Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural

Band: 53 (1955)

Heft: 5

Artikel: Photogrammetrische Kartierungen für den Talsperrenbau

Autor: Scholl, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-211776

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: 02.10.2025

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

wandfreie Vermessungsgrundlagen, wie Triangulationspunkte, Nivellementspunkte und teilweise auch Polygonpunkte, im ganzen Land. Die modernen Kartenwerke in den Maßstäben 1:25 000, 1:50 000 und 1:100 000 werden in wenigen Jahren fertig erstellt sein. Unter den Erzeugnissen der Grundbuchvermessung wird der Grundbuchübersichtsplan ebenfalls bald vollendet sein. Etwas länger wird die Fertigstellung der ganzen Grundbuchvermessung dauern.

Mit dem hohen Stand des schweizerischen Vermessungswesens ist das Wirken der beiden Instrumentenbaufabriken Kern, Aarau, und Wild, Heerbrugg, innig verbunden. Sie haben durch ihre neuen Instrumentenkonstruktionen wesentlich dazu beigetragen, die Vermessungen einfach und wirtschaftlich zu gestalten.

Die wissenschaftliche Forschung auf geodätischem Gebiet ist in der Schweiz durch die Hochschulen, durch die Landesämter und namentlich durch die Schweizerische Geodätische Kommission gepflegt worden. Diese Kommission wurde im Jahr 1861 im Zusammenhang mit der Schaffung der europäischen Gradmessung gegründet. Sie hat die Aufgabe, die für das internationale Unternehmen notwendigen Beobachtungen und Berechnungen auf schweizerischem Gebiet durchzuführen. Die Arbeiten der letzten Jahrzehnte betrafen in erster Linie Studien über die Form des Geoides in der Schweiz. Astronomische Nivellemente in einem Meridian und in einem Parallelkreis haben gezeigt, daß das Rechnungsellipsoid sich in der Schweiz sehr gut dem Geoid anschmiegt.

Photogrammetrische Kartierungen für den Talsperrenbau

Von R. Scholl, Heerbrugg

Die folgenden Betrachtungen sollen besonders jenen Fachkreisen, welche bei der Projektierung und Ausführung von Talsperren mitzuwirken haben und für ihre Arbeit topographische Pläne und Karten benötigen, eine kurze und allgemeine Orientierung über die Methoden und Verwendungsmöglichkeiten der modernen Photogrammetrie geben. Genaue und zuverlässige Kartenunterlagen sind erste Voraussetzung für das Gelingen eines Bauwerkes, das sich optimal ins Gelände einzufügen hat.

Beim Talsperrenbau stellen sich mannigfaltige Kartierungsaufgaben, da Kartenunterlagen in verschiedenen Maßstäben und für verschiedene Zwecke erforderlich sind. Der Auftraggeber, welcher beim Vermessungsfachmann die Pläne und Karten bestellt, darf nicht nur an die Aufgaben rein bautechnischer Natur denken, sondern er muß z. B. auch die Wünsche des Geologen, des Geophysikers, des Hydrologen, des Kulturingenieurs und des Experten für Landeinschätzung berücksichtigen. Es wird daher schon in dieser Anfangsphase, noch ehe die eigentlichen Aufgaben an die Experten herantreten, eine weitsichtige Planung und Koordination stattfinden müssen.

Der übernehmende Photogrammeter hat die Kartierungen seinerseits den bautechnischen und geologischen Erfordernissen anzupassen. So ist z. B. im Hinblick auf spätere Absteckungsarbeiten die Situation in genügender Dichte darzustellen. In detailarmen Zonen können selbst scheinbar unwesentliche, jedoch eindeutig identifizierbare Objekte für die Übertragung des Projektes vom Papier ins Gelände von Wichtigkeit sein und müssen darum zur Darstellung gelangen, unbekümmert um die sonstigen kartographischen Grundsätze betreffend die Auswahl des Planinhaltes. Auch auf geologische Einzelheiten ist bei der Kartierung sorgfältig zu achten.

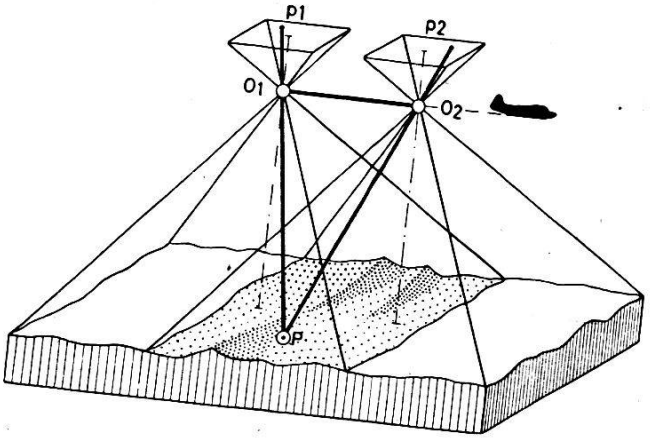

Fig. 1. Senkrechte Weitwinkelaufnahmen aus der Luft.
Bildpaar mit 60 % Längsüberdeckung.

Die Photogrammetrie ist das weitaus schnellste und wirtschaftlichste Verfahren für die Kartenherstellung. Das zu kartierende Gelände wird mit genau kalibrierten Präzisionsmeßkammern entweder vom Flugzeug oder von Bodenstationen aus photographisch aufgenommen. Für die Herstellung topographischer Karten, welche auch die Höhenverhältnisse darzustellen haben, sind die Aufnahmen so zu disponieren, daß sie sich paarweise überdecken. Damit wird jeder Geländepunkt von zwei verschiedenen Standorten aus photographiert (Fig. 1). Die Auswertung der Meßbilder zu Karten und Plänen erfolgt in stereoskopischen Auswertegeräten (Fig. 4 und 5) im Büro, unabhängig von Jahreszeit und Witterung. Durch Einpassen eines Bildpaares im Auswertegerät werden die Aufnahmestrahlenbüschel rekonstruiert und die den Geländepunkten zugeordneten Strahlenpaare wieder zum Schnitt gebracht, wodurch ein verkleinertes, räumliches, optisches Modell des Geländes entsteht, das stereoskopisch betrachtet und mit einer ebenfalls räumlich gesehenen Meßmarke ausgemessen wird. Ein Mechanismus überträgt die Meßmarkenbewegungen auf einen Zeichenstift, der direkt die Karte zeichnet.

Bei der terrestrischen Photogrammetrie wird das Gelände mit einem Phototheodoliten (Fig. 2) von beiden Enden einer günstig gelegenen Standlinie aus photographiert, wobei horizontale oder gekippte sowie zur Standlinie normale oder parallel verschwenkte Aufnahmen disponiert

werden können. Terrestrische Aufnahmen kommen hauptsächlich in Frage für die Kartierung sehr steiler Wände, wie sie im Hochgebirge oder bei tiefen Taleinschnitten auftreten. Sie sind ebenfalls geeignet für Baugrubenaufnahmen in großen Maßstäben. Auch Überhänge lassen sich wegen des frontalen Einblickes ohne Schwierigkeiten in allen Details kartieren.

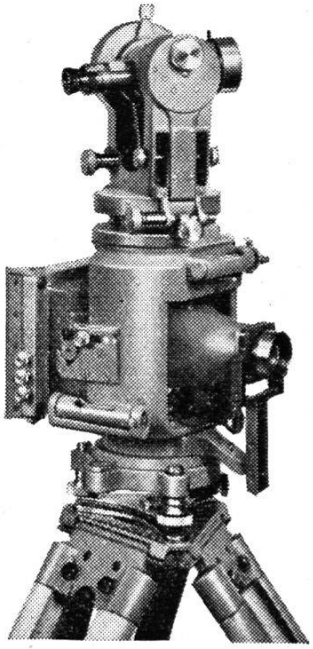

Fig. 2.
Phototheodolit WILD

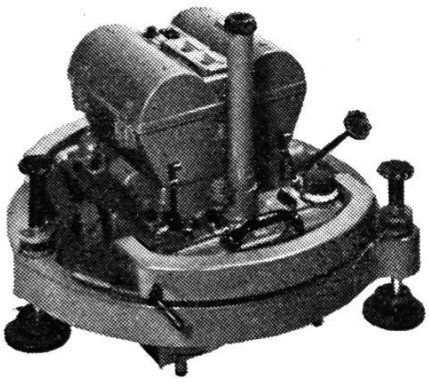

Fig. 3. Vollautomatische Reihenbildfilmkammer WILD RC5a für Bildformate von 18 × 18 cm und 9 × 9″.

Die überwiegende Mehrzahl der Karten wird heute jedoch nach dem luftphotogrammetrischen Verfahren hergestellt, das für größere zusammenhängende Gebiete wirtschaftlicher als die terrestrische Photogrammetrie ist. Es werden meist sogenannte Senkrechtaufnahmen mit 60% Überdeckung in Flugrichtung disponiert, wobei die Aufnahmerichtung möglichst lotrecht gehalten wird (Fig. 1). Die Aufnahmen erfolgen mit vollautomatischen Film- oder Plattenkammern in Bildformaten von 14 × 14 cm bis 23 × 23 cm (Fig. 3). Beste Resultate werden mit den modernen Hochleistungsobjektiven erreicht. In sehr gebirgigen Gegenden und über Dorfgebieten empfiehlt sich die Verwendung von Normalwinkelobjektiven, während in allen andern Fällen mit Vorteil die wirtschaftlicheren Weitwinkelobjektive, welche aus der gleichen Flughöhe etwa 3,3mal mehr Fläche decken, benützt werden.

Die Flughöhe über Grund richtet sich nach dem Kartenmaßstab und der zu erreichenden Genauigkeit sowie nach dem darzustellenden Planinhalt, worüber V. Heißler in (2) berichtet. Tabelle 1 zeigt am Beispiel des Weitwinkelobjektives Aviogon und unter der Annahme, daß die Aufnahmen in Präzisionsauswertegeräten (Fig. 4 und 5) kartiert werden, die für verschiedene Kartierungsmaßstäbe zweckmäßigsten Flughöhen und Bildmaßstäbe.

Für die Einpassung der Luftaufnahmen in den Auswertegeräten werden pro Stereomodell gewöhnlich vier in den Modellecken liegende und nach Lage und Höhe gegebene Paßpunkte benützt, die durch geodätische Messungen im Felde zu bestimmen sind. Das setzt aber das Vorhandensein eines guten Triangulationsnetzes von mindestens 3. Ordnung voraus. Alle gegebenen Triangulationspunkte sind vor dem Vermessungsflug zu signalieren, z. B. durch Kalkringe, weißgestrichene Tafeln usw., damit sie in den photographischen Aufnahmen ohne Mühe

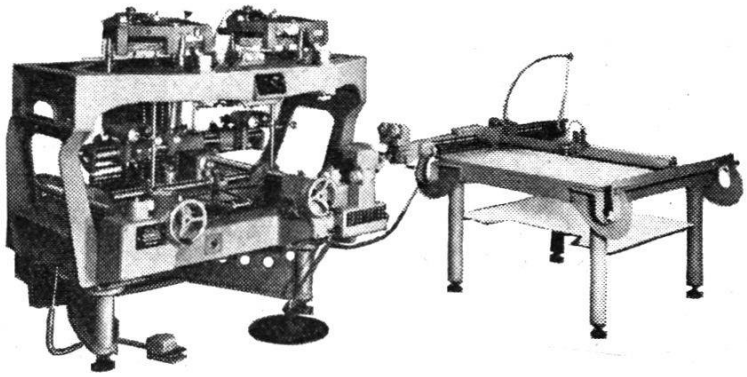

Fig. 4. Autograph WILD A7

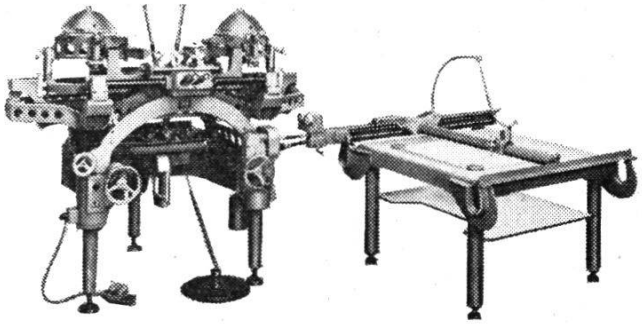

Fig. 5. Stereo-Kartiergerät WILD A8.

identifiziert werden können. Ihre Dichte wird aber besonders für die Einpassung der tiefgeflogenen Aufnahmen, die weniger Geländefläche überdecken, nicht genügen, so daß nach erfolgtem Bildflug an Hand der Stereoaufnahmen zusätzliche, gut identifizierbare und günstig verteilte Geländepunkte, sogenannte Paßpunkte, auszuwählen und im Felde einzumessen sind.

Da die geodätischen Arbeiten jedoch relativ teuer und zeitraubend sind, wird man danach trachten, die Anzahl der Paßpunkte möglichst zu beschränken. In Ländern mit geringer Dichte des Triangulationsnetzes wird es oft kaum möglich sein, eine Verdichtung des vorhandenen Netzes über größere zusammenhängende Räume, etwa das Einzugs- und Verteilergebiet einer Talsperre, in nützlicher Frist und ohne ungebührliche Belastung des Voranschlages vorzunehmen.

Tabelle 1

Flughöhen, Bildmaßstäbe und Höhengenauigkeiten für Aufnahmen mit der Filmkammer Wild RC 5a, Weitwinkelobjektiv Aviogon f = 115 mm, Bildformat 18 × 18 cm und f = 153 mm, Bildformat 9 × 9″, bei Auswertung im A 7 oder A 8.

Plan- und Kartenmaßstab	Flughöhe für Aviogon	Maßstab der photographischen Aufnahme (Bildmaßstab)		Von Senkrechtaufnahme überdeckte Fläche	Nutzbare Auswertefläche im Stereomodell bei 60 % Längs- und 20 % Seitenüberdeckung	Erreichbare mittlere Höhengenauigkeit bei Kartierung markanter Geländepunkte	Gebräuchliche Äquidistanzen
		für Aviogon f = 115 mm Bildformat 18 × 18 cm	für Aviogon f = 153 mm Bildformat 9 × 9 inch				
	m	ca.	ca.	km²	km²	m	m
1 : 1 000	920	1 : 8 000	1 : 6 000	2,1	0,7	± 0,1 bis 0,15	0,5 bis 2
2 000	1300	11 000	8 500	4,2	1,3	± 0,15 bis 0,2	1 bis 2
5 000	2100	18 000	14 000	11	3,5	± 0,2 bis 0,3	2 bis 5
10 000	2900	25 000	19 000	21	6,6	± 0,3 bis 0,4	5 bis 10
25 000	4600	40 000	30 000	52	17	± 0,5 bis 0,7	10 bis 25
50 000	6300	55 000	41 000	98	31	± 0,6 bis 1,0	20 bis 50

Die terrestrische, erdgebundene Triangulation läßt sich jedoch wenigstens teilweise durch eine Aerotriangulation ersetzen, welche mit den Fliegeraufnahmen im Auswertegerät durchgeführt wird. Dabei sind im Felde Punktgruppen gewöhnlich nur am Anfang, in der Mitte und am Ende der Flugstreifen zu bestimmen. Durch die Methode des Folgebildanschlusses z. B. können nun im Auswertegerät durch sukzessive Aneinanderreihung der Stereomodelle entlang eines Flugstreifens die festpunktlosen Räume überbrückt und photogrammetrisch weitere Punkte zwischen den Festpunktgruppen nach Lage und Höhe bestimmt werden. Dank der Vervollkommnung der modernen Instrumente läßt sich diese Methode mit Erfolg sowohl beim Klein- wie auch beim Großmaßstab anwenden, wobei die Länge der Streifen je nach Kartenmaßstab und angestrebter Genauigkeit sehr verschieden sein kann.

Um den vielen sich beim Talsperrenbau stellenden Aufgaben gerecht zu werden, sind Pläne und Karten in sehr verschiedenen Maßstäben erforderlich. Oft werden aber von den Baufachleuten zu große Maßstäbe und zu kleine Äquidistanzen der Schichtenlinien gewünscht. Weil jedoch die Gestehungskosten der Karten dadurch ungünstig beeinflußt werden, ist es zweckmäßig, diese Fragen vor Inangriffnahme der Arbeiten mit dem Photogrammeter und allen am Bau beteiligten und an den Karten interessierten Fachleuten abzuklären. So wünschenswert ein großer Maßstab für die Detailprojektierung auch zu sein scheint, so kann er doch wegen zu großer Papierfläche oft eher hinderlich werden und den Überblick verlieren lassen.

Im folgenden seien einige diesbezügliche Richtlinien angegeben, die aber in jedem Falle den örtlichen Verhältnissen anzupassen sind.

Für die generelle Projektierung wird vorerst eine topographische Karte etwa im Maßstab 1:20000 bis 1:50000 benötigt, welche das Einzugsgebiet und den Verteilerraum umfaßt, also das ganze vom Projekt berührte Gebiet, einschließlich der zu bewässernden Zonen und des Kraftübertragungsnetzes bei hydroelektrischen Anlagen. In vielen Ländern können hiezu die bereits vorhandenen topographischen Karten benützt werden. Es ist jedoch empfehlenswert, mit einfachen Mitteln durchgeführte Extensivkartierungen auf ihre Zuverlässigkeit hin zu prüfen. In neu zu erschließenden Gebieten, wo die Kartenunterlagen erst noch zu beschaffen sind, wird das Triangulationsnetz meist sehr weitmaschig sein, weshalb sich mit Vorteil die Methode der Aerotriangulation anwenden läßt. Bei Flugstreifen von 50 km Länge treten maximale Höhenfehler in der Größenordnung von etwa 10 m auf, doch lassen sich diese durch Zwischenschalten von terrestrisch bestimmten Höhenfixpunkten reduzieren. Die Lagefehler bleiben bei den kleinen Maßstäben innerhalb der Zeichengenauigkeit der Karten, sind somit bedeutungslos.

Die Aerotriangulation wird, wo es sich als zweckmäßig erweist, auch für alle im folgenden beschriebenen Kartierungen verwendet werden können. Nur sind die Flugstreifen für größere Maßstäbe entsprechend kürzer zu halten. Bei Beschränkung auf 10 bis 15 Stereomodelle in einem Streifen läßt sich die verlangte Genauigkeit einhalten.

Die geeignetsten Maßstäbe für die Kartierung der Staubecken sind 1:5000 und 1:10000, woraus sich hinreichend zuverlässige Bestimmungen des Stauvolumens ergeben (Fig. 6). Die Auswertung erfolgt bis zu einer Kote, die etwas über der zukünftigen Wasserlinie liegt. Gleichzeitig mit

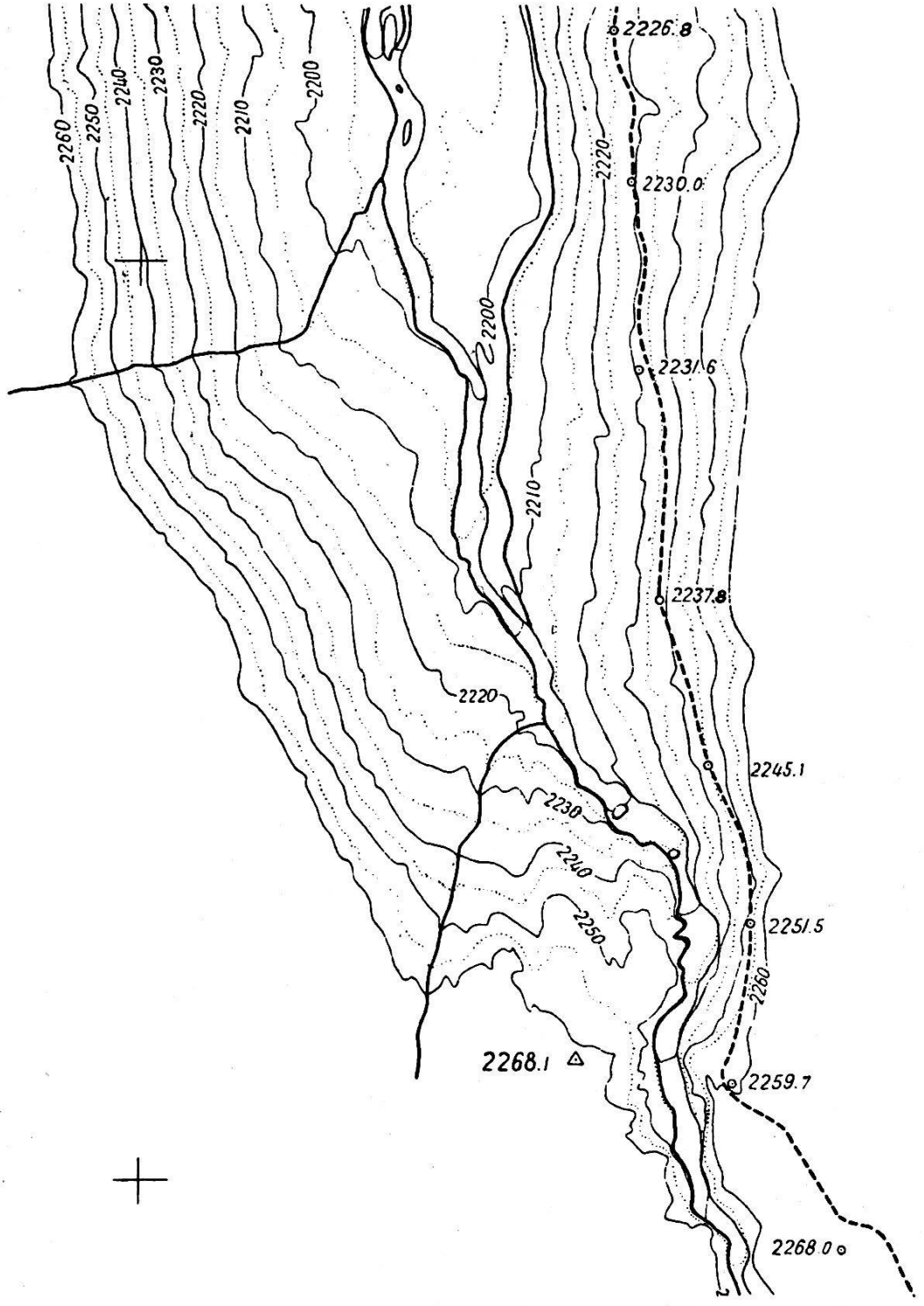

Fig. 6. Ausschnitt aus einer luftphotogrammetrischen Kartierung 1:5000 des Staubeckens Moiry, ausgewertet durch das Photogrammetrische Institut der EPUL. Cliché von der Société des Forces Motrices de la Gougra SA zur Verfügung gestellt.

der Topographie sind meist auch die Grundeigentumsverhältnisse zur Behandlung der Landablösung zu kartieren. Die Maßstäbe 1:5000 oder 1:10000 dürften in den meisten Fällen auch für diesen Zweck genügen, da die Talsperren gewöhnlich in Gegenden geringeren Bodenwertes errichtet werden, wo auch die Parzellen größer sind. Im Stauraum liegende Siedlungen, deren Räumung vorgesehen ist, sind in einem größeren, der Parzellengröße und dem Bodenwert angepaßten Maßstab, etwa 1:500 bis 1:2000, zu kartieren. Vor der Befliegung müssen die Grenzpunkte mit weißen Kartontafeln, Gipsringen oder sonstwie geeigneten Mitteln signalisiert werden, damit sie auf dem photographischen Bilde erkennbar sind. Die Signalisierung kann jedoch unterbleiben, wenn der Grenzlinienverlauf zur Zeit der Befliegung wegen Unterschieden in den Kulturen auf den Meßbildern eindeutig zum Vorschein kommt. Die ohne Signalisierung erreichbare Genauigkeit der Auswertung ist für die Zwecke der Landablösung genügend. Der Grenzverlauf sowie alle zu kartierenden Details sind nach der Befliegung anläßlich einer Feldbegehung in photographische Vergrößerungen der Meßbilder einzutragen, welche bei der Auswertung am Autographen als Vorlage für die Kartierung dienen.

Der Raum um die Talsperre ist im Großmaßstab 1:500 bis 1:2000 luftphotogrammetrisch oder aus Phototheodolitaufnahmen zu kartieren. Die Grenze der luftphotogrammetrischen Kartierung liegt etwa beim Maßstab 1:500. Kommt aber die Talsperre in einen tiefen Taleinschnitt zu liegen, der aus der Luft schlecht eingesehen werden kann, so wird mit Vorteil die terrestrische Photogrammetrie angewendet. Fig. 7a zeigt ein Beispiel, wo beide Verfahren kombiniert wurden. Die sehr steilen, teils überhängenden Felspartien im Einschnitt wurden terrestrisch aufgenommen, die etwas sanfteren Berghänge aus der Luft photographiert. Die Höhenkurven sind in den Überhängen stark ineinander verschlungen und unübersichtlich. In Fig. 7b ist eine Auswertung der gleichen Kurven gezeigt, wobei aber jede gegenüber der vorhergehenden auf dem Plan 1:500 um 6 mm in stets gleicher Richtung verschoben ist. Dieses auseinandergezogene, klare Kurvenbild gestattet die Konstruktion von Profilen und die Anfertigung von Reliefs und erleichtert auch die Kubaturberechnungen.

Empfehlenswert ist die Anlage einer sogenannten «photogrammetrischen Bauregistratur» der Staumauer, wie dies F. Löschner (4) angeregt und erstmalig beim Bau der Limbergsperre des Tauernkraftwerkes in Österreich durchgeführt hat. Dabei werden zu Beginn der Arbeiten die Baugruben der Sperre und zu verschiedenen späteren Zeitpunkten die im Werden begriffene Staumauer in ihren verschiedenen Bauetappen mit einem Phototheodoliten von mehreren günstig gelegenen Standlinien aus aufgenommen. Die Auswertung der Baugrubenaufnahmen dient der Berechnung der Aushubmassen, während aus der Kartierung der Staumaueraufnahmen die Ermittlung der eingebrachten Baumassen ermöglicht wird. Zudem bilden die Baugruben- und Fundamentaufnahmen für den späteren Unterhalt der Mauer und die Behebung eventuell auftretender Bauschäden eine wertvolle Unterlage. Es ist darum auch angezeigt,

zusätzliche Bildpaare aufzunehmen, die nicht für eine unmittelbar folgende Auswertung bestimmt sind, sondern für eine mögliche spätere Benutzung. Die Kartierung der Baugruben- und Sperrenaufnahmen erfolgt in den Maßstäben 1:100 bis 1:500.

Zur Diskussion der vorgelegten Talsperrenprojekte können großmaßstäbliche Anaglyphenpläne konstruiert werden, die bei Betrachtung

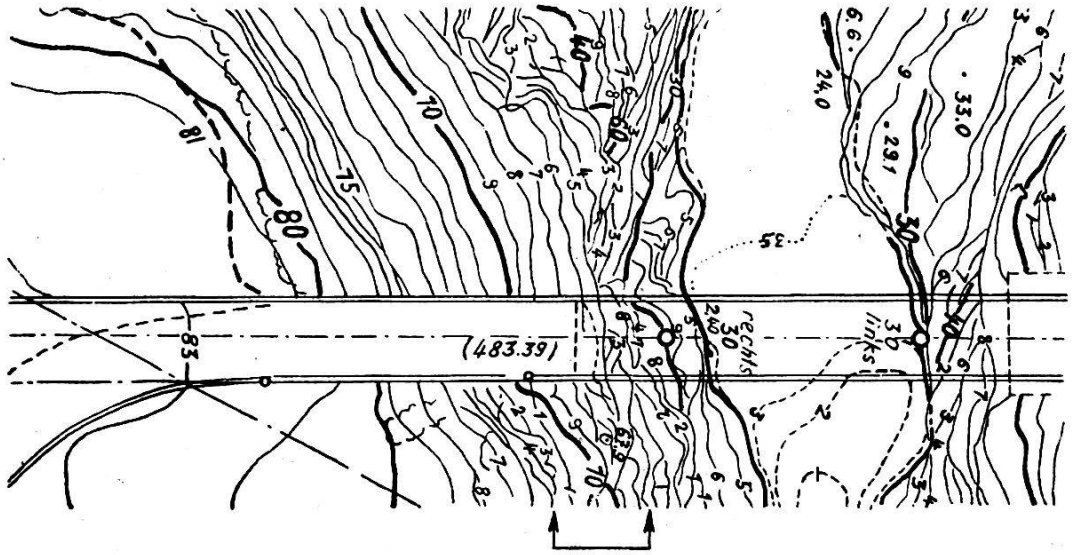

Fig. 7a. Ausschnitt aus einer kombinierten terrestrischen und luftphotogrammetrischen Auswertung im Maßstab 1:500 mit 1 m Äquidistanz der Schichtlinien. Der aus terrestrischen Aufnahmen kartierte Taleinschnitt weist überhängende Felspartien auf, wodurch sich ineinanderverschlungene Höhenkurven ergeben. Auswertung durch Studio Tecnico A. & R. Pastorelli, Lugano.

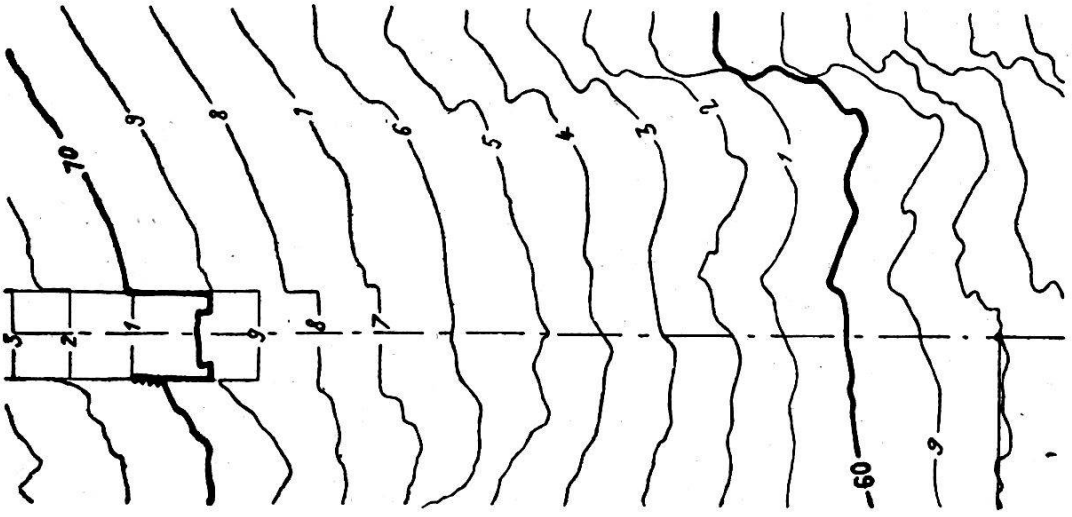

Fig. 7b. Terrestrische Auswertung 1:500 mit höhenproportional in Richtung der Brückenachse verschobenen Höhenkurven. Äquidistanz 1 m. Jede Kurve ist im Plan gegenüber der vorhergehenden um 6 mm versetzt. Der hier gezeigte Ausschnitt entspricht dem in Fig. 7a mit Pfeilen bezeichneten Teilstück. Auswertung durch Studio Tecnico A. & R. Pastorelli, Lugano.

mit Anaglyphenbrillen einen räumlichen Eindruck des Geländes geben. Die Höhenkurven und Situationslinien werden z. B. in roter und blaugrüner Farbe gedruckt, wobei die eine Farbe gegenüber der andern parallel zur Betrachtungsbasis höhenproportional verschoben wird. Die Größe der Verschiebung ist so zu wählen, daß bei Betrachtung aus normaler Distanz keine Höhenverzerrungen eintreten. Wird der Staudamm auf gleiche Weise eingezeichnet, so erscheint auch er plastisch, womit sich seine Einfügung ins Gelände wie an einem Modell beurteilen läßt.

Für die weiteren Bauaufgaben dürften die folgenden Planmaßstäbe zweckmäßig sein:

Projektierung von Druckstollen 1:5000 bis 1:10000
Detailprojektierung von Stollenfenstern, Bacheinleitungen, Druckrohrleitungen und Zentralen 1:1000
Bauareal mit Baueinrichtungen beim Staudamm 1:1000
Zufahrtsstraßen, Straßenverlegungen 1:2000
Kraftübertragungsleitungen 1:5000 bis 1:10000
Bewässerungskanäle 1:2000 bis 1:5000.

Nach Beendigung der Bildflüge und der terrestrischen Aufnahmen liegt ein reiches photographisches Material vor. Die Aufnahmen sollen aber nicht nur lediglich zur Herstellung der Pläne verwendet werden. Sie sollen vielmehr auch dem projektierenden Bauingenieur, dem Geologen, dem Geophysiker und allen andern Fachleuten, die aus ihnen ebenfalls Nutzen ziehen können, jederzeit zur Verfügung stehen. Beim Projektieren ergänzen die Photographien mit ihrem Detailreichtum die Pläne und Karten und geben darum wertvolle zusätzliche Informationen, die im Signaturenbild der Karte nicht zur Darstellung gelangen können. Besonders wertvoll ist aber die Betrachtung von Aufnahmepaaren mit einem Taschen- oder Spiegelstereoskop, wobei das plastische Geländebild das Studium auch der kleinsten Detailformen ermöglicht. Bei der Wahl der günstigsten Staudammlage, beim Studium der Varianten von Zufahrtsstraßen, bei der Organisation der Bauplatzeinrichtungen usw. können die Stereobilder in Ergänzung zum Plan zu Rate gezogen werden. Leider wird von dieser Möglichkeit noch viel zu wenig Gebrauch gemacht.

Für die eingehenden *geologischen* Untersuchungen, die der Projektierung einer Talsperre vorangehen müssen, werden die Luftbilder und terrestrischen Aufnahmen ebenfalls mit Vorteil herangezogen. Der Geologe kann schon allein aus dem Studium der Bildpaare mit dem Stereoskop eine Fülle von Erkenntnissen gewinnen und dabei gleichzeitig eine rationelle Feldbegehung planen. Auf dem Felde ermöglichen die Photographien oder Vergrößerungen eine rasche und leichte Lagebestimmung der Befunde, wobei diese direkt eingetragen werden können. Die Übertragung des Inhaltes der so erhaltenen geologischen Photokrokis auf die Karte erfolgt nach R. Helbling (3) am besten mit dem Autographen, indem mit der Meßmarke den entsprechenden Linien im Stereomodell nachgefahren wird. Man erhält damit eine einwandfreie geologische Kartierung mit einer der Kartengenauigkeit entsprechenden Präzision. Brüche, Spal-

ten, Schichtungen, Falten, Gesteinsgrenzen usw. sind meist im Stereomodell direkt sichtbar. Besonders wirtschaftlich wird die geologische Kartierung am photogrammetrischen Auswertegerät dann, wenn sie gleichzeitig mit der topographischen erfolgt, weil damit eine zweimalige Einpassung der Meßbilder vermieden wird. Am Auswertegerät lassen sich auch geologische Aufrisse herstellen, welche in steilen Wänden eine bessere Darstellung der Struktur ermöglichen.

Als besonderer Vorteil des photogeologischen Kartierverfahrens erweist sich die Tatsache, daß der Geologe mit seinen Erhebungen beginnen kann, sobald die Flugaufnahmen oder terrestrischen Photos zur Verfügung stehen. Er braucht also nicht auf die Fertigstellung der Karten zu warten. Es muß aber von Anfang an auf eine Zusammenarbeit zwischen Geologe und Photogrammeter geachtet werden, damit sich die Arbeiten koordinieren und allfällige Wünsche des Geologen bezüglich weiterer photogrammetrischer Aufnahmen rechtzeitig berücksichtigen lassen.

Für Bewässerungsprojekte und den damit zusammenhängenden kulturtechnischen Arbeiten sind *Bodenkarten* (soil maps) anzufertigen, welche die Beschaffenheit und Zusammensetzung des Bodens anzugeben haben. Befunde und Sondierungen werden auch hier bei der Feldbegehung in Vergrößerungen der Fliegeraufnahmen eingetragen und anschließend gleichzeitig mit der Topographie im Autographen kartiert.

Die Photogrammetrie ist der Meßtischaufnahme und Tachymetrie in vielem überlegen und hat sich gegenüber diesen Verfahren bei fast allen Kartierungsaufgaben durchgesetzt. Sie ermöglicht nicht nur eine Reduktion des Zeitaufwandes und der Kosten, sondern kennt auch praktisch keine Hindernisse, womit unzugängliches oder schwer begehbares Gelände der Ausmessung in allen Details erschlossen wird. Zudem ist die Genauigkeit und Zuverlässigkeit photogrammetrischer Kartierungen größer, was sich besonders in der geländetreueren Wiedergabe der Höhenkurven ausdrückt. Aber nicht nur die Ausmessung der Bildpaare in den Kartiergeräten, sondern auch deren weitere Verwendung für Interpretationsaufgaben im Felde und im Büro bietet nicht zu unterschätzende Vorteile. Aus diesen Gründen und dank der heute stark fortgeschrittenen Entwicklung der Methoden und Instrumente ist die Anwendung der Photogrammetrie in den meisten Ländern bereits zu einer Selbstverständlichkeit geworden.

Literatur:

(1) *T. Hagen*, Wissenschaftliche Luftbild-Interpretation, 1950.

(2) *Dr. Ing. V. Heißler*, Untersuchungen über den wirtschaftlich zweckmäßigsten Bildmaßstab bei Bildflügen mit Hochleistungsobjektiven. Bildmessung und Luftbildwesen, 1954, Hefte 2, 3 und 4.

(3) *Dr. R. Helbling*, Photogeologische Studien, 1948.

(4) *Dr. Ing.* F. *Löschner*, Geodätische Arbeiten für die Kraftwerkanlage Hauptstufe Kaprun, erschienen in der Festschrift: Die Hauptstufe Glockner Kaprun, Tauernkraftwerke AG, 1951.