÈTRES

Redaktion: Dr. h. c. F. BAESCHLIN, Professor, Zollikon (Zürich)
Ständiger Mitarbeiter für Kulturtechnik: Dr. Ing. H. FLUCK, Dipl. Kulturingenieur, Neuchâtel
Poudrières, 19. — Redaktionsschluß: Am 1. jeden Monats.

□ Expedition, Inseraten- und Abonnements-Annahme: □
BUCHDRUCKEREI WINTERTHUR VORM. G. BINKERT, WINTERTHUR

Erscheinend am 2. Dienstag jeden Monats	No. 12 des XXIX. Jahrganges der „Schweiz. Geometerzeitung“.	Abonnemente: Schweiz . . . Fr. 12.— jährlich Ausland . . . „ 15.— „
Inserate: 50 Cts. per 1spaltige Nonp.-Zeile	8. Dezember 1931	Unentgeltlich für Mitglieder des Schweiz. Geometervereins

Die Entzerrung von Fliegeraufnahmen.

Mitteilung der Landestopographie, Bern.

Bearbeitet von Dipl.-Ing. E. Grubenmann.

1. Die Entwicklung der Entzerrungsmethode in der Schweiz.

a) Fliegerbildverwertung bis 1923.

Die prächtigen photographischen Aufnahmen, welche von einigen Ballonführern bei ihren Fahrten über die Schweiz gemacht wurden, mußten schon frühe den Wunsch nahelegen, Aufnahmen von Luftstandorten auch für die Kartendarstellung zu verwenden. Es sei hier nur an die Vortragsreisen Kapitän Spelterinis erinnert, welche seine vorzügliche Bilderausbeute von vielen Freiballonfahrten einem weiten Kreise bekannt machten. Trotzdem wurde in der Schweiz verhältnismäßig spät mit systematischen Versuchen in der genannten Richtung begonnen. Dieses Zögern dürfte begründet sein, einerseits in der gebirgigen Beschaffenheit eines großen Teils unseres Landes, wo auch terrestrische Standpunkte gute Einsicht in das Gelände bieten und zudem die flugtechnischen Schwierigkeiten für damalige Verhältnisse besonders groß waren, andererseits aber in den guten Karten, die vom Flachlande bereits auf andere Weise erstellt worden waren.

Immerhin bewilligte das schweizerische Militärdepartement ein Gesuch des Institutes für Aerophotogrammetrie von Th. Scheimpflug in Wien um Unterstützung von Versuchsaufnahmen in der Schweiz. Zur Durchführung der vorgeschlagenen aerophotogrammetrischen Aufnahmen wurde eine im Dienste stehende Ballonpionier-Kompagnie zur Verfügung gestellt. Auf Vorschlag des schweizerischen Militärdepartementes wurde eine typische Gegend des schweizerischen Mittelandes in einer Ausdehnung von zirka 20 km², nämlich das Gebiet des Belpberges bei Bern zwischen den beiden Bahnlinien Bern-Thun in

den Tagen vom 26.—29. Juli 1913 von 17 Fesselballonstationen aus mit der bekannten Scheimpflugschen Panoramakamera durch Ingenieur Kammerer aufgenommen. Die Witterung war schön mit zeitweise starkem Westwind. Leider genügten die an die Abteilung für Landestopographie abgelieferten Ergebnisse nicht den Anforderungen, die an solche mit großem Aufwand an Personal und Material verbundenen Aufnahmen vom Ballon aus gestellt werden mußten. Ganz besonders war der Detailreichtum der im Scheimpflugschen Perspektograph umphotographierten Originalaufnahmen für kartographische Zwecke nicht genügend. Die Versuche wurden deshalb nicht weiter fortgesetzt.

Während und besonders nach dem Weltkrieg mit seinen großen Fortschritten auf aerophotogrammetrischem Gebiet war es gegeben, die für andere Zwecke erstellten photogrammetrischen Aufnahmen unserer Militärflieger nach Bedarf mitzubেনutzen, allerdings nur zur Darstellung abgelegener, schwer zugänglicher Gebiete im Hochgebirge und ohne die Bilder zu irgendwelchen Messungen zu benützen.

b) *Veranlassung und Ziele der Versuche nach 1923.*

Systematische Versuche, die Fliegeraufnahmen weitgehend der Kartenerstellung und Erhaltung nutzbar zu machen, wurden seitens der Abteilung für Landestopographie auf Veranlassung des damaligen Chefs der Sektion für Topographie, derzeitigem Direktor der Landestopographie, Herrn Ing. Schneider, anfangs 1924 begonnen.

Den Anstoß gab neben den aufmerksam verfolgten Fortschritten, welche die Luftphotogrammetrie in unsern Nachbarstaaten in instrumenteller und methodischer Hinsicht machte, nicht zuletzt ein anlässlich des Vortragskurses der deutschschweizerischen Sektionen des Schweiz. Geometervereins am 7. April 1923 in Zürich gehaltener Vortrag von Ing. Roussilhe, in welchem dieser über seine erfolgreichen Arbeiten zur Wiederherstellung des Katasters in den durch den Krieg verwüsteten Gebieten Nordfrankreichs berichtete. Seine Methoden und deren Ergebnisse waren übrigens von ihm schon im Jahre 1922 veröffentlicht worden. Ebenfalls 1922 waren die Abhandlungen von v. Gruber und Marchand erschienen, welche sich in umfassender Weise mit der theoretischen Seite der Verwertung von Fliegerbildern befassen.

Für die Verwertung von Einzelfliegeraufnahmen im Rahmen der Landesaufnahme der Schweiz traten von Anfang an zwei Möglichkeiten in den Vordergrund:

1. Verwendung von Senkrechtaufnahmen aus der Luft zur Nachführung der vorhandenen Karte.
2. Erstellung von Situationskarten nahezu ebener Gebiete als Grundlage der Kartenneuerstellung.

Es waren das spezielle Aufgaben, welche aller Voraussicht nach wirtschaftlich am vorteilhaftesten gelöst werden konnten durch Verwertung und besonders durch Entzerrung von Einzelfliegeraufnahmen. Die universellere Methode der Stereophotogrammetrie aus der Luft

stellt sowohl an den aufnehmenden Operateur im Flugzeug, als auch an die Auswertungsapparatur wesentlich höhere Ansprüche als die Einzelbildaufnahme und deren Entzerrung, so daß diese letztere Methode überall dort wirtschaftlicher arbeitet, wo ihre Leistungsfähigkeit genügt, diejenige der Stereophotogrammetrie aus der Luft aber nicht voll ausgenützt werden kann. Die Grenze für den Anwendungsbereich der verschiedenen Methoden kann nur durch längere Erfahrung festgelegt werden.

Für die ersten Versuche standen zur Verfügung ein Ica-Entzerrungsgerät, welches aber nur Entzerrung in sogenanntem wildem Maßstab gestattete und das deshalb später nicht mehr verwendet wurde, und ein Entzerrungsgerät Jäger-Liesegang, das für die ersten Arbeiten wenigstens in genauigkeitstechnischer Beziehung gute Dienste leistete. Es sei bei dieser Gelegenheit gegenüber der oben erwähnten v. Gruberschen Publikation darauf hingewiesen, daß das Gerät Jäger-Liesegang in der der Landestopographie zur Verfügung stehenden Ausführung Entzerrungen in beliebigen Maßstäben gestattete, da Platten-, Objektivhaupt- und Schirmebene kippbar sind.

c) *Die Entwicklung der Entzerrungsmethode.*

a) Die Aufnahme des Limpach- und Lyßbachtals.

Nach einigen Versuchen mit den bekannten Entzerrungsmethoden sollte ein Urteil über die praktisch erreichbare Genauigkeit der Entzerrung gewonnen werden, und es wurde die Aufgabe gestellt, aus geeigneten Fliegeraufnahmen nahezu ebenen Geländes einen Situationsplan 1 : 10 000 zu erstellen. Die Genauigkeit des Planes sollte nicht unter derjenigen einer Meßtischaufnahme für den Originalübersichtsplan liegen. Der mittlere Lagefehler eines Situationspunktes war damit zu ± 0.3 mm vorgeschrieben. Es standen von der Flugplatzdirektion Dübendorf für rein militärische Zwecke erstellte Reihen von Senkrechtaufnahmen zur Verfügung und zwar:

1. Reihe. 10 Aufnahmen aus 4170 m ü. M. und 3690 m ü. Grund mit Handkamera ($f = 25$ cm, Format 13/18 cm, Schlitzverschluß) aus freier Hand erstellt auf gewöhnliche Handelsplatten (Hauff-Flavin). Die Witterung bei der Aufnahme war sehr schön und windstill gewesen. Die Aufnahmen befriedigten bezüglich Schärfe und Detailreichtum sehr gut. Das Aufnahmegebiet umfaßte das Limpachtal zwischen Utzenstorf und Messen in einer Ausdehnung von 25 km² und bestand aus einem Talboden mit beidseitig bis auf ca. 40 m über denselben ansteigenden Hängen.

2. Reihe. 13 benutzbare Aufnahmen aus 3940 m ü. M. und 3410 m ü. Grund unmittelbar vor der ersten Reihe unter gleichen Verhältnissen und mit derselben Apparatur aufgenommen. Die Größe des Aufnahmegebietes war 31.5 km²; es umfaßte das Lyßbachtal von Moosseedorf bis Lyß und stellte im östlichen Teil ebenes, im westlichen aber leicht hügeliges Gelände mit Höhendifferenzen von Punkten derselben Platte bis zu 90 m dar. (Per Platte wurden 8—10 noch identifizierbare Punkte

aus dem alten Kataster als Paßpunkte entnommen. Deren Höhe ergab sich genügend genau aus der topographischen Karte. Die rohen Einstell-elemente des Entzerrungsgerätes wurden berechnet. Im Koinzidenz-verfahren wurde darauf für ebenes Gebiet die ganze Platte in eine Horizontalebene entzerrt; bei bewegterem Gelände entzerrte man einzelne Plattenteile in Schmiegungebenen.

Da Diapositive als Unterlage der Entzerrung benutzt werden mußten, wurde nach erfolgter genauer Einstellung des Entzerrungs-gerätes eine Glasplatte an die Stelle der Einpaßfolie auf dem Pro-jektionsschirm befestigt und durch Belichtung ein Negativ der ent-zerrten Aufnahme erhalten. Diese Negative wurden auf verzugsfreie Meßtischblätter (Aluminiumfolie beidseitig mit Bristolkarton bespannt) überkopiert. Die Orientierung der Negative auf dem Meßtischblatt geschah mit Hilfe der auf letzterem aufgetragenen, auf dem Negativ als Fenster ausgekratzten Paßpunkte. Das Ueberkopieren erfolgte im bekannten Blaukopierverfahren, welches erlaubt, sukzessive mehrere Negative nebeneinander auf dasselbe Meßtischblatt zu übertragen, da die Entwicklung der belichteten Schicht nur mit Wasser erfolgt und deshalb die noch nicht lichtempfindlichen Teile der Platte nicht an-greift. Die Genauigkeitsprüfung des so erhaltenen Situationsplanes wurde auf dem Felde durchgeführt und ergab eine etwas höhere Lage-genauigkeit der Situation als vorgeschrieben worden war.

β) Bestrebungen zur Verbesserung der Methoden in wirtschaftlicher Richtung.

Diese genauigkeitstechnisch recht befriedigenden Resultate veran-ließen die Sektion für Topographie der Abteilung für Landestopo-graphie die Methode weiter auszubauen. Es wurde dabei hauptsächlich auf die Steigerung der Wirtschaftlichkeit geachtet und es sollten auch die Grenzen der Auswertungsmöglichkeit festgelegt werden.

Die Arbeit am Entzerrungsgerät wurde wesentlich vereinfacht durch die Benutzung von Nomogrammen für die Einstelldaten, welche jegliche der Entzerrung vorhergehende Rechnung erübrigten. Da für Kartenzwecke keine größeren Maßstäbe in Betracht kommen als 1 : 25 000 wurde versucht, die photographischen Aufnahmen direkt in den Maß-stab 1 : 25 000 zu entzerren. Es zeigte sich aber, daß auf diese Art weder die nötige Genauigkeit (0.3 mm mittlerer Lagefehler im Karten-maßstab 1 : 25 000) innegehalten werden konnte, noch in der Photo-karte 1 : 25 000 der für die Karte 1 : 25 000 nötige Detailreichtum enthalten war. Es wurde festgestellt, daß der Uebergang von dem Halbtonbild der Photokarte zur Strichzeichnung der Karte für unsere Verhältnisse nicht in einem kleinern Maßstab als ca. 1 : 10 000 vor-genommen werden kann. Auch die kleinmaßstäbliche Karte muß näm-lich gewisse Objekte enthalten, die auf ihr nur noch wegen bewußter kartographischer Vergrößerung dargestellt werden können. Würde aber ein großmaßstäblicher bis ins Detail maßstabgetreuer Plan genau in einen wesentlich kleinern Kartenmaßstab reduziert, so würden auf

ihm gewisse, für die Darstellung wichtige Objekte gar nicht mehr erkennbar sein. In noch stärkerem Maße trifft das zu bei der starken Verkleinerung von Halbtonkopien auf Papier, das immer eine gewisse Eigenstruktur hat, welche das Bilddetail vernichtet.

Das Zusammenkopieren im Blaukopierverfahren ist eine Arbeit, bei der trotz größter Aufmerksamkeit Mißerfolge leicht vorkommen können, sobald es sich nicht um Strichzeichnungen, sondern Halbtonbilder handelt. Die Originalnegative wurden deshalb auf lichtempfindliches Papier, welches seinerseits auf dünner Aluminiumfolie aufgezogen war, entzerrt; diese Kopien wurden mit Koordinatennetz versehen und zu einem Photoplan auf einem ebenfalls mit Koordinatennetz versehenem Meßtischblatt zusammengeklebt. Die Photokarte wurde photographiert und per Meßtischblatt eine Blaukopie erstellt als Grundlage der Weiterverarbeitung. Diese Methode ist weniger Mißerfolgen ausgesetzt, aber für die Aufgaben und Ansprüche der Landesaufnahme mühsam und unwirtschaftlich, so daß sie nach verschiedenen Versuchen aufgegeben wurde.

Die von Roussilhe in seinen Publikationen angegebene Verwendung eines Pauspapiers, welches über die entzerrte Kopie gelegt wird, ist für die speziellen Zwecke der Kartenerstellung, wo ein felddüchtiges maßstabgetreues Meßtischblatt mit großem Detailreichtum zur Weiterverarbeitung erstellt werden soll, kaum mit Vorteil anwendbar.

Eine Neukonstruktion des Schirmes des Entzerrungsgeräts, bei welcher der Träger der Einpaßfolie resp. die zu belichtende Platte oder Folie durch einen in seiner Ebene drehbaren Kreuzschlitten beliebig verdreht und verschoben werden konnte, vereinfachte die Handhabung des Gerätes.

Das Ergebnis der erwähnten Versuche führte zum Entscheid, daß für die Zwecke der Kartenaufnahme nur ein weitmöglichst automatisches Entzerrungsgerät in Betracht kommen könnte. Die Abteilung für Landestopographie entschloß sich daher, das selbstfokussierende, automatische Entzerrungsgerät Zeiß anzuschaffen, welches denn auch seit Februar 1927 in Betrieb steht und im allgemeinen durchaus befriedigt. Für die Arbeiten der Schweiz. Landestopographie dürfte auf Grund gemachter Erfahrungen nur noch das Entzerren in die Horizontalebene in Betracht kommen, während der allgemeine Fall, nämlich die Entzerrung in beliebige Schmiegungebenen, praktisch bedeutungslos ist. Es wäre deshalb noch eine weitergehende Automatisierung und damit Vereinfachung der Handhabung möglich im Sinne der Publikation von Cl. Aschenbrenner, Zeitschrift für Instrumentenkunde 1927, Seite 568 u. ff. Durch Verwendung von Nomogrammen für die Einstellung der Objektivkipfung kann allerdings diese erwünschte Vereinfachung ebenfalls erreicht werden.

γ) Die heute angewendete Entzerrungsmethode.

Auf Grund aller genannter Versuche zur Auffindung eines genauen und möglichst einfachen Weges für die Erstellung des Entzerrungsproduktes, d. h. einer genauen und zur Weiterverarbeitung auch auf

dem Terrain geeigneten Photokarte auf dem Meßtischblatt, ergab sich unter Ausnutzung der Möglichkeiten des Zeißschen Entzerrungsgeräts die heute von der Landestopographie angewendete Methode. Hierbei werden die Paßpunkte erst nach Vorliegen der Aufnahmen beschafft und zwar für jede Platte ein Paßpunkt in der Nähe des Plattenhauptpunktes und je einer in jeder Ecke der Platte. Als Entzerrungsgrundlage werden nachher für jedes vorzubereitende Meßtischblatt sämtliche Paßpunkte auf eine sogenannte Einpaßfolie aufgetragen. Für die photographische Uebertragung der entzerrten Platte wird die Einpaßfolie ersetzt durch ein auf dem Schirm gleichorientiertes, mit Gaslichtpapier überzogenes Meßtischblatt. Es wird eine Platte nach der andern an den ihr zukommenden Ort auf dem Meßtischblatt direkt projiziert und nach erfolgter Projektion sämtlicher auf das Meßtischblatt fallender Aufnahmen, wird dasselbe entwickelt.

d) *Die Entwicklung der Aufnahmetechnik.*

a) Flugzeugtyp und Aufnahmemethode.

Parallel mit den Versuchen zur Auffindung des geeignetsten Entzerrungsverfahrens gingen Verbesserungen in der Aufnahmetechnik beim Fluge. Nach der Auswertung der Aufnahmen im Limpach- und Lyßbachtal entschloß sich die Abteilung für Landestopographie, einige zusammenhängende Blätter des topographischen Atlases systematisch für Entzerrungszwecke aufzunehmen. (Die Fläche eines Blattes 1 : 25 000 des topographischen Atlases ist $8.75 \text{ km} \times 6 \text{ km} = 52.5 \text{ km}^2$.)

Das Gebiet der überflogenen Blätter:

Stammheim,	Pfyn,	Märstetten,
Ellikon,	Frauenfeld,	Bußnang,
Wiesendangen,	Aadorf,	Tobel
Turbenthal,	Bichelsee,	Wil

umfaßt in seinen nördlichen Teilen die typische Hochebenenlandschaft der Schweiz, erstreckt sich jedoch nach Süden bins ins ausgesprochene Hügelland, wo Höhenunterschiede bis 200 m in derselben Aufnahme auftreten. Die Totalfläche dieses in der Nordostecke der Schweiz liegenden Gebietes beträgt 630 km^2 . In entzerrungstechnischer Beziehung bildeten diese Aufnahmen die Unterlagen schon erwähnter Versuche; zum Teil wurden sie bereits nach der heute angewendeten Methode ausgewertet und gaben wertvolle Fingerzeige für die Grenzen der Anwendungsmöglichkeit der Entzerrung überhaupt.

Zur Verfügung stand ein Militärflugzeug (Typ „Zepp“, Doppel-decker), eine Beobachtermaschine, die für Vermessungszwecke recht gute Eigenschaften hatte. Es bestand die Möglichkeit, trotz großer Reisegeschwindigkeit von 170 km in der Stunde, bei den Aufnahmen die Geschwindigkeit durch Drosseln des Motors bis auf 90 km/Std. = 25 m/sek. zu vermindern. Ferner war ein genügend breiter Rumpf zum Einbau der Kamera vorhanden.

Der nördliche Teil des Gebietes wurde durch Militärfliegerbeobachter in sich gegenseitig überlappenden, parallelen West-Ost-Streifen von ca. 30 km Länge abgeflogen. Im Juli 1926 konnte für die Aufnahmen

eine ständige Fliegerequipe angestellt werden, so daß die gemachten Erfahrungen auch wirklich ausgewertet werden konnten, da ja bekanntlich enges Zusammenarbeiten zwischen Pilot und Beobachter eine Grundbedingung des Erfolges ist. Zudem spielen neben der selbstverständlich vorauszusetzenden persönlichen Eignung die Erfahrung und Routine bei der Aufnahmearbeit eine ausschlaggebende Rolle.

(Fortsetzung folgt.)

Der reduzierende Doppelbild-Tachymeter Kern.

Von *Alfred Aregger*, Grundbuchgeometer, Pfeffikon.

Allgemeines.

Die Erfahrungen, welche mit der Doppelbild-Tachymetrie im allgemeinen gemacht wurden, sind derart befriedigend, daß durch dieselben die Messungen mit Latte oder Band bei der schweizerischen Grundbuchvermessung auf gewisse kurze Kontrollmaße und Vermessungen in eng bebauten Ortschaften beschränkt werden. Auch in anderen Staaten hat die Meßmethode stark und fortschreitend Fuß gefaßt.

Die Firma Kern & Cie., A.-G., Aarau, baut seit 1925 den in der Nummer 10, Jahrgang 1926 dieser Zeitschrift, beschriebenen, nicht reduzierenden Doppelbild-Tachymeter Kern, oft auch Aregger-Kern genannt. Dieses Meßgerät, speziell das Doppelbild-Prisma, hat sich in der Folgezeit als die einfachste und sowohl in wissenschaftlicher, als praktischer Beziehung als richtige Lösung erwiesen. Vor allem ist es die typische zentrische Anordnung des Prismas über dem Objektiv, welche die sonst gefährlichen, zeitlich veränderlichen persönlichen Ablesefehler ausschaltet.

Obgenannter prinzipieller Erfolg der Doppelbild-Meßmethode an und für sich ermutigte, den Anregungen auf Schaffung eines selbsttätig reduzierenden Tachymeters nachzukommen.

Das aus vielen Ueberlegungen und praktischen Versuchen hervorgegangene Instrument möge vorerst kurz allgemein beschrieben werden.

Das Instrument.

Das Instrument ist ein selbsttätig reduzierender, optischer Doppelbild-Präzisions-Tachymeter, unter Verwendung einer am Ziel rechtwinklig zur Visur, horizontal hingestellten Meßlatte. Die Genauigkeit der optischen Distanzmessung beträgt auf 100 Meter Entfernung noch 1—2 cm.

Das Horizontalkreissystem des Instrumentes weist die Bauart eines Repetitionstheodoliten neuerer Form auf, wobei besonders darauf gesehen wurde, daß die Vertikalachsen bei jeder Temperatur einen leichten, angenehmen Gang aufweisen. Die Fernrohrträger bilden mit der Kreisschutzdecke ein einziges solides Gußstück. Die Lager der Fernrohrkipkachse sind geschlossen, und das eine ist der Höhe nach verstellbar.

Das Fernrohr ist auf der Objektivseite durchschlagbar, hat eine Länge von 30 cm und ein Objektiv von 42 mm Oeffnung. Die Vergrößerung ist eine 25fache. Das Doppelbild hat Bildtrennung, und es kann auf einfache Weise ein Vollbild eingeschaltet werden. Letz-