



## Die Anwendung der Luftphotogrammetrie in der Schweizerischen Grundbuchvermessung

Hans Härry <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Eidg. Vermessungsdirektor in Bern*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **38** (1–2, 3–4), S. 5–12, 82–89

1950

Bib<sub>T</sub>E<sub>X</sub>:

```
@ARTICLE{Haerry_VGI_195002,  
  Title = {Die Anwendung der Luftphotogrammetrie in der Schweizerischen  
    Grundbuchvermessung},  
  Author = {H{"a"}rry, Hans},  
  Journal = {"Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen"},  
  Pages = {5--12, 82--89},  
  Number = {1--2, 3--4},  
  Year = {1950},  
  Volume = {38}  
}
```



## Die Anwendung der Luftphotogrammetrie in der Schweizerischen Grundbuchvermessung

Von Dipl.-Ing. H. H ä r r y, Eidg. Vermessungsdirektor in Bern<sup>1)</sup>

1. *Katastervermessungen*, worunter wir die Aufnahme von Plänen und Registern über das Eigentum am Boden verstehen wollen, sind wohl die umfangreichsten und kostspieligsten Vermessungsunternehmen der Länder und Staaten. Die Werke sind mit Erhebungen belastet, die stark in die Einzelheiten gehen, und benötigen dementsprechend ein zahlreiches, technisch gut ausgebildetes Personal und lange Ausführungszeiten. Wir finden darum kaum einen Staat, der über einen vollständigen, den heutigen Anforderungen entsprechenden Kataster verfügt. Diese Erfahrung lehrt uns das Streben nach leistungsfähigeren Vermessungsmethoden, die Verkürzungen der Vermessungszeitdauer, Einsparungen an qualifiziertem Personal, wenn möglich geringere Gestehungskosten und eine den Bodenwerten entsprechende Kartierungsgenauigkeit bieten.

Eine solche leistungsfähigere Vermessungsmethode ist zweifellos die moderne *Luftphotogrammetrie*. Diese generelle Feststellung bedarf in Ihrem Kreise nicht noch einer eingehenden Begründung. Es kann nur noch die Beantwortung der Frage interessieren: für welche Katasteraufgaben und für welche Vermessungsgebiete ist die Luftphotogrammetrie leistungsfähiger als eine der klassischen Vermessungsmethoden. Es ist z. B. für einen Kataster zum Zwecke der Wirtschaftsplanung (*Wirtschaftskataster*) oder der Grundsteuerschätzung (*Steuerkataster*) die Anwendung der Luftphotogrammetrie rascher zu bejahen als für einen der Wahrung der Rechte am Grundeigentum dienenden *Rechtskataster*, denn der Privateigentümer hat in der Wahrung seiner Rechte engere Toleranzen für die Festlegung der Eigentums- grenzen entwickelt als der Staat für die Grundsteuererhebung. Oder: die bessere Leistungsfähigkeit der Luftphotogrammetrie kommt im offenen, land- oder alpwirtschaftlich genutzten Gebiet deutlicher zum Ausdruck als z. B. in Baugebieten. Um das Verständnis für die Anwendung der Luftphotogrammetrie in der Schweizerischen Grundbuchvermessung zu erleichtern, werden wir aber kurz die wesentlichsten Merkmale dieses Katasters festhalten und die Art der Vermessungsgebiete kennzeichnen müssen.

2. Der rechtliche Bestand der Grundstücke, der Rechtsschutz und Rechtsverkehr an Grundstücken wird nach dem schweizerischen Zivilgesetzbuch (ZGB) durch das *Grundbuch* gewährleistet. Es entstehen kein Grundeigentum und keine Rechte am Grundeigentum ohne entsprechende Einträge im Grundbuch. Dazu schreibt Art. 950 des ZGB vor, daß die Aufnahme und Beschreibung der einzelnen Grundstücke im Grundbuch an Hand eines Planes erfolgen müssen, der auf einer amtlichen Vermessung beruht. Dieser Grundbuchplan und damit die *Grundbuchvermessung* dient somit der Festlegung der Eigentums- grenzen, ihrem Schutz und nötigenfalls ihrer Rekonstruktion und Wiederherstellung. Es handelt sich somit um einen *Rechtskataster*. Die technischen Ausführungsvorschriften verlangen eine

<sup>1)</sup> Vortrag, gehalten von Dipl.-Ing. H ä r r y über Einladung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen am 12. April 1950 im Geographischen Institut der Universität Wien.

der Vermessung vorangehende *Vermarkung der Eigentums Grenzen* mit wetterbeständigen, auf unabsehbare Zeit haltenden Grenzzeichen. Neben den Eigentums Grenzen haben die Grundbuchpläne die anderen grundstücksbeschreibenden Gegenstände darzustellen, wie Gebäude, Wege, alle Kunstbauten, Gewässer, Kulturgrenzen. Die *Grundbuchpläne* werden je nach dem Parzellierungsgrad und der Überbauung in den *Maßstäben* 1 : 250, 1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000 oder 1 : 10.000 kartiert. Die Genauigkeit der Vermessungsoperationen, der Kartierung und Flächenrechnung ist abgestuft nach den Bodenwerten. Für Stadtgebiete mit hohen Bodenwerten gilt die Instruktion I mit abnormal strengen *Genauigkeitsanforderungen*, für Weide-, Wald- und Alpgelände gilt die Instruktion III, die eine bedeutend geringere Vermessungsgenauigkeit und damit die Anwendung billiger Vermessungsmethoden zuläßt. Die Instruktion II stellt normale Genauigkeitsanforderungen und gilt für das wertvolle Kulturland und die darin liegenden Dörfer. Um einen Begriff über die Abstufung der Vermessungsgenauigkeit zu geben, mögen die *zulässigen Fehler der Lagebestimmung der Grenzpunkte* [ $t$ ] und die entsprechenden zulässigen mittleren Fehler [ $m$ ] für die drei Instruktionszonen angegeben werden:

Instruktion	Flächenanteil	$t$	$m$
I	0·3%	5 cm	± 1·6 cm
II	33·0%	16 cm	± 5 cm
III	66·7%	60 cm	± 20 cm

Auf der Grundlage einer fertigerstellten Triangulation I. bis IV. Ordnung in der Dichte von 1 bis 4 Punkten pro  $km^2$  werden folgende *Detailvermessungsmethoden* angewandt:

- im *Instruktionsgebiet I* die Präzisionspolygonometrie und *Orthogonalmethode*, Distanzmessung mit abgeglichenen Latten und Stahlbändern;
- im *Instruktionsgebiet II* die Polygonometrie und *Polarkoordinatenmethode*, Distanzmessung mit optischen Doppelbildtachymetern;
- im *Instruktionsgebiet III* die Fixpunktverdichtung und Detailaufnahme mit *Tachymetertheodoliten*, *Bussolentheodoliten*, mit dem *Meßtisch* und eben mit der *Luftphotogrammetrie*, je nach Bodenwert und Eignung der Gebiete für die eine oder andere Vermessungsmethode.

Damit die so umfassend konzipierte Grundbuchvermessung möglichst ausgenützt wird, sehen die Ausführungserlässe eine Ausgestaltung vor, die das Vermessungswerk *nicht nur für das Grundbuch*, sondern *noch für andere Verwendungszwecke* nützlich macht. Sie soll z. B. Grundlage für die Erneuerung und Nachführung der *Kartenwerke* 1 : 25.000, 1 : 50.000 sein, dem *Bauwesen*, der *Land- und Forstwirtschaft*, dem *Steuerwesen*, der *Alpstatistik*, den *Naturwissenschaften* u. a. m. dienen. Neben der *Lagemessung* wird somit auch die *Höhenmessung* ausgeführt und die *Bodengestaltung* vermittelt *Höhenschichtlinien* aufgenommen. Die *Topographie* wird im Maßstab 1 : 5000 für die stärker besiedelten Gebiete und 1 : 10.000 für die schwach besiedelten Gebiete kartiert. Diesen topographischen Plan nennen wir *Übersichtsplan*. Er entsteht durch Verkleinerung der Grundbuchpläne in den Maßstab 1 : 5000 oder 1 : 10.000 und ergänzende topographische Aufnahme mit dem *Meßtisch* oder eben wieder durch *Luftphotogrammetrische Aufnahme und Kartierung*.

Im wesentlichen und umgeben von einigen nebensächlichen Plantypen produziert die Grundbuchvermessung somit *zwei Typen von Plänen*: den *Grundbuchplan*, der Bestandteil des Grundbuches ist und die *Grundstücksbeschreibung* übernimmt, daneben mit der Flächenrechnung, dem Flächen- und Eigentümergeverzeichnis noch eine Menge weiterer Auskünfte liefert; den *Übersichtsplan* als zusammenfassenden topographischen Plan, der die Rolle einer Grundkarte übernommen hat und heute für viele Zwecke, hauptsächlich als Werkzeug der Planung auf dem Gelände, große Bedeutung erlangt hat.

Sowohl von den Grundbuch- wie von den Übersichtsplänen werden im Hinblick auf ihre Benützung durch einen großen Kreis von Interessenten *Vervielfältigungen* erstellt. Mit den Ausführungsvorschriften ist auch für die *Nachführung der Originalpläne* und der Reproduktionsgrundlagen gesorgt.

3. In der *Anwendung der Luftphotogrammetrie* für die Erstellung der *Grundbuch- und Übersichtspläne* sind wir vorsichtig vorgegangen, fast wie Felskletterer, die den letzten Schritt sichern, bevor sie den nächsten tun. Die Entwicklung geht auf 1926 zurück, als Grundbuchgeometer Rudolf B o ß h a r d t in St. Gallen den Grundbuchplan 1:10.000 und Übersichtsplan 1:10.000 über die Alp- und Waldgebiete der Gemeinden Bilten und Niederurnen luftphotogrammetrisch am Stereoplanigraphen zur Zufriedenheit der arbeitvergebenden Vermessungsbehörde kartierte. Vorher, d. h. von 1922 bis 1926, wurde nur die *terrestrische Stereophotogrammetrie* verwendet für die Aufnahme von Übersichts- und Grundbuchplänen in Berggebieten. Wir griffen somit 1926 mit der Luftphotogrammetrie diejenige Aufgabe an, die uns die weitesten Fehlergrenzen bot. Seither sind 24 Jahre intensiver photogrammetrischer Grundbuchvermessung ins Land gegangen, in denen zuletzt 1 Stereoplanigraph und 7 Stereoautographen Wild, Modelle A 2 und A 5, beschäftigt waren. Die Luftphotogrammetrie ist zur normalen, dauernd angewandten Vermessungsmethode geworden und wir beherrschen heute auch die luftphotogrammetrische Kartierung der Grundbuchpläne im Maßstab 1:1000 im Instruktionsgebiet III. In das Instruktionsgebiet II ist unsere Luftphotogrammetrie erst für die Erstellung der Übersichtspläne 1:5000 und 1:10.000 und die Kartierung der Kulturgrenzen im Maßstab 1:2000 vorgedrungen. Die strengeren Toleranzen haben uns bisher abgehalten, die Grenzpunkte und damit die Grundbuchpläne im wertvollen Kulturland im Maßstab 1:1000 aufzunehmen. Die Entwicklung geht aber mit der Vervollkommnung der Arbeitsverfahren und der Verbesserung der optischen und mechanischen Ausbildung der Fliegermeßkammern und Auswertemaschinen weiter. Es soll nun aber vorerst über die Durchführung der photogrammetrischen Grundbuchvermessungen berichtet und erst nachher allgemein über die Anwendung der Luftphotogrammetrie für die Katastervermessung gesprochen werden.

4. Die *luftphotogrammetrische Aufnahme* der Alpen, Weiden und Steilwälder zu *Grundbuch- und Übersichtsplänen in den Maßstäben 1:10.000 und 1:5000* ist aus Veröffentlichungen so bekannt, daß hier nur die wesentlichsten Kennzeichen mitzuteilen sind.

Vor der Überfliegung und Aufnahme der Gebiete wird die *Bereinigung und Vermarkung der Eigentums- und Hoheitsgrenzen* durchgeführt, wobei wir in Berg-

gebieten, soweit als die Vernunft dafür spricht, die Grenzen in natürlichen Linien, wie Bäche, Runsen, Grate, legen. Über die Vermarkung wird eine *Vermarkungsskizze* auf einer Vergrößerung 1:5000 oder 1:10.000 der Landkarte geführt. In der Vermarkungsskizze werden diejenigen Marksteine und in Fels eingehauenen Markkreuze, die vor der Befliegung zu signalisieren sind, besonders bezeichnet. Die *Signalisierung* selbst erfolgt mit weiß gestrichenen Aluminiumblechtafeln vom Format 80/80 cm bis 40/40 cm, je nach zu wählender Flughöhe und Aufnahmekamera. Die Erfahrung hat uns gelehrt, daß die Vermarkung und Signalisierung der Grenzpunkte nicht unbedingt der photogrammetrischen Aufnahme vorangehen muß. Bei den großen Vermessungsgebieten von ungefähr 10.000 Hektaren, die als Einheiten photogrammetrisch behandelt werden, kann gelegentlich die Fertigstellung der zeitraubenden Vermarkung aus organisatorischen Gründen nicht abgewartet werden. In diesem Falle werden die später vermarkten Grenzpunkte mit dem *Bussolentheodoliten*, der ja heute in ebenso leichter, kompender wie leistungsfähiger Ausführung vorliegt, aufgenommen. Der Anschluß an die luftphotogrammetrische Vermessung, die ja den ganzen übrigen Inhalt des Grundbuch- und Übersichtsplanes liefert, erfolgt in diesem Falle vermittelt *photogrammetrisch bestimmter Anschlußpunkte*. Den Aufwendungen für die Messungen mit dem Bussolentheodoliten liegen die Einsparungen an Signalisierungen und eine *größere Freiheit in der Organisation* der Arbeiten gegenüber, so daß erfahrungsgemäß keine wesentlichen Mehrkosten entstehen.

Vor der photogrammetrischen Aufnahme aus dem Vermessungsflugzeug werden auf alle Fälle die im Vermessungsgebiet liegenden *Triangulationspunkte I. bis IV. Ordnung* signalisiert. Die Aufnahmen selbst werden nach sorgfältig vorbereiteten *Flugplänen* ausgeführt. Die Flugpläne müssen unter Beachtung der Fehlertheorie und der erfahrungsgemäßen praktischen Leistungsfähigkeit der Methode das Minimum von Meßbildpaaren und die Erfüllung der Genauigkeitsanforderungen gewährleisten.

Die in der Grundbuchvermessung verwendeten *Fliegermeßkamern* und die für sie im Mittel gewählten Aufnahmedispositionen gehen aus folgender Tabelle hervor:

Kamera	$f$	Bildformat	Bildträger	Basis B: H	relative Flughöhe
Zeiss Koppel	210 mm	18/18 cm	Film	1:2·2	2800 m
Wild	165 mm	13/13 cm	Platten	1:3	2400 m
Wild RC 7	170 mm	15/15 cm	Platten	1:3	2600 m
Wild RC 5	210 mm	18/18 cm	Film	1:3	2600 m

Als *Vermessungsflugzeuge* wurden bisher zwei einmotorige Hochdecker Messerschmitt BFW, M 18 c und M 18 d, Baujahr 1929, bzw. 1933 verwendet. Die beiden für die schweizerischen Aufgaben gut geeigneten Flugzeuge haben nun mit sehr hohen Betriebsstundenzahlen ihren Dienst getan. Wir stehen vor der Anschaffung eines neuen Vermessungsflugzeuges und erproben gegenwärtig einen zweimotorigen Tiefdecker Beechcraft C 45 und einen zweimotorigen Hoch- und Schulterdecker Percival P 54.

Die *Vermessungsflüge* führt die *eidgenössische Vermessungsdirektion* mit eigenem Personal und Material aus, die Photoarbeiten werden der eidg. *Landestopographie* zur Ausführung übertragen, während alle folgenden photogrammetrischen, trigonometrischen und topographischen Arbeiten *privaten, frei erwerbenden Grundbuchgeometern* auf Grund von Werkverträgen übertragen werden, die für diese Arbeiten ausgebildet und eingerichtet sind. Es bestehen gegenwärtig in der Schweiz 6 private Photogrammeterbureau, die mit 1 Stereoplanigraphen, 4 Wildautographen A 2 und 3 Wildautographen A 5, zusammen mit 8 Universalautographen ausgerüstet sind. Diese Arbeitsverteilung entspricht dem von der eidg. Vermessungsdirektion für die ganze Grundbuchvermessung eingehaltenen Prinzip, alle Arbeiten und Funktionen, die von der freien Wirtschaft oder von anderen Ämtern ebensogut oder besser und billiger ausgeführt werden können, herauszugeben. Das eidgenössische Amt für die Oberleitung und Überwachung der Grundbuchvermessung konnte dadurch an Zahl der Mitarbeiter und technischen Einrichtungen so klein gehalten werden, daß man es kaum kennt und gelegentlich auch übersieht.

Der *Photogrammeter* führt nun auf Grund der ihm übergebenen geodätischen Grundlagen und des erhaltenen Photomaterials die nachfolgend beschriebenen Arbeiten aus:

a) *Die Bestimmung der Einpaßpunkte.* Die *Luftphotogrammetrie* ist eine *Interpolationsmethode*. Es ist nur mathematische Theorie, daß die gegenseitige und absolute Orientierung der Meßbilder im Stereoaufnahmen auf Grund der Bildpunkte dreier geodätisch bestimmter Punkte ausgeführt werden könne. Die Unvollkommenheiten der Optik, Mechanik, der Bildträger, des Auges führen zu Deformationen im Stereomodell, denen nicht nur mathematisch beizukommen ist, sondern die dazu mit technisch-physikalischer Forschungs- und Entwicklungsarbeit mit der Zeit immer mehr verkleinert werden müssen. Die photogrammetrische Grundbuchvermessungspraxis, die der Luftphotogrammetrie das Maximum an Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit abzurufen hat, zieht sich vorläufig so aus der Affäre, daß für jedes Bildpaar Einpaßpunkte mindestens in den 4 Bilddecken und in den extremen Tiefen und Höhen des Modelles disponiert werden. Es werden so für die vorliegende Aufgabe ca. 3·5 Einpaßpunkte pro  $km^2$  notwendig, die, soweit sie nicht schon mit den signalisierten trigonometrischen Punkten vorliegen, unter den im Stereobild eindeutig definierten Geländepunkten ausgewählt werden. Die Bestimmung der Koordinaten und Höhen dieser Einpaßpunkte geschieht durch trigonometrischen Vorwärts- oder Rückwärtseinschnitt oder vermittels Richtungs- und Distanzmessung mit Sekundentheodolit und Basislatte, je nach örtlichen Umständen. Die Vermessungsaufsicht schreibt nur die Genauigkeitsanforderungen mit 30 cm maximalen Lage- und Höhenfehlern vor.

b) *Die Identifizierung auf den Fliegerbildern.* Jeder rationellen meßtechnischen oder naturforschenden Ausnützung der Fliegerbildpaare geht eine *Untersuchung am Stereoskop* und die *Interpretation der Bilder im Feld* durch Vergleich von Natur und Bild voraus. Im Vermessungswesen dient die Arbeit am Stereoskop der Wahl der geeignetsten Einpaßpunkte und der Organisation der Arbeiten im Feld und am Autographen, die Identifizierung im Feld hingegen der Auswahl der zu kartierenden

Gegenstände aus der Fülle der abgebildeten Sachen und der Bestimmung der Art der abgebildeten Objekte. Mit der Identifizierungsskizze, die auf Vergrößerungen der Fliiegerbilder geführt wird, entsteht die *maßgebliche Vorlage für die rationelle Auswertung der Bildpaare* am Stereoautographen. Sie wird in den Signaturen des Planes, dem die Identifizierung dient, gekennzeichnet und ist eigentlich nichts anderes als die *lückenlose Redaktion des Planes* schon vor dessen Kartierung am Stereoautographen. Die langjährige Erfahrung unserer Photogrammeter lehrt, daß die Identifizierung die wichtigste Arbeit ist; Vernachlässigungen müssen mit unrichtigem Planinhalt und kostspieligen Ergänzungsaufnahmen [Meßtisch, Tachymeter] bezahlt werden. Selbstverständlich werden *auch die Grenzpunkte und Grenzen* der Identifizierung unterzogen, wobei diejenigen Grenzpunkte, die aus irgend einem Grunde nicht sichtbar sind (nicht signalisiert, im Wald, im Schatten), sofort mit dem Bussolentheodoliten auf die identifizierbaren Grenzpunkte eingemessen werden.

c) Nachdem die Auswertblätter, die in der schweizerischen Grundbuchvermessung immer maßhaltige, beidseitig mit bestem Zeichenpapier überzogene Aluminiumtafeln sind, vorbereitet vorliegen — es mußten alle Einpaßpunkte und das Koordinatennetz unter dem Koordinatographen aufgetragen werden —, folgt die *Einpaßung der Negativpaare am Stereoautographen*. Es wird allgemein das vom unvergessenen Prof. Dr. v. Gruber im Jahre 1924 in die Praxis eingeführte Einpaßverfahren in drei Stufen — gegenseitige Orientierung zur Modellherstellung, Abstimmung des Maßstabes des Modelles, Drehung des Modelles in die Lotrichtung — angewandt, wobei in jedem Photogrammeterbureau eigene Kniffe und Pfiße zur Verfeinerung und Abkürzung des Verfahrens entwickelt sind. Wir lassen selbstverständlich jedem Auswerter seine Ansicht, sein Vorgehen sei das beste, solange die in den Einpaßprotokollen ausgewiesenen Endeinpaßfehler den Genauigkeitsanforderungen entsprechen. Die Toleranzen sind: 1/10 Millimeter für die Lage, festgestellt an den auf dem Originalauswertblatt gestochenen Einpaßpunkten, und 1 Meter für die Höhen, festgestellt an den Differenzen zwischen Sollhöhen und an der Maschine abgelesenen Höhen aller Einpaßpunkte.

Es kommt gelegentlich vor, daß für Auswertungen im Maßstab 1:10.000 das Prinzip der unabhängigen Bildpaare verlassen und ein *Folgebildanschlußverfahren* angewandt wird. Es sind immer die größeren zusammenhängenden Waldgebiete, in denen die trigonometrische oder polygonometrische Punktbestimmung Schwierigkeiten bietet oder sehr kostspielig wird, die dieses photogrammetrische Mittel zur Paßpunktverdichtung nahe legen. Solche Waldgebiete an den Hängen der Vor-alpen und des Jura können in der Regel mit relativ wenigen Auswertelücken kartiert werden, wenn wir sie im Vorfrühling, wenn etwas Schnee am Boden liegt und die Laubbäume kahl sind, ein zweitesmal aus dem Vermessungsflugzeug aufnehmen. Die Sommeraufnahmen dienen dann der Paßpunktverdichtung, wenn angezeigt mit Folgebildanschluß, und der Kartierung der offenen Gebiete, die Winteraufnahmen der Kartierung der bewaldeten Gebiete. Nehmen wir, der Praxis entsprechend, die Kosten der Auswertarbeit am Autographen mit Fr. 2.— pro Hektar an, die Kosten der Meßtischaufnahme in Wäldern mit Fr. 12.— pro Hektar, dann wird der wirtschaftliche Vorteil solchen Vorgehens augenfällig.

d) Zur eigentlichen *Auswertearbeit am Stereoautographen* sind nach den bisherigen Ausführungen nicht mehr viele Worte zu verlieren. Es wird treu nach den *Angaben der Identifizierungskrokis* kartiert, wobei auf dem Zeichentisch des Stereoautographen der Originalübersichtsplan in Bleistiftzeichnung entsteht. Auswertungslücken werden auf einer Deckpause, der Lückenpause, bezeichnet. Sie betreffen meist dicht bestockte Waldflächen oder einzelne Gegenstände, die im Identifizierungskroki wohl bezeichnet sind, im Stereobild aber nicht oder zuwenig deutlich gesehen werden. Die genannten Lückenpausen sind sehr nützlich, denn sie gestatten die Organisation der rationellsten Ergänzungsaufnahme mit dem Meßtisch. Bei der Nachreambulierung — wir haben diese Bezeichnung von unseren österreichischen Lehrmeistern in der terrestrischen Stereophotogrammetrie gelernt — werden nämlich die Gebiete, die lückenlos kartiert sind, nicht mehr aufgesucht. Die Auswertungsdeckpause führt somit den Topographen an die wenigen Orte, wo er noch etwas zu tun hat. Bei der Auswertung werden um die Auswertungslücken herum eine Anzahl eindeutig erkennbare *Geländepunkte auf den Plan gestochen und kotiert*, damit der Topograph auf keine zeitraubenden Schwierigkeiten für den *Anschluß seiner Füllaufnahmen* trifft.

Von den *Grenzpunkten* werden bei der Auswertung die *Koordinaten* ermittelt. In den Alp- und Waldgebieten mit photogrammetrisch in den Maßstäben 1:5000 oder 1:10.000 erstellten Grundbuchplänen sind die *Grenzpunktkoordinaten* für den späteren Anschluß von Nachführungsvermessungen mit dem Tachymetertheodoliten sehr nützlich. Die Koordinatenermittlung erfolgt entweder durch Abgreifen auf dem Auswertungsblatt oder durch rechnerische Transformation der Maschinenkoordinaten der Grenzpunkte in Landesvermessungskordinaten. Die Verifikation von Grenzpunktkoordinaten bestätigt immer wieder die eigentlich überraschende Tatsache, daß bei sorgfältiger Arbeit die mittleren Fehler der graphisch ermittelten Koordinaten nur 10 bis 20% größer sind als die mittleren Fehler der rechnerisch ermittelten. Dabei kostet die rechnerische Ermittlung mindestens zehnmal mehr als die graphische.

e) Die nun folgende *Ergänzungsaufnahme über die Auswertungslücken* wird fast ausschließlich mit dem *Meßtisch* besorgt.

In der Schweiz wird für die topographischen Aufnahmen der Meßtisch und die Kippregel dem Tachymetertheodoliten vorgezogen, da er eine naturtreue Darstellung auf dem Plan angesichts des Geländes besser erreichen läßt.

f) Bei der *Ansarbeitung des Originalübersichtsplanes* wird stetig die Planzeichnung mit der Identifizierung auf der Fliegerbildvergrößerung verglichen, um so die Zuverlässigkeit des Planinhaltes zu gewährleisten.

g) Die *Erstellung der Grundbuchpläne 1:10.000 und 1:500* erfolgt nun auf Grund der vorliegenden Originalübersichtspläne. Nach einer vorbereiteten Blatteinteilung wird der Übersichtsplaninhalt photomechanisch zusammengesetzt und als Blaudruck auf Aluminiumtafeln 70/100 cm übertragen. An die Zusammensetzung wird dabei die hohe Anforderung gestellt, daß das Koordinatennetz durchgehend auf 0,1 mm genau stimmt. Der so entstandene Blaudruck wird nun in den Koordinatographen eingepaßt, mit dem nun das Koordinatennetz und alle koordinatenmäßig



bekannten Fixpunkte und Grenzpunkte neu aufgetragen und gestochen werden. Die Ausarbeitung des Originalgrundbuchplanes erfolgt nach den Zeichnungsnormen für Grundbuchpläne, wobei für das Netz, die Fix- und Grenzpunkte der Auftrag mit dem Koordinatographen, für den ganzen übrigen Planinhalt der Blaudruck maßgebend ist. Wir erhalten so einen Originalgrundbuchplan, für den besonders hinsichtlich seiner grundbuchrechtlich wichtigsten Angaben, der Eigentums Grenzen, alles für eine treue und vermessungstechnisch genaue Wiedergabe des tatsächlichen Zustandes vorgekehrt ist. Der Plan ist maßhaltig und ergänzt mit dem Verzeichnis der Grenzpunktkoordinaten, so daß auch wichtige Voraussetzungen für eine einwandfreie Flächenrechnung und Nachführung erfüllt sind.

h) Die *Flächenrechnung, Erstellung der Register und Tabellen, auch die Vervielfältigung der Grundbuch- und Übersichtspläne, die Prüfung der Operate und ihre rechtliche Anerkennung*, sind nicht in direktem Zusammenhang mit der Photogrammetrie und können hier unerörtert bleiben.

5. Nachdem gute Erfahrungen den technischen und wirtschaftlichen Erfolg der Luftphotogrammetrie für die Vermessung der Alp-, Bergwald- und Weidegebiete bekräftigt hatten, wandten wir uns der *Hügelzone* zu, soweit Hof siedelung und arrondiertes Grundeigentum vorherrscht. Als Maßstab des Grundbuchplanes wird hier meist 1:2000 gewählt. Die Aufnahme der Grenzpunkte und Grenzen nach der Polarkoordinatenmethode mit optischer Distanzmessung verlangt hier nur ein weitmaschiges Polygonnetz. Aber die *Aufnahme der unvermarkten Wege, der Bäche, Kulturgrenzen* und zerstreuten *Gebäude* würde nach einer Verdichtung des Polygonnetzes und einem Aufwand an Meßarbeit mit dem Reduktionstachymetertheodoliten rufen, der nicht mehr im annehmbaren Verhältnis zur verminderten Wichtigkeit dieser doch nicht genau definierbaren Geländelinien ist. Da diese Gebiete in der Regel auch der luftphotogrammetrischen Erstellung des Übersichtsplanes günstig sind, lag der Gedanke nahe, auch die Wege, Bäche, Kulturgrenzen und isoliert liegenden Gebäude photogrammetrisch in die Grundbuchpläne 1:2000 zu kartieren. In den Hügelgebieten müssen wir im Mittel mit 0,2 km Bächen, Wegen und Kulturgrenzen pro Hektar rechnen. Die tachymetrische Aufnahme kostet ca. 50 Franken pro Kilometer. Mit ihrem Wegfalle, bzw. Ersatz durch die photogrammetrische Kartierung werden 10 Franken pro Hektar erspart, ein Betrag, der uns die ganze photogrammetrische Aufnahme des Übersichtsplanes 1:10.000 und die photogrammetrische Kartierung 1:2000 der Kulturgrenzen, Wege und Bäche bezahlt. Diese hier vereinfacht und roh wiedergegebene Rechnung ist durch eine breite Praxis bestätigt. Es wird so vorgegangen, daß am Stereoaufnahmen zuerst der Übersichtsplan 1:10.000 oder 1:5000 in der beschriebenen Weise kartiert, hernach der Auswertemaßstab auf 1:2000 umgestellt und eine Verfeinerung der Bildorientierung vorgenommen wird, worauf die Kartierung der genannten grundstücksbeschreibenden Elemente in den Grundbuchplan 1:2000 vor sich gehen kann.

(Schluß folgt.)

Nach diesem Verfahren sind jetzt keineswegs die im Sinne der Triangulierung zusammengehörigen Punkte des Geoids und der Referenzfläche einander zugeordnet, sondern man findet die Abweichungen des Geoids vom Ellipsoid aus den Differenzen ( $z - z'$ ), also aus Punkten, die in der Richtung der  $z$ -Achse des willkürlichen Koordinatensystems übereinanderliegen. Der numerischen Rechnung liegt die Meridiankette Hoher Schneeberg—Kremsmünster—Pola zugrunde. P r e y benützt zuerst das B e s s e l'sche Ellipsoid und berechnet aus den  $z$ -Differenzen die Verbesserungen von  $a$  und  $e^2$  unter gleichzeitiger Zulassung einer Lotstörung im Ausgangspunkt. Die Übereinstimmung des so gewonnenen bestanschließenden Ellipsoids mit dem Ergebnis von S c h u m a n n - H o p f n e r<sup>21)</sup> darf bei der Unsicherheit, die dieser Alpenüberquerung anhaftet, als ausreichend bezeichnet werden.

P r e y schließt noch einige Bemerkungen über den Netzausgleich im allgemeinen an, die von der Tatsache der Abänderung der Stationsausgleiche durch den Netzausgleich ausgehen, im übrigen aber sehr wohl anfechtbar sind. Sie sind in einem kurzen Aufsatz: „Die Bestimmungen von Lotabweichungen ohne Netzausgleich“ im 36. Jahrgang, Seite 23/24, dieser Zeitschrift wiederholt, worauf hier verwiesen werden darf.

## **Die Anwendung der Luftphotogrammetrie in der Schweizerischen Grundbuchvermessung**

Von Dipl.-Ing. H. H ä r r y, Eidg. Vermessungsdirektor in Bern

(Schluß)

6. Der weitere Schritt lag in der Richtung der *Luftphotogrammetrischen Aufnahme von Katasterplänen in den Maßstäben 1:2000 und 1:1000*. Das *Bodenverbesserungswesen* bot uns eine ausgedehnte Gelegenheit zu solchen Arbeiten, ohne daß wir unseren Rechtskataster mit Versuchen, die vielleicht am Anfang gewagt erscheinen mochten, damit belasten mußten. Ende der Dreißigerjahre, als ein neuer Weltkrieg in sicherer Aussicht stand, wurden in der Schweiz ausgedehnte Güterzusammenlegungs- und Entwässerungsarbeiten in Angriff genommen, um damit den notwendigen landwirtschaftlichen Mehranbau wirksam zu fördern. Dort, wo keine alten Katasterpläne vorlagen, mußte dringend der bestehende Besitzstand aufgenommen, mußten Katasterpläne, Flächen- und Eigentümerverzeichnisse zur Sicherung der Rechte der Grundeigentümer und als Unterlagen für die Durchführung der Güterzusammenlegungen erstellt werden. Aus den Erfahrungen der photogrammetrischen Grundbuchvermessungen heraus durfte als raschestes und billigstes Vermessungsverfahren die Luftphotogrammetrie empfohlen werden. Aus photogrammetrischen Versuchsvermessungen für Pläne 1:1000 in den beiden Tessinergemeinden Campello und Calpiogna wußten wir seit 1936, wie vorzugehen war. Seither sind in 34 Unternehmen über eine Gesamtfläche von 15.800 *ha*

<sup>21)</sup> S c h u m a n n - H o p f n e r, Der Meridianbogen Großenhain—Kremsmünster—Pola, Astr.-geod. Arbeiten Österreichs, Neue Folge, Bd. 1, 1922.

Katasterpläne in den Maßstäben 1:2000 und vorwiegend 1:1000 luftphotogrammetrisch erstellt worden. Darunter sind Hügel- und Juragebiete mit 2 bis 4 Parzellen pro Hektar bis Steilhanggebiete in unseren stark parzellierten Alpentälern mit 15 bis 25 Parzellen, in extremen Fällen sogar bis 40 Parzellen pro Hektar. Das größte Unternehmen über 10 Gemeinden des Blenioales umfaßt 2200 *ha* und 88 000 Parzellen. Die unglaubliche Parzellierung ist mit der mittleren Zahl von 40 Parzellen pro Hektar oder der mittleren Parzellengröße von 250 *m*<sup>2</sup> gekennzeichnet. Es wäre reizvoll, Einzelheiten über die katastrophale Zersplitterung des Grundeigentums in unseren Südtälern zu erzählen. Wir müssen uns aber wieder der photogrammetrischen Katastervermessung stark parzellierter Güterzusammenlegungsgebiete und den dabei gewonnenen Erfahrungen zuwenden.

a) *Die Signalisierung der Grenzpunkte* vor dem Aufnahmeflug war anfänglich ein stark umstrittenes Problem. Die Signalisierung verteuert die Arbeiten, kompliziert die Organisation und auferlegt den Aufnahmeflügen einen zeitlichen Zwang, der in Schlechtwetterperioden allerhand Nachteile und Schäden im Gefolge hat. Dem stehen die Vorteile der sicheren Identifizierbarkeit und genaueren Kartierung der Grenzpunkte und ihre raschere Kartierung gegenüber. Bei einer Flughöhe von 1000 bis 1300 *m* über Grund und einem Kartierungsmaßstab 1:1000 wird für signalisierte Grenzpunkte ein mittlerer Kartierungsfehler erhalten von  $\pm 17$  *cm*<sup>2</sup>); bei der Kartierung unsignalisierter Grenzpunkte ist die festgestellte mittlere Querabweichung der kartierten Grenzlinien von den Soll-Linien  $\pm 45$  *cm*<sup>3</sup>). Der letztgenannte Wert würde in stark parzellierten Gebieten, wo die Grenzpunkte nahe beieinander liegen, zu große Relativfehler in den Grenzdistanzen ergeben. Hier müssen somit die verpflockten Grenzpunkte signalisiert werden.

In Gebieten mit großen Parzellen mag, wenn im übrigen der Zweck der Vermessung die genannte Unsicherheit in der Kartierung der Grenzen zuläßt, die Signalisierung der Grenzpunkte unterbleiben. Aus Frankreich, wo ausgedehnte Entzerrungen für den Steuerkataster ausgeführt und die Grenzpunkte nicht signalisiert werden, meldet man uns bedeutend kleinere Lagefehler der photogrammetrisch bestimmten Grenzpunkte [ $\pm 0,25$  *m*]<sup>4</sup>). Das Resultat solcher Prüfungen ist natürlich stark davon abhängig, ob nur scharf abgebildete Grundstücksecken in die Untersuchung einbezogen oder irgendwelche Grenzpunkte geprüft werden.

Für die Signalisierung der Grenzpunkte werden Kartontäfelchen von 20/20 *cm* Größe verwendet, die unmittelbar auf die Grenzpunktpflocke aufgenagelt werden. Sie haben den Vorteil, daß sie billig sind, leicht transportierbar, und daß man sie nach dem Flug im Gelände lassen kann als Wegweiser für die später folgende Identifizierung. Um die Signalisierung rasch und billig durchzuführen, werden im Tessin hiefür die Grundeigentümer eingesetzt. Die Instruktion der Grundeigentümer und die Leitung und Beaufsichtigung der Arbeiten verlangt viel organisatorisches Geschick. Um die 88.000 Parzellen beim Operat Bleniotal wurden ca. 250.000

<sup>2</sup>) Art. P a s t o r e l l i: Photogrammetrie und großmaßstäbliche Katasterpläne. Lugano, beim Verfasser.

<sup>3</sup>) Rud. B o ß h a r d t: Beitrag zur Anwendung der Stereophotogrammetrie bei Aufnahmen des alten Bestandes von Güterzusammenlegungen. Schweiz. Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik. 1949/p. 301.

<sup>4</sup>) M. H e r b i n: Cadastre et photo aérienne. Journal des géomètres experts, 1949, pag. 229.

Punkte innerhalb drei Wochen signalisiert. Bei anderen Unternehmen in den Kantonen Graubünden und Aargau wurde die Schuljugend mit Erfolg für die Signalisierung eingesetzt, bei kleineren Unternehmen bezahlte Gehilfen. Selbstverständlich werden auch die im Vermessungsgebiet vorliegenden *Triangulationspunkte*, die als Einpaßpunkte benützt werden, signalisiert, diese mit weißen Tafeln 40/40 cm.

b) Die *Aufnahmeflüge* erfordern großes Können vom Piloten und Aufnahme-techniker. Bei den niederen Flughöhen von 1000 bis 1300 m über Boden ist eine aufmerksame Bodenkontrolle notwendig. Hochdecker mit guter Bodensicht für Piloten und Beobachter sind für diese Aufgaben den Tiefdeckern vorzuziehen, wenn nicht ein dritter Mann als Navigator in einer Vollsicht-Kanzel des Flugzeuges mitgegeben werden kann.

c) Auch für die Kartierung von Katasterplänen im Maßstab 1:1000 ist die *Identifizierung* eine der wichtigsten, für den wirtschaftlichen Erfolg bedeutungsvollsten Arbeiten. Entscheidend für die Güte der gesamten Planerstellung ist die Zuverlässigkeit der Identifizierung der Grenzen. Die Fliegerbildvergrößerungen für die Identifizierung werden am besten in den Maßstab 1:1200 bis 1:1500 gebracht, je nach Parzellierung. Wurden die *Grenzpunkte* signalisiert, geht die Identifizierung, die hier im wesentlichen im richtigen Verbinden der weißen Punkte besteht, viel rascher vorwärts. Wenn keine Grenzpunktsignale vorliegen, müssen ortskundige Personen oder die Grundeigentümer mit Auskünften beistehen, müssen schlecht sichtbare Grenzen eingemessen werden. Auf alle Fälle werden im Hinblick auf die Flächenrechnung beim Identifizieren die *Kopfmaße*, bzw. *Breiten* langer, schmaler Parzellen gemessen. Nach unserer bisherigen Erfahrung sind von den signalisierten Grenzpunkten 0.5 bis 1% auf den Bildern nicht sichtbar. (Wald, Bäume, Schatten.) Diese Grenzpunkte werden beim Identifizieren sofort eingemessen, sei es durch Distanzschnitte, in umfangreicheren Fällen mit dem Bussolentheodoliten oder mit dem Meßtisch. Außer den Grenzen sind auch alle übrigen Gegenstände des Planinhaltes zu identifizieren und in den Plansignaturen darzustellen. Die Arbeitsleistung ist 3 bis 20 ha pro Tag, je nach Parzellierung, Gelände-neigung und Dichte der Bauten und Vegetation.

Für Katasterpläne, die als Aufnahme des alten Besitzstandes der Güter-zusammenlegung zu dienen haben, wird vorteilhafterweise auch die *Bonitierung*, d. h. die Festlegung der Grenzen zwischen den Bodenwertklassen, auf den Identifizierungskrokis vorgenommen<sup>5)</sup>. Die Luftbilder sind reich an Einzelheiten, welche das Eintragen der Bonitätsgrenzen erleichtern. Dazu fordert das Luftbild zu Schlüssen heraus auf die Bodenbeschaffenheit, z. B. auf das Vorhandensein von Kiesbänken, nassen Stellen, alten Drainagen. Bekanntlich zeigen uns Flugaufnahmen Zusammenhänge, die wir aus der Froschperspektive nie überblicken. Unterschiede im Untergrund entwickelt das Pflanzenkleid zu leichten Unterschieden in der Pflanzenfarbe, die wir aus der Nähe nicht sehen, die aber das Luftbild als deutliche Zeichnung zeigt. Die Kunst der Bildinterpretation in der Hand des Boniteurs ist erst am Anfang der Entwicklung, hat aber bei den bisherigen

<sup>5)</sup> R. B o ß h a r d t: Beitrag zur Anwendung der Photogrammetrie. Schweiz. Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik, 1949/298.

Arbeiten schon wertvolle Früchte gebracht. Bezeichnend ist auch die Erfahrung, daß bei der Planaufgabe die Grundeigentümer ihre Anliegen nie an den Signaturenplänen, sondern immer an den Fliegerbildervergrößerungen zeigen, weil ihnen eben die Flugbilder bessere Orientierungs- und Vergleichsmöglichkeiten bieten.

Die Ausnützung der Identifizierungskrokis für die Bonitierung macht uns außerdem *freier in der Arbeitsorganisation*, denn wir brauchen die Planerstellung nicht mehr abzuwarten, sondern können mit der Bonitierung sofort beginnen, sobald eine Anzahl identifizierbarer Krokis vorliegt. Unmittelbar nach Durchführung des Bildfluges kann sowohl mit der Identifizierung wie auch mit der Bonitierung begonnen werden. Mit dieser Vorverlegung der zeitraubenden Wertklassenschätzung wird ganz wesentlich Zeit gewonnen.

d) Für die *Bestimmung der Einpaßpunkte* wurden bei den bisherigen Arbeiten verschiedene Wege beschritten: die photogrammetrische Bestimmung aus Hochaufnahmen, die Bestimmung nach Polarkoordinaten von Triangulationspunkten aus unter Verwendung des Sekundentheodoliten und der Invarbasislatte, endlich die polygonometrische Bestimmung. Bei einer Flughöhe von 1100 m (Auswertung 1:1000) werden ca. 10 Paßpunkte pro  $km^2$ , bei 1400 m Flughöhe (1:2000) ca. 6 Paßpunkte pro  $km^2$  benötigt. Bei dieser großen Zahl von Einpaßpunkten fällt der Preis einer Paßpunktbestimmung ins Gewicht. Da wir bei den meisten Unternehmen parallel neben dem Katasterplan 1:1000 auch den Übersichtsplan 1:10.000 erstellen und hierfür ohnehin Aufnahmen aus 2400 m relativer Flughöhe auszuwerten hätten, kam die *luftphotogrammetrische Bestimmung der Einpaßpunkte* besonders billig zu stehen.

Unter diesen günstigen Umständen ist die photogrammetrische Bestimmung 10- bis 20mal billiger als eine terrestrische Einmessung und die Koordinaten- und Höhenrechnung. Allerdings muß bei den aus Hochaufnahmen bestimmten Einpaßpunkten mit mittleren Lagefehlern von  $\pm 45\text{ cm}$  und mittleren Höhenfehlern von  $\pm 75\text{ cm}$  gerechnet werden. Diese *Ungenauigkeit der Einpaßpunkte* gibt zu Modelldeformationen bei der Einpassung der Tiefaufnahmepaare Anlaß, die u. E. nur für Güterzusammenlegungspläne, nicht aber für endgültige Grundbuchpläne zulässig sind. In der Weiterverwendung der Pläne 1:1000 und 1:2000 für Güterzusammenlegungen zählen ja nicht die absoluten Lagefehler, sondern die Relativfehler zwischen benachbarten Grenzpunkten und die Flächeninhalte der Parzellen, die von den Modelldeformationen praktisch nicht beeinflußt werden. Dazu kommt das *Element der Bodenwertschätzung*, dem wesentlich größere Ungenauigkeiten anhaften als dieser Art luftphotogrammetrischer Vermessung. Für endgültige Katastervermessungen über vermarkte Grundstücke muß selbstverständlich die teurere terrestrische Paßpunktbestimmung empfohlen werden, die mittlere Lage- und Höhenfehler von der Größenordnung  $\pm 10\text{ cm}$  erreichen läßt.

e) Die *Einpassung der Bildpaare am Stereoautographen* benötigt für die Kartierung im Maßstab 1:1000 aus Tiefaufnahmen bedeutend mehr Zeit als die Einpassung von Hochaufnahmepaaren. Die Luftphotogrammetrie wird eben bei Katastervermessungen bis an die äußerste Grenze ihrer Genauigkeitsleistung genützt. Nach unseren Erfahrungen ist bei gleichbleibend intensiver Ausnützung der Leistungsfähigkeit die benötigte Einpaßzeit umgekehrt proportional der wirt-

schaftlichsten Flughöhe: beispielsweise für 2100 m Flughöhe über Grund im Mittel 2 Stunden, für 1200 m Flughöhe  $3\frac{1}{2}$  Stunden.

f) Für die *Kartierung der Katasterpläne* 1 : 1000 und 1 : 2000 für Güterzusammenlegungen wird Zeichenpapier mit Aluminiumeinlage benützt. Die Original-Bleistiftzeichnung wird nicht in Tusche ausgezogen, sondern auf möglichst maßhaltige Pauspapier gezeichnet, da für die Weiterverarbeitung der Zusammenlegung Plankopien benötigt werden. Bei der Auswertung wird selbstverständlich streng nach den Vorschriften des *Identifizierungskrokis* gehandelt. Wenn die Bonitierung auf den Identifizierungskrokis vorliegt, werden bei dieser Gelegenheit auch die Bonitierungslinien kartiert, ferner die Höhenkurven, wenn der Werkvertrag ihre Kartierung vorsieht. Die Praxis zeigt, daß mit der Erfassung aller Elemente des Planinhaltes bei der Identifizierung eine konzentrierte, rationelle Auswertung ermöglicht wird. Wenn doch schon die Luftphotogrammetrie in Gang gesetzt wird, muß man auch dafür sorgen, daß aus den Luftbildpaaren alles ausgewertet wird, was sie zu geben vermögen. Zur Luftphotogrammetrie muß man entweder ja oder nein sagen. Ein halbes Ja würde zu einer unwirtschaftlichen Arbeitsweise führen. Der Kern der *rationellsten Photogrammetrie* liegt in der *Vollkommenheit der Identifizierung*.

Erfahrungsgemäß sind nun nach der Kartierung am Stereoautographen keine *Feldarbeiten* mehr nötig, denn wir haben ja die im Fliegerbild nicht sichtbaren Grenzen und Grenzpunkte schon bei der Identifizierung eingemessen. Diese Einmessungen werden nun noch auf den Katasterplan übertragen, nachdem der Plan den Autographen verlassen hat.

g) Über die *Flächenrechnung* und alle für die Bereitstellung der Unterlagen für die Güterzusammenlegung noch notwendigen Arbeiten kann hier geschwiegen werden, denn sie sind nicht in direktem Zusammenhang mit der Photogrammetrie. Es sei nur noch beigefügt, daß bei der Projektierung des Wegnetzes und der Neuzuteilung die unter dem Stereoskop betrachteten Fliegerbilder wertvolle Hilfe sind. Man darf ganz allgütig feststellen, daß die Luftphotogrammetrie durch das Nebeneinander von Plan oder Karte und Luftbild in der Lage ist, der Wirtschaft, Technik und Wissenschaft neue und wichtige Dienste zu leisten, denn was die eine Geländedarstellung nicht bieten kann, bietet die andere.

Die *Prüfung* der bisher photogrammetrisch erstellten *Katasterpläne 1 : 1000* mittels unabhängiger Grenzpunktaufnahmen mit dem Reduktionstachymeter Boßhardt-Zeiß ergab im Mittel folgende Ergebnisse:

Mittlerer Lagefehler der photogrammetrisch kartierten Grenzpunkte	
bei nicht signalisierten Grenzen . . . . .	$\pm 45 \text{ cm}$
bei signalisierten Grenzpunkten aber nur photogrammetrisch	
bestimmten Einpaßpunkten . . . . .	$\pm 30 \text{ cm}$
bei signalisierten Grenzpunkten und trigonometrisch oder poly-	
gonometrisch bestimmten Einpaßpunkten . . . . .	$\pm 17 \text{ cm}$
in Gelände über 40% Neigung . . . . .	$\pm 30 \text{ cm}$

Dabei wurden durch die Anwendung der Luftphotogrammetrie folgende Vorteile erreicht:

Verminderung der Kosten gegenüber der für solche Aufgaben bisher üblichen Meßtischaufnahme je nach Verhältnissen 25—50 %;

Zeitgewinn in der Bereitstellung der Unterlagen für die Güterzusammenlegung, je nach Größe des Unternehmens, ein bis zwei Jahre;

Vermeidung grober Fehler, die in Meßtischaufnahmen ziemlich häufig festzustellen sind (Distanzablesung!).

7. Nach diesen auf breiter Basis in Katasteraufnahmen für Güterzusammenlegungen gewonnenen Erfahrungen durften wir an eine *photogrammetrische Grundbuchvermessung für Grundbuchpläne im Maßstab 1:1000* im Instruktionsgebiet III gehen. Wir haben hierfür eine Berggemeinde im Kanton Tessin ausgewählt. Die Arbeit ist gegenwärtig in Ausführung nach folgendem Programm: Vermarkung der Grenzpunkte mit Marksteinen und Grenzkreuzen; Signalisierung der Steine und Kreuze mit weißer Farbe und Kartontäfelchen 20/20 cm; Flugaufnahme aus 1200 m über Grund im Vorfrühling im Zustand unbelaubter Bäume; Identifizierung der Fliegerbildvergrößerungen vom Bildmaßstab ca. 1:1500 und Erheben von Kontrollmaßen (Straßen- und Grundstückbreiten); Bestimmung aller benötigten Einpaßpunkte, ausgehend von der Triangulation IV. Ordnung, mit Invarbasislatte und Sekundentheodolit; Kartierung am Stereoautographen auf den in der Grundbuchvermessung vorgeschriebenen Aluminiumtafeln 70/100 cm; Koordinatenbestimmung am Autographen einer Auswahl von Grenzpunkten, die zusammen mit den terrestrisch bestimmten Einpaßpunkten und den Triangulationspunkten das Fixpunktnetz für den Anschluß der Nachführungsmessungen in der kommenden, langen Nachführungsperiode bilden (2 Punkte pro ha); Ausziehen der Originalpläne nach den geltenden Zeichnungsvorlagen; Flächenrechnung; Register und Tabellen; Verifikation; Planaufgabe; Planervielfältigung; Anerkennung des Operates. Die Arbeit wurde zu einem Preise an einen Photogrammeter und Grundbuchgeometer vergeben, der um 24 % tiefer ist als die nach gleichen Normen berechneten Kosten einer polygonometrischen Vermessung nach der Polarkoordinatenmethode. Wir rechnen gegenüber der entsprechenden Polarkoordinatenvermessung mit der halben Ausführungszeit und mit einem mittleren Lagefehler der photogrammetrisch kartierten Fixpunkte von  $\pm 12$  cm der kartierten Grenzpunkte von  $\pm 17$  cm.

8. Aus den Erfahrungen heraus, die uns bisher die Anwendung der Luftphotogrammetrie in der schweizerischen Grundbuchvermessung geboten hat, wird man immer wieder auf die Frage gelenkt, *wie weit die Photogrammetrie für Katastervermessungen eingesetzt* werden darf. Man wird sich dabei den grundsätzlichen Unterschied vergegenwärtigen wollen, der zwischen den klassischen, bisher für Katastervermessungen mit Erfolg angewandten Verfahren und der Stereophotogrammetrie aus Luftbildern besteht. Bei der Detailaufnahme eines Planes 1:1000 nach Orthogonal- oder Polarkoordinaten wird als Rahmen der ganzen Aufnahme eine polygonometrische *Verdichtung des Fixpunktnetzes* bis auf ca. 2 Punkte pro ha oder 200 Punkte pro km<sup>2</sup> vorgenommen. Auf dieses Netz werden die Grenzpunkte nur noch vermittlems kurzer Distanzen eingemessen, bei der Orthogonalmethode im Umkreis von vielleicht 50 Metern, bei der Polarkoordinatenmethode von 150 m. Es handelt sich somit um Meßarbeit vom Großen ins Kleine in relativ kleinen Schritten mit guter Verteilung und *Ausgleichung der Meßfehler*. Bei der Luftphotogrammetrie wird durch die Bestimmung der Einpaßpunkte die terrestrische Fix-

punktverdichtung nur auf ca. 0·1 Punkte pro *ha* oder 10 Punkte pro *km*<sup>2</sup> getrieben. Auf dieses weitmaschigere Netz werden die Detailpunkte mit Hilfe zweier photographischer Strahlenbündel vorwärts eingeschnitten, wobei das Prinzip der Arbeit vom Großen ins Kleine mit Verteilung und Ausgleich der Fehler nicht mehr spielt. Es resultieren daraus die bekannten größeren absoluten Lagefehler der photogrammetrisch bestimmten Grenzpunkte, die zwischen nahe benachbarten Grenzpunkten zu Relativfehlern führen, die bedeutend größer sind als die aus der terrestrischen Distanzmessung bekannten Werte. Mit der Vergrößerung der Grenzabstände wird dieser Relativfehler kleiner und nähert sich demjenigen, der uns aus der Tachymetrie geläufig ist. Die *Photogrammetrie* ist somit für *großparzellierte Gebiete* geeignet und für Zonen, wo bisher die *Genauigkeit einer tachymetrischen Aufnahme* der Bodenrente angemessen schien. Bei ihrer Anwendung sind die Distanzen nahe benachbarter Grenzpunkte (Straßenbreiten, schmale Grundstückseiten) nachzumessen.

Diese Ausscheidung gilt natürlich nur, wenn *vermarktete Grenzpunkte* vorausgesetzt werden, wie dies beim Rechtskataster in der Regel der Fall ist. Werden die *Grundstücksgrenzen nicht vermarkt*, sondern nur durch Gräben, Furchen oder Graskämme gekennzeichnet, wie dies oft in Gebieten der Wirtschafts- und Steuerkataster anzutreffen ist, dann darf die *Luftphotogrammetrie ohne Bedenken empfohlen* werden, denn die Genauigkeit der photogrammetrischen Grenzbestimmung ist von gleicher Größenordnung wie die Genauigkeit der Grenzdefinition.

Für die Diskussion solcher Fragen dürfen heute folgende in der Praxis der *Luftphotogrammetrie* erreichten *mittleren Lagefehler  $m_L$  der Grenzpunkte* als maßgebend betrachtet werden:

Planmaßstab	Entzerrung		Stereophotogrammetrie	
	Bildmaßstab	$m_L$ Meter	Bildmaßstab	$m_L$ Meter
	ca.		ca.	
1:10.000	1:15.000	±2·0	1:15.000	±1·50
1:5000	1:13.000	±1·1	1:13.000	±0·7
1:2000	1:11.000	±0·6	1:10.000	±0·20
1:1000	1:8000	±0·4	1:6000	±0·18

Für *Stadtvermessungen*, wo der hohe Bodenpreis die höchsten Anforderungen an die Genauigkeit der Lagebestimmung und der Grundstückflächen stellt, wird auf Grund dieser Zahlen die Luftphotogrammetrie *nicht* anzuwenden sein, abgesehen davon, daß in den Luftbildern viele Grenzpunkte und wichtige Einzelheiten durch Dachvorsprünge verdeckt sind. Für die Erstellung von *Wirtschaftskatastern* und *Steuerkatastern* über das *offene Kulturland* hingegen, aber auch für *Rechtskataster über Gebiete verminderten Bodenwertes*, wird in den meisten Fällen die angegebene Vermessungsgenauigkeit den Bedürfnissen genügen. Wo *herkömmliche amtliche Fehlergrenzen* nicht im Einklang stehen zur Leistungsfähigkeit der Luftphotogrammetrie, wird man gründlich zu prüfen haben, ob die Toleranzen dem tatsächlichen Wirtschaftsleben entsprechen. Denn es geht um *bedeutende Vorteile*, die mit der Anwendung der Luftphotogrammetrie zu erreichen sind: um *wesentliche Kostenersparnisse*, um *Verkürzung der Vermessungsdauer*, um *Einschränkung der Feldarbeiten* und entsprechender *Einsparung von ausgebildetem Vermessungspersonal*.



Aus der Eignung der Luftphotogrammetrie für die meisten Neuerstellungen von Katastervermessungen und aus der Größe der Aufgaben, die den Staaten mit der Erstellung von Katastervermessungen gegeben sind, ist zu schließen, die *gewerbemäßig betriebene Luftphotogrammetrie* werde künftig *in der Katastervermessung die breiteste Grundlage ihrer Existenz* finden.

## Kleine Mitteilungen

### Zum 300. Geburtstage des großen Kartographen Vincenzo Coronelli

Anlässlich des 300. Geburtstages des großen italienischen Gelehrten Vincenzo Coronelli hat Herr Ing. Robert Har dt, ehrenamtlicher Leiter des Globusmuseums in Wien, von Mitte Juni bis Mitte Juli eine interessante Ausstellung veranstaltet, die dem ehrenden Gedächtnis dieses universellen Geistes gewidmet ist, der gleichzeitig einer der fruchtbarsten und bedeutendsten Kartographen aller Zeiten war.

Vincenzo Coronelli kam am 16. August 1650 in Venedig zur Welt. Anfangs Tischlerlehrling, trat er im Jahre 1665 in den Minoritenorden ein, wurde mit 35 Jahren Provinzial für Ungarn und war von 1701—1704 Ordensgeneral. Sodann kehrte er als einfacher Mönch in das Kloster seiner Vaterstadt zurück und betrieb fast ausschließlich geographische und historische Studien bis zu seinem am 9. Dezember 1718 erfolgten Tode.

Er wurde zuerst durch die Herstellung von Globen für den Herzog von Parma und den König Ludwig XIV. bekannt. Im Jahre 1684 gründete er die „Accademia degli Argonauti“ in Venedig, in der wir die erste geographische Gesellschaft der Welt erblicken können. Sie stand unter dem Protektorat des Dogen von Venedig und des Königs Sobieski von Polen; ihre 261 Mitglieder gehörten allen führenden Staaten Europas an, doch scheint es, daß die Akademie nur bis zu seinem Tode bestand. 1685 wurde Coronelli zum „cosmografo della Repubblica“ ernannt, weil das seebeherrschende Venedig begreiflicherweise an der Karto- und Globographie besonders interessiert war. Weite Reisen durch Europa und ehrenvolle Berufungen an verschiedene Höfe förderten seine geographischen Kenntnisse und gaben ihm zahlreiche wissenschaftliche Anregungen.

Coronellis Lebenswerk besteht vorwiegend aus 400 verschiedenen Kartenblättern, die in mehreren Atlanten zusammengefaßt sind, wie dem dreibändigen „Atlante Veneto“, dem „Teatro della Guerra“ und dem Moreawerk. Ferner stellte er Globen in elf Größen von 15 cm bis über 12 m Durchmesser her. Unter seinen 137 Werken finden wir daneben noch zahlreiche historische, biographische, genealogische und heraldische Arbeiten und vor allem die „Biblioteca Universale“, ein Universallexikon, das auf 45 Bände geplant war, von denen aber nur sieben fertiggestellt wurden.

Besonders erwähnenswert für uns ist, daß Coronelli eine sechsblättrige Karte der Donau von Wien bis Nikopolis gezeichnet hat, die im Atlante Veneto erschienen ist und daß er auf Grund eines Projektes für die Regulierung der Donau bei Wien („Moderazione del Danubio“, 1716) von Kaiser Karl VI. nach Wien berufen und zum Commissario Perpetuo del Danubio ernannt wurde.

Trotz seiner zweifellos internationalen Bedeutung ist Coronelli sogar in seinem Vaterland in Vergessenheit geraten. Erst in neuerer Zeit hat man sich seiner wieder erinnert. So widmet E. L. Stevenson in seinem großen zweibändigen Werk: *Terrestrial and Celestial Globes* (1921) Coronelli mehr als 20 Seiten. Eine erschöpfende Lebensbeschreibung und Würdigung Coronellis blieb aber seinem Landsmann Ermanno Armao vorbehalten, dessen Werk „Vincenzo Coronelli“, 1944 in Florenz erschien.

Am 16. August 1950 gedachte Herr Univ.-Prof. Dr. H. Hassinger in einem Radiovortrag dieses großen Mannes. Besonders erfreulich ist es, daß Herr Ing. Har dt die eingangs erwähnte Ausstellung im Oktober wieder eröffnen wird. Diese reiche Schau vermittelt uns ein klares Bild des genialen Gelehrten, der einer der letzten Vertreter des für die Renaissance so charakteristischen enzyklopädischen Geistes ist.