

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:	9
Artikel:	Die Anwendung des photogrammetrischen Aufnahmeverfahrens bei der schweizerischen Grundbuchvermessung [Fortsetzung]
Autor:	Härry, H.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-192699

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: 25.12.2025

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

Inserate:
50 Cts. per 1spaltige Nonp.-Zeile

No. 9
des XXIX. Jahrganges der
„Schweiz. Geometerzeitung“.
8. September 1931

Abonnemente:
Schweiz . . . Fr. 12.— jährlich
Ausland . . . „ 15.— „
Unentgeltlich für Mitglieder des
Schweiz. Geometervereins

Die Anwendung des photogrammetrischen Aufnahmeverfahrens bei der schweizerischen Grundbuchvermessung.

B.

Durchführung und Prüfung der photogrammetrischen Grundbuchvermessungen.

Von *H. Härry*, I. Adjunkt des eidg. Vermessungsdirektors.

(Fortsetzung.)

Aus der Verwendung der Doppelkamera erwachsen für die Einpassung der Plattenpaare gewisse Vorteile. Der treibende Gedanke für die Verwendung der Doppelkamera kann ja sein, die einmal gewonnene Orientierung eines Aufnahmepaars für die Orientierung aller übrigen aneinandergekoppelten Aufnahmepaare zu benutzen, um so den für die Orientierung benötigten Zeitaufwand gehörig zu reduzieren und obendrein noch Paßpunkte einzusparen. Bei diesem unter dem Namen *Folgebildanschluß* bekannten Verfahren ist nur noch eine folgende Aufnahme relativ zu einer in der Auswertemaschine schon absolut orientierten Aufnahme zu orientieren, also bei optisch-mechanischer Durchführung an der Auswertemaschine nur der erste Teil der v. Gruberschen Doppelbildorientierung auszuführen. Die theoretisch mit der Anwendung des Folgebildanschlusses erreichbaren Vorteile treffen aber in der Praxis nicht in vollem Umfange ein. Die Fehlerfortpflanzung, bewirkt durch die Fehler in der Justierung der Auswertemaschine, durch Abbildungsfehler auf den Negativplatten, durch die physiologischen Auffassungsfehler beim Ausmessen des Stereomodelles, führt am Schlusse einer Reihe von 6 Folgebildpaaren im günstigsten Falle zu Abschlußfehlern von 10—20 Metern in Lage und Höhe (Versuche von Boßhardt, rel. Flughöhe 2700 m, Basisverhältnis 1 : 2,2). Es zeigt sich

hier mit besonderer Deutlichkeit, daß die luftphotogrammetrische Punktbestimmung wesentlich ein Interpolationsverfahren ist und daß Extrapolationen zu Enttäuschungen führen. Ob es gelingen wird, aus den Abschlußfehlern einer Reihe von Folgebildpaaren die Orientierungskorrekturen für jedes Aufnahmepaar der Reihe durch Interpolation so zu bestimmen und zu berücksichtigen, daß dann doch noch von einem vollen Erfolg des Folgebildanschlusses gesprochen werden kann, wird die Zukunft lehren. Vorläufig nützt man den Vorteil aus, daß ein an ein orientiertes Aufnahmepaar durch Folgebildanschluß orientiertes zweites Paar unter günstigen Voraussetzungen Abweichungen in Lage und Höhe der ausgewerteten Paßpunkte von 3—4 Metern ergibt.

Die genaue absolute Orientierung des Modelles aus dieser guten Näherungsorientierung ist in viel kürzerer Zeit möglich als die unabhängige Durchführung der optisch-mechanischen Orientierung. Die bei der Grundbuchvermessung verwendete Doppelkamera bietet somit nicht nur bei der Aufnahme aus dem Flugzeug Vorteile, sondern sie ist zugleich ein Mittel, um die Einpaßzeit zu reduzieren und damit die Luftphotogrammetrie noch wirtschaftlicher zu gestalten. Aehnliche Vorteile sind für die Bildeinpassung am Auswerteinstrument zu erwarten, wenn die Zwillingsaufnahmen nicht in der Flugrichtung, sondern quer dazu gekoppelt werden.

Beim Wild-Autographen — und in jüngster Zeit auch beim Modell C/4 1930 des Stereoplanigraphen — ist es möglich, das *ganze Kamera-System um 2 Achsen zu drehen*, ohne daß die gegenseitige Orientierung der Kammern geändert wird. Diese Möglichkeit vereinfacht die absolute Orientierung des Modelles wesentlich und erspart Rechnungsarbeit. Die Drehbarkeit des ganzen Kamerasystems gestattet darum ebenfalls, die Einpaßzeit zu verkürzen und damit die Kosten der luftphotogrammetrischen Vermessung zu reduzieren.

Die Aufnahmepaare seien nun in der Auswertemaschine orientiert und die Auswertung kann beginnen. In der Regel werden in diesem Moment aus dem orientierten Plattenpaar *Hilfspaßpunkte* ausgewertet, die für die Orientierung anstoßender Plattenpaare gute Dienste leisten. Man bezeichnet diese Hilfspaßpunkte in den Paßpunktikonen mit besonderer Signatur und nimmt ihre Koordinaten und Höhen, sowie eine kleine Orientierungsskizze in das Paßpunktverzeichnis auf. Als Hilfspaßpunkte dienen alle möglichen im Stereobild scharf sichtbaren Objekte.

Für die *Auswertung der Grenzpunkte* dienen die schon erwähnten Grenzpunktikonen (Abb. 8) und die bei der Einmessung der Grenzpunkte im Feldprotokoll angefertigten Skizzen (Abb. 9) als Vorlage. Die zentrisch signalisierten Grenzpunkte sind im Stereomodell gut sichtbar, können mit der wandernden Marke unmittelbar eingestellt und auf das Auswertungsblatt gestochen werden. Für die exzentrisch, entweder mit einer Signaltafel oder durch natürliche Objekte, signalisierten Grenzpunkte könnten in gleicher Weise die Exzentren auf das Auswertungsblatt ausgewertet und die Zentren mit Hilfe der im Feldprotokoll notierten Zentrierungs-

elemente konstruiert werden. Die Erfahrung zeigte, daß es zweckmäßiger ist, wenn im Stereomodell der Grenzpunkt, vom exzentrischen Signal ausgehend und mit Benützung der gemessenen Zentrierungselemente, eingestellt und auf das Auswertungsblatt ausgewertet wird. Der Autogrammeter wird bei dieser Operation vom Vermessungstechniker am Zeichnungstisch, der dort über einen mit Polardistanzteilung versehenen Vollkreistransporteur verfügt, geführt. Zur Kontrolle des ausgewerteten Grenzpunktes wird er so ein zweites, eventuell ein drittes Mal und immer von einem andern exzentrischen Signal ausgehend, eingestellt. Die Zentrierung geschieht so angesichts des Stereomodelles rascher und zuverlässiger als durch eine nachträgliche graphische Konstruktion auf dem Auswertungsblatt oder gar durch eine rechnerische Operation. Die Auswertung eines Grenzpunktes am Auswertegerät geht rascher vor sich, als dies hier gesagt ist. Plattenpaare, aus denen innerhalb des Paßpunktpolygones über 100 Grenzpunkte ausgewertet werden, sind in gewissen Vermessungsgebieten nicht selten.

Für die *Auswertung der Gegenstände der Uebersichtsplandarstellung* hat der Autogrammeter als Vorlage das Identifizierungskroquis vor sich. Bei richtiger Verwertung der Kroquis wird außer den Höhenkurven nicht mehr und nicht weniger ausgewertet, als das Kroquis angibt. An Hand der Vorlage werden im Stereomodell viele Objekte, z. B. Wege und Bäche in lose bestockten Wäldern, gesehen und ausgewertet, die ohne Vorlage übergangen würden. Die nachträgliche Aufnahme übergangener Objekte mit dem Meßtisch wäre kostspieliger als die Auswertung am Autographen.

Ist in kleinen Teilgebieten eine Auswertung der Bodenformen wegen dichtem Wald, tiefen Schlagschatten oder zu kleiner Terrainneigung nicht möglich, so werden rings um die Auswertungslücke und, wenn möglich, in der Lücke selbst, charakteristische Terrainpunkte ausgewertet und kotiert. Durch die Bezeichnung dieser Punkte im Identifizierungskroquis wird erreicht, daß später der Geometer, der die Ergänzung des Planes durch Meßtischaufnahme besorgt, auf dem Felde diese Anschlußpunkte findet.

Ueber die Auswertung werden auf das Format der Auswertungsblätter zugeschnittene *Auswertungspausen* auf Pausleinwand geführt, auf denen die Auswertungsbereiche der einzelnen Plattenpaare, die verwendeten Paßpunkte, die Auswertungslücken und die voraussichtlich unzuverlässigen Auswertungsteile eingetragen sind (Abb. 11). Die Auswertungspause dient dem Photogrammeter für die Organisation der Ergänzungsaufnahmen mit dem Meßtisch, dem Verifikator zur Orientierung über die Auswertungsunterlagen und weiteren Interessenten zur Information bei späterer Verwendung des Plattenmaterials.

Die Meßtischblätter werden nun in Tusche nach Maßgabe der offiziellen Zeichnungsvorlagen Nr. 19, 19a und 19b ausgezogen. Beim *Ausziehen* leistet wieder das Identifizierungskroquis als Vorlage gute Dienste. In den Sommer, welcher der Auswertung folgt, fallen die Ergänzungsaufnahmen mit dem Meßtisch. Es werden dabei nur die

Gebiete besucht, für welche nach den Angaben der Auswertungspausen Lücken oder unsichere Auswertungen bestehen. Eine allgemeine Begehung des ganzen Vermessungsgebietes zur Inspektion und Korrektur der Auswertung, wie sie bis jetzt bei der Anwendung der terrestrischen

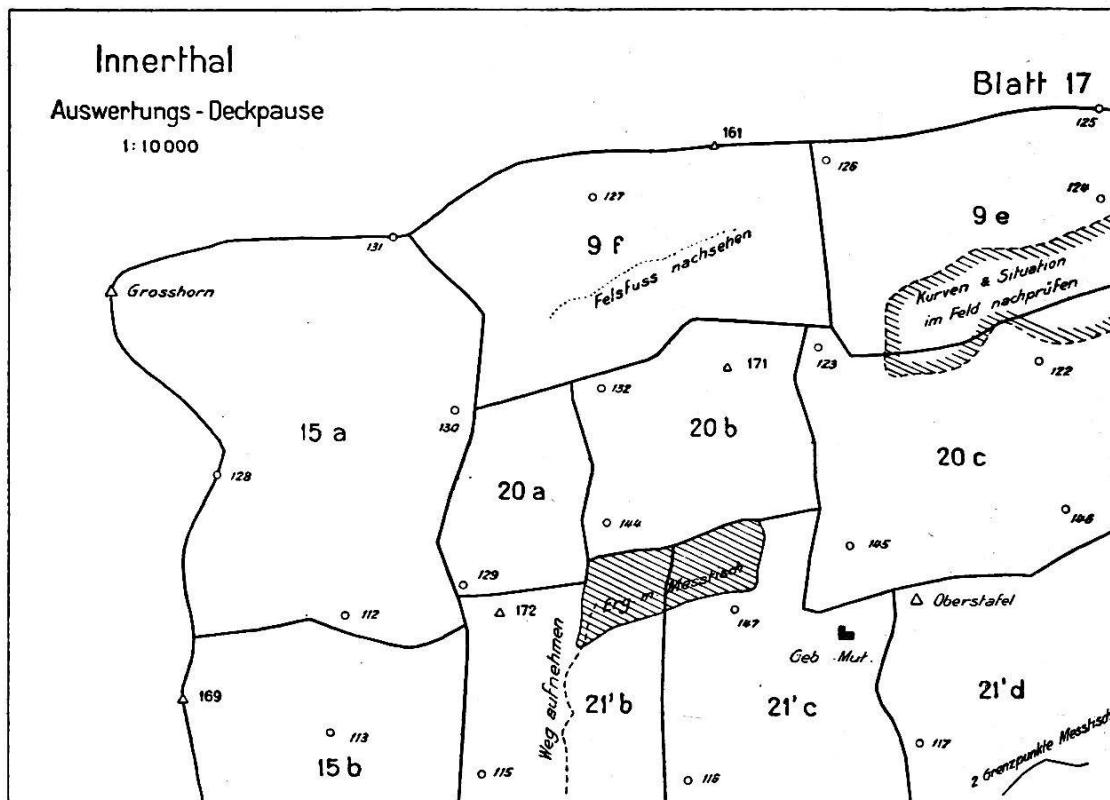


Abb. 11. Auswertungspause. (Verkleinerte Wiedergabe eines Ausschnittes.)

Photogrammetrie als notwendig erachtet wurde, kann unter der Voraussetzung, daß die Identifizierung und Auswertung gewissenhaft durchgeführt wurde, erspart werden.

Nach dem Ausziehen der Planergänzungen in Tusche und Ausfertigung der Namenpausen und Namenverzeichnisse sind die Originalübersichtspläne zur Verifikation bereit.

Erstellung der Grundbuchpläne.

Nach Art. 5 der Anleitung für die Erstellung des Uebersichtsplanes bei Grundbuchvermessungen vom 27. Dezember 1919 bildet der Originalübersichtsplan zugleich den Originalplan der Parzellarvermessung, sofern der Grundbuchplan im Maßstab des Uebersichtsplanes 1 : 5000 oder 1 : 10 000 erstellt wird. Auf dem Originalübersichtsplan können die Eigentumsgrenzen in Bleistift oder in roter Tusche ausgezogen werden. Die Grundbuchpläne werden dann durch Vervielfältigung der Uebersichtspläne erhalten. Es ergeben sich damit die Nachteile, daß einerseits in den Vermessungswerken der Kantone und Gemeinden keine Grundbuchpläne vorliegen, welche die Genauigkeit der Originalkartierung aufweisen, und daß anderseits die Originalübersichtspläne mit der Darstellung der Grenzpunkte belastet sind. Wir haben in jüngster Zeit für

die in Ausführung begriffenen photogrammetrischen Grundbuchvermessungen die Herstellung der Grundbuchpläne in folgender Weise neu geregelt und damit die genannten Nachteile behoben. Von jedem ausgewerteten Grenzpunkt werden die Koordinaten mit Hilfe eines Detailkoordinatographen abgegriffen und in einem Grenzpunktverzeichnis registriert. Damit die gute Uebersicht besteht, hat jeder Grenzpunkt seine Ordnungsnummer, die am Schlusse in einer Plankopie jedem Grenzpunkt beigeschrieben wird (Grenzpunktnummernplan). Die Grenzpunktkoordinaten dienen der späteren Kartierung der Originalgrundbuchpläne. Man kann die *Grenzpunkt-Koordinaten auch rechnerisch erhalten*. Zu dem Zweck werden bei der Auswertung der Grenzpunkte von jedem Punkt an der Auswertungsmaschine die beiden Lage-Koordinaten abgelesen. Das Orthogonal-Koordinatensystem der Auswertungsmaschine ist gegenüber dem Koordinatensystem der Landesvermessung in der Bezugsebene, die beide Systeme gemeinsam haben, verschoben und verdreht. Die Autographen-Koordinaten können somit auf einfache Weise auf Koordinaten des Landessystems transformiert werden. Damit die Größen der konstanten Faktoren der Transformationsgleichung, die für jedes Plattenpaar verschieden sind, bestimmt werden können, sind auch die Autographenkoordinaten der trigonometrischen Punkte und Paßpunkte abzulesen. Alle abgelesenen Autographenkoordinaten werden bei der Auswertung im „Verzeichnis der Autographenkoordinaten“, dessen Führung für alle photogrammetrischen Grundbuchvermessungen durch eine Bestimmung des Vermessungsvertrages vorgeschrieben ist und das wir ohnehin für die Verifikation der Grenzpunktbestimmung benützen, protokolliert. Durch Einführung eines Vergrößerungsfaktors bei der Transformation, was einer kleinen Aenderung des Modellmaßstabes gleichkommt, können die transformierten Koordinaten verbessert werden. Die rechnerische Ermittlung der Grenzpunktkoordinaten ist wohl etwas zeitraubender als die graphische; sie ist aber frei von Abgreiffeflern und benötigt bei zweckmäßiger Einrichtung des Rechnungsganges keinen zu großen Zeitaufwand.

Die Grenzpunkte können nun mit Hilfe der vorliegenden Koordinaten auf Aluminiumtafeln 70/100 cm aufgetragen werden, um so die Originalgrundbuchpläne zu erhalten, deren Genauigkeit hinsichtlich der Eigentumsgrenzen einer Originalkartierung entspricht. Da aber auch die natürlichen Grenzen (Bergkämme, Bäche etc.) und die Kulturgrenzen, Gebäude und Wege im Originalgrundbuchplan darzustellen sind, muß zuerst der Planinhalt der Originalübersichtspläne auf die Aluminiumtafel übertragen werden. Diese Uebertragung und Zusammensetzung der Planinhalte der einzelnen Uebersichtspläne vom Format 40/50 cm nach Maßgabe der Grundbuchplan-Blatteinteilung geschieht nach bekannten photographischen Verfahren. Es resultieren blasse Blaudrucke (Cyanotypien) auf Aluminiumtafeln im Format 70/100. Diese Aluminiumtafeln werden nun unter dem Koordinatographen nach dem Koordinatennetz so orientiert, daß kleine Netzfehler ausgeglichen verteilt sind. Die Netzpunkte, trigonometrischen Punkte, eventuell vorhandene Polygon-

punkte und die Grenzpunkte werden nun auf die Blaukopie aufgetragen und hernach ausgezogen. Für das Ausziehen der vermarkten Grenzen sind die aufgetragenen Grenzpunkte, für die Ueberzeichnung der unvermarkten Grenzen, Kulturgrenzen, Verkehrswege, Gebäude und Gewässer die Blaudruckzeichnung maßgebend. Dabei ist die Zeichenvorlage Nr. 18 zu beachten. Als einzige Abweichung von dieser Zeichenvorlage werden aber die Felsflächen nicht durch Federzeichnung, sondern durch schwarz punktierte Felsabgrenzungslinien und grauen Felston, also in der aus der Zeichenvorlage Nr. 19b ersichtlichen Art, dargestellt. Die Flächenrechnung und die Register und Tabellen werden in gleicher Weise ausgeführt wie bei jeder andern Grundbuchvermessung. Die Plankopien können nach dem Reflexverfahren oder mittels Photographie in Verbindung mit einem Plandruckverfahren hergestellt werden. Da ein Grundbuchplan im Format 70/100 cm und im Maßstab 1 : 10 000 eine Fläche von 3000 bis 5000 Hektaren umfaßt, kann es vorkommen, daß auf einem Plan Gebiete von 2 oder mehr Gemeinden dargestellt sind. In diesem Falle werden pro beteiligte Gemeinde 2 Plankopien hergestellt und auf jeder Plankopie nur der Planteil koloriert, der sich auf die Gemeinde bezieht, in deren Vermessungswerk der Plan einverleibt wird. Der Originalgrundbuchplan auf der Aluminiumtafel wird nicht koloriert; dafür wird die Blauzeichnung stehen gelassen, deren Kurvenbild der Orientierung dient. Durch diese Arbeitsweise werden den Kantonen und Gemeinden auch für die Berggebiete Grundbuchpläne geliefert, die dem fortgeschrittenen Stand der Vermessungs- und Reproduktionstechnik entsprechen und die Genauigkeit der Originalkartierung aufweisen. Die Grenzpunkte, Eigentums- und Servitutsgrenzen brauchen nun auf den Originalübersichtsplänen nicht mehr ausgezogen zu werden; diese wesentlich topographischen Pläne, die für Berggebiete ohnehin schon eine dichte Planzeichnung aufweisen, sind damit von unnötiger Zeichnung entlastet.

Reproduktion des Uebersichtsplanes.

Die Uebersichtspläne werden in der Form von 4- bzw. 6farbigen Strichreproduktionen der Wirtschaft, Technik und Wissenschaft zur Verfügung gestellt. Für die Ausführung der Reproduktionsunterlagen sind die offiziellen Zeichnungsvorlagen Nr. 20 und 21 maßgebend. Da in den photogrammetrisch vermessenen Berggebieten immer ausgedehnte Felsgebiete vorkommen, müssen neben den Farben Schwarz, Braun, Blau und Grün für die Situation, bzw. Bodengestaltung, Gewässer und Vegetation fast ausnahmslos graue Felskurven und der graue Raster-Reliefton für die Felsgebiete gemäß Zeichenvorlage Nr. 21 vorgesehen werden. Die Reproduktion erfolgt nach dem photomechanischen Verfahren auf Grund von auf Aluminiumtafeln gezeichneten Farbauszügen. Als Unterlagen für die Zeichnung der Farbauszüge dienen Blaudrucke, die in genau gleicher Weise von den einzelnen Originalübersichtsplänen gewonnen werden, wie die Blaudrucke auf Aluminiumtafeln, die der Herstellung der Originalgrundbuchpläne dienen. Wenn die

Blatteinteilung für die Grundbuchpläne identisch ist mit derjenigen für die Uebersichtsplankopien, so tritt eine wesentliche Verbilligung bei der Herstellung der Blaudrucke ein, da die Negative der Zusammensetzungen nur einmal erstellt werden müssen. In jedem Falle können die photographischen Negative der Originalübersichtspläne sowohl für die Grundbuchpläne wie auch für die Uebersichtsplanreproduktion benutzt werden. Die Blaudrucke werden auch hier blaß gehalten, damit die Blauzeichnung nach dem Ausziehen der Farbauszüge nicht ausfixiert werden muß und später als Unterlage für die Nachführung der Farbauszüge zur Verfügung steht. Ein gutes Gelingen der photo-mechanischen Reproduktionen ist nur gewährleistet, wenn die Strichzeichnung scharf und gut mit Tusche, der etwas Gelb beigemischt wird, gedeckt ist, wenn besonders die Enden der Höhenkurven beim Farbwechsel scharf aufeinander stimmen und der graue Reliefton genau mit den grau punktierten Felsgrenzen abgegrenzt ist. Die Zeichnung der Farbauszüge darf von derjenigen des Originalübersichtspläne um höchstens 0,3 mm abweichen. Der Farbauszug für den grauen Reliefton, von dem dann vermittelst einer Rasteraufnahme die entsprechende Druckplatte zu erstellen ist (Autotypieverfahren), wird am besten mit brauner Lasurfarbe (z. B. gebrannte Sienna) gemalt. Die übrigen 5 Strich-Farbauszüge werden photographisch oder durch Reproduktion nach dem Reflexverfahren auf je eine Druckplatte übertragen und dort druckreif eingeätzt. Es steht dann für den Druck der Plankopien für jede Farbe (deren 5) und für den Reliefton (Autotypieklichee) eine Druckplatte zur Verfügung. Die außerhalb der Planzeichnung notwendigen Anschriften werden in Typendruck (Buchdruck) genau nach Mustervorlage Nr. 27 erstellt und vermittelst Umdruckpapier auf die Schwarzdruckplatte übergeklatst.

Prüfung der Arbeiten und Prüfungsergebnisse.

Wie jede Grundbuchvermessung, müssen auch die photogrammetrischen Vermessungen vor ihrer Abnahme und Honorierung geprüft werden. Die Prüfung der Arbeiten rein photogrammetrischer Natur erstreckt sich auf die Vollständigkeit und Richtigkeit der Ausführung der Identifizierungskroquis, auf die Auswahl der Einpaßpunkte, die Bestimmungsgenauigkeit der Paßpunkte, die Vollständigkeit der Berechnungen, die Genauigkeit der Orientierung der Aufnahmepaare am Auswerteinstrument, die Vollständigkeit und Genauigkeit der Grenzpunktbestimmung und der Uebersichtsplanarbeiten. Selbstverständlich werden auch von Zeit zu Zeit die Aufnahmekammern, die im Flugzeug bei harten Landungen unsanfte Stöße erhalten können, auf die Erhaltung der innern Orientierung und richtiges Funktionieren geprüft. Im folgenden sind einige Angaben über die Prüfung der Grenzpunktaufnahmen gegeben.

Für die photogrammetrische Bestimmung der Grenzpunkte sind provisorisch in den Vermessungsverträgen für den Maßstab 1 : 10 000

folgende Genauigkeitsanforderungen festgesetzt: zulässige Lagedifferenz, gerechnet aus 2 unabhängigen Bestimmungen eines Grenzpunktes, gleich 3 Meter; wird die Lagedifferenz graphisch ermittelt, so darf sie um 2 Meter größer sein.

Bei der Verifikation der Grenzpunktaufnahmen dienen uns vor allem die am Autographen abgelesenen Grenzpunktkoordinaten; diese werden für die zu prüfenden Punkte auf Koordinaten im System der Landesvermessung transformiert. Die zweite Bestimmung erfolgt in seltenen Fällen photogrammetrisch aus einem andern Plattenpaar, in den meisten Fällen auf dem Felde trigonometrisch oder mittelst an trigonometrische Rückwärtseinschnitte angeschlossene Tachymeterzüge.

Rechnen wir aus den bisher ausgeführten und geprüften photogrammetrischen Grenzpunktaufnahmen *die mittlere Lageabweichung der photogrammetrischen Originalbestimmung von der Verifikationsbestimmung*, so erhalten wir für Arbeiten

- a) die mittelst Erdphotogrammetrie ausgeführt wurden $\pm 1,28$ m
- b) die mittelst Luftphotogrammetrie ausgeführt wurden $\pm 1,24$ m

An diesen Feststellungen sind sowohl am Wild-Autographen wie am Zeiß-Stereoplanigraphen bearbeitete Vermessungen beteiligt. Diese Genauigkeitsergebnisse zeigen, daß die provisorisch festgesetzte Fehlergrenze für die photogrammetrische Lagebestimmung der Grenzpunkte mehr praktisch-erzieherischen als fehlertheoretischen Wert hat. Wer aber schon mit der Feststellung und Vermarkung von Eigentumsgrenzen in den Alpen, Weiden und Bergwäldern zu tun hatte, wird zugeben, daß die mit der photogrammetrischen Grenzpunktbestimmung erreichte Genauigkeit den praktischen Bedürfnissen durchaus genügt. Mit dem Meßtisch, der in Ermangelung der Photogrammetrie für die Aufnahme der Grenzen, Kulturgrenzen und der Topographie in diesen Gebieten in Betracht käme, kann im Maßstab 1 : 10 000 die genannte Grenzpunktbestimmungsgenauigkeit nicht eingehalten werden.

Rechnen wir aus den bisher ausgeführten Arbeiten den *mittleren Höhenfehler* derjenigen photogrammetrisch bestimmten Punkte, die auch eine trigonometrische oder tachymetrische Bestimmung erhielten, so ergibt dies aus

den terrestrischen Arbeiten $\pm 0,76$ m und aus
den luftphotogrammetrischen Arbeiten $\pm 0,91$ m.

Diese Genauigkeitsangaben gelten für relative Flughöhen von 2200—3000 Meter (Wildinstrumentarium) bzw. 2700—3500 Meter (Zweifachkamera und Zeiß-Stereoplanigraph) und für die schon genannten Basisverhältnisse. Durch Verkleinerung der relativen Flughöhe hätte man es in der Hand, auf Kosten der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens die Genauigkeit zu erhöhen. Wir werden aber vorziehen, ungefähr diese der Natur der Vermessungsgebiete angemessene Genauigkeit beizubehalten und die noch zu erwartenden Verbesserungen in der luftphotogrammetrischen Vermessungstechnik durch weitere Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Öffentlichkeit nutzbar zu machen.

Nachführung der Pläne.

Für die Nachführung der Grundbuchpläne und damit auch der Uebersichtspläne photogrammetrisch vermessener Gebiete, die wohl in Berggebieten in ungleich weniger dichter Folge notwendig sein wird als in Talgebieten, dürfte vor allem die trigonometrisch-tachymetrische Aufnahmemethode, für größere Arbeiten auch der Meßtisch und wohl nur in verschwindenden Einzelfällen die Photogrammetrie in Betracht kommen. Größere Erfahrungen über die Nachführung photogrammetrischer Vermessungen fehlen uns heute noch.

Anwendung der Luftphotogrammetrie für die Aufnahmen der Kulturgrenzen im Maßstabgebiet 1 : 2000.

Neben den Alpen, Weiden und Bergwäldern weist unser Land ausgedehnte Berg- und Hügelgebiete auf, deren orographische Gestaltung und Vegetationsverhältnisse der Anwendung der Luftphotogrammetrie für die Aufnahme der Bodengestaltung in den Maßstäben 1 : 10 000 und 1 : 5000 günstig sind. Gewöhnlich handelt es sich um großparzellierter Gebiete, für die der Grundbuchplanmaßstab 1 : 2000 gewählt wird. Der Ertragswert des Bodens ist aber schon so hoch und die Zahl der Grenzpunkte so groß, daß für die Aufnahme der Grenzen als zweckentsprechend eine polygonometrische Vermessung, am besten die Polarkoordinatenmethode, in Frage kommt. Sollen nun die einzustehenden Gebäude, die unvermarkten Straßen und Wege, die Gewässer und Kulturgrenzen ebenfalls nach der Polarkoordinatenmethode aufgenommen werden, so ruft dies einer Verdichtung des Polygonnetzes. Der Versuch, die Gebäude, Straßen, Wege, Gewässer und Kulturgrenzen luftphotogrammetrisch aufzunehmen und im Maßstab 1 : 2000 auf die Grundbuchpläne zu kartieren und aus den einmal im Autographen orientierten Platten den Uebersichtsplan im Maßstab 1 : 5000 oder 1 : 10 000 zu erstellen, ergibt folgendes:

- a) Es sollen Steilaufnahmepaare aus 1500—2000 relativer Flughöhe, je nach verwendetem Auswertegerät, vorliegen, damit am Autographen der Maßstab 1 : 5000, am Zeichentisch vermittelst des Uebersetzungsverhältnisses 1 : 2,5 der Auswertungsmaßstab 1 : 2000 eingehalten werden kann.
- b) Die photogrammetrische Kartierung der Gebäude, Kulturgrenzen, Straßen, Wege, Gewässer ist, am einzelnen Punkt gemessen, wohl weniger genau (± 50 cm), aber in der Wiedergabe des Verlaufes dieser Linien der Situationszeichnung viel wahrer und zuverlässiger als die polygonometrische Aufnahme und Kartierung.
- c) Der Beizug der Luftphotogrammetrie für die geschilderte Aufnahme der Kulturgrenzen und für die Aufnahme der Bodengestaltung hat gegenüber der reinen Verwendung der polygonometrischen Aufnahmemethoden und des Meßtisches eine namhafte Verminderung der Vermessungskosten zur Folge, wie Vermessungsdirektor Baltensperger noch näher ausführen wird.

Technische Vorteile der Luftphotogrammetrie.

Es mag hier und dort Verwunderung erregen, daß in der schweiz. Grundbuchvermessung für die Vermessung der Berggebiete in neuerer Zeit die Luftphotogrammetrie der terrestrischen Photogrammetrie vorgezogen wird. Es sind dafür *Gründe der Wirtschaftlichkeit* maßgebend, die Vermessungsdirektor Baltensperger in seinen Ausführungen über die Kosten der photogrammetrischen Grundbuchvermessungen nennen wird. Daneben bestehen auch technische Gründe, welche diese Haltung erklären. Wenn ich im folgenden diese technischen Gründe nenne, so muß ausdrücklich die Voraussetzung daran geknüpft werden, daß sie für unsere Grundbuchvermessungsarbeiten in Berggebieten und für die Kartierungsmaßstäbe 1: 10 000, 1: 5000 und, mit der genannten Einschränkung, 1: 2000 Geltung haben.

1. Der Ertrag an ausgewerteter Fläche ist für Luftbild-Plattenpaare gleichmäßig und im Durchschnitt für unsere Arbeiten 100—150 ha. Bei der terrestrischen Photogrammetrie steht dem großen Ertrag der Hauptstationen der recht bescheidene Flächengewinn der besonders in den Voralpen in großer Zahl notwendigen Detail- oder Flickstationen gegenüber, so daß schließlich ein Durchschnittsertrag von 30—40 ha pro ausgewertetes Plattenpaar resultiert. Die für die terrestrische Photogrammetrie günstigen, ausgedehnten steilen Hänge werden mindestens ebenso günstig mit Schrägaufnahmen vom Flugzeug aus aufgenommen. (Beispiel Glärnisch-Nordwand, ca. 320 ha pro Plattenpaar.)
2. Die Erfahrung zeigt, daß die für einen Kataster wichtige Situationszeichnung aus Luftbildern (Steilaufnahmen) genauer, zuverlässiger und vollständiger ausgewertet werden kann als aus terrestrischen Bildpaaren.
3. Die Signalisierung und Aufnahme der für die Grundbuchvermessung *wesentlichen Grenzpunkte* ist bedeutend einfacher und billiger.
4. Die an Hand von Fliegerbildern restlos mögliche Redaktion des Planinhaltes vor der Auswertung hebt die Richtigkeit und Zuverlässigkeit der Auswertung und erspart in weitgehendem Maße die nach Ansicht aller Fachleute teuern Ergänzungsarbeiten mit dem Meßtisch nach der Auswertung. Mit den weniger kartenähnlichen terrestrischen Bildern könnte die Identifizierung nicht mit gleicher Vollständigkeit und Leichtigkeit und nur auf einer zweiten, der Feldaufnahme folgenden Begehung ausgeführt werden. Beim Identifizieren kann die Witterung besser ausgenutzt werden als beim Arbeiten mit dem Meßtisch und es ist eine bedeutend rationellere Organisation der Feldarbeiten möglich.
5. Die bei der terrestrischen Photogrammetrie mitspielende Kulissenwirkung aller Erhebungen besteht für luftphotogrammetrische Steilaufnahmepaare nicht. Eine Auswertung aus terrestrischen Bildpaaren weist darum mehr Auswertungslücken auf als eine solche aus Luftbildpaaren unter sonst gleichen Voraussetzungen. Aus dem gleichen Grunde ist die zuverlässige Auswertung der Bodengestal-

tung und Wege in gewissen, weniger dicht bestockten Wäldern aus Luftbildpaaren noch möglich, wo die Auswertung aus terrestrischen Bildern nicht mehr angängig ist.

6. Die Genauigkeit luftphotogrammetrisch erstellter Pläne ist homogen, da für eine ganze Vermessung Aufnahme- und Auswertungsdistanzen von einheitlicher Länge erhalten werden. Bei der terrestrischen Photogrammetrie steht der Not an Genauigkeit für die maximalen Auswertungsdistanzen der Ueberfluß bei den minimalen Auswertungsdistanzen gegenüber.
7. Kurze Schönwetterperioden können ohne Einsatz von viel Feldpersonal viel besser ausgenützt werden, da die Aufnahmen aus dem Flugzeug sehr rasch vor sich gehen.

Zum letztgenannten Hinweis ist allerdings zu sagen, daß der Photogrammeter mit dem Phototheodoliten, der auf seinem Posten ist, zu mancher Stunde Aufnahmen macht, an denen das Vermessungsflugzeug der Wolkenbildung wegen nicht über dem Vermessungsgebiet erscheint. Das ändert aber nichts an der Tatsache, daß uns die Aufnahmen aus dem Flugzeug für ein bestimmtes Vermessungsgebiet ungefähr halb soviel kosten wie die terrestrischen Aufnahmen.

Die Luftphotogrammetrie hat natürlich auch Nachteile gegenüber der terrestrischen Photogrammetrie. Man weiß, daß Schärfe und Kornstruktur der Negative ungünstiger sind, daß die Orientierung der Bildpaare an den Autographen immer noch kostspielig ist und daß die Aufnahme steiler Nordhänge gewöhnlich noch schwieriger ist als bei der terrestrischen Photogrammetrie. Andere Nachteile, wie z. B. die Schwierigkeit des stereoskopischen Sehens bei größerem Basisverhältnis und die Schwierigkeit des Kurvenziehens am Luftbildmodell, sind sicher schon übertrieben laut betont worden; sie sind ja heute schon bei vielen erfahrenen Photogrammetern keine Nachteile mehr. Die Abwägung der wirtschaftlichen und der technischen Vor- und Nachteile beider stereophotogrammetrischer Methoden fällt für die schweizerische Grundbuchvermessung entschieden zu Gunsten der Luftphotogrammetrie aus.

Die Organisation der Grundbuchvermessung bringt es mit sich, daß hier die praktische Entwicklung der photogrammetrischen Vermessungstechnik in starkem Maße durch frei erwerbende Photogrammeter beeinflußt wird. Es ist auch nicht verwunderlich, daß die schweizerischen Fachleute, die sich mit großen Opfern für die Bearbeitung photogrammetrischer Vermessungen eingerichtet haben und damit ein schönes Beispiel technischen Unternehmungsgeistes geben, besonderen Trieb zur rationellen Ausgestaltung der Vermessungsmethoden entwickeln. Die Pionierarbeit dieser frei erwerbenden Fachleute muß anerkannt werden.