

Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 52 (1960)
Heft: 1-2

Artikel: Topographische Unterlagen für Wasserbauten
Autor: Härry, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-921731>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.02.2025

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

Topographische Unterlagen für Wasserbauten

Dr. h. c. H. Härry, eidg. Vermessungsdirektor, Bern

DK 526

Zu allen Zeiten hat die wirtschaftliche Erschließung des Geländes, das Planen und Projektieren auf dem Boden und die Erstellung von Bauwerken, der *Aufnahme von topographischen Karten und Plänen* gerufen. Karten und Pläne, und in neuerer Zeit auch die *Fliegerbilder*, insbesondere in ihrer Verwendung als *Stereobildpaare*, bieten im Baubüro des Projektierenden eine treue *Wiedergabe des Geländes* und seiner räumlichen Gestaltung. In der weiteren Entwicklung der Bauten müssen die Pläne die eindeutigen *Zusammenhänge zwischen Projekt und Natur* vermitteln, wie sie insbesondere für die Übertragung des Projektes in die Natur (Absteckung) in der notwendigen Zuverlässigkeit bekannt sein müssen.

Die Karten und Pläne als topographische Unterlagen für Wasserbauten dürfen beim heutigen Ineinandergreifen verschiedenartiger technischer Maßnahmen nicht mehr als gesondert dastehende Werke und Arbeitsmittel, geeignet einzig als Projektierungsgrundlagen, erstellt und behandelt werden. Rücksichten auf die Ökonomie und eine umfassende Auswertbarkeit stellt sie in *weitergespannte Zusammenhänge*. In der Ganzheitbetrachtung wird der Vermessungsfachmann möglichst alle vermessungstechnisch-kartographischen und bautechnischen Vorkehrungen, z. B. im Zusammenhang mit Kraftwerkbauten im Gebirge, überblicken müssen. Für schweizerische Verhältnisse ist zu beachten:

1. Die *neuen Landeskarten 1:50 000 und 1:25 000* bieten ausgezeichnete Grundlagen für die generelle Projektierung und die weiter ausgreifenden hydrologischen, morphologischen und geologischen Studien.
2. Der *Übersichtsplan 1:10 000 oder 1:5000* der schweizerischen Grundbuchvermessung ist das gegebene Arbeitsmittel für die Bauprojektierung im Gebirge. Besondere topographische Aufnahmen in den Maßstäben 1:1000 bis 1:200 sind nur für einzelne lokale Baustellen (Staustellen, Stollenfenster, Wasserschlösser usw.) notwendig.
3. Wo der amtliche Übersichtsplan noch nicht vorhanden ist und *kraftwerkeigene topographische Aufnahmen* erstellt werden müssen, wird der verantwortungsbewußte Vermessungsfachmann die Kombination der Kraftwerkvermessung mit der amtlichen Vermessung anstreben.
4. Für den *Landerwerb* bieten die amtlichen *Grundbuchpläne 1:5000 bis 1:500* die zuverlässigste Grundlage. Wo sie noch fehlen, ergibt ihre Erstellung im Zusammenhang mit dem Landerwerb die zweckmäßigste und billigste Lösung.

Im Blick auf einheitliche geodätische Grundlagen und auf die Wahl der geeignetsten Vermessungsmethoden ist an weitere Aufgaben des Vermessungsingenieurs bei der Schaffung von Unterlagen für den Kraftwerkbau zu denken:

5. Die *Absteckung* der Talsperren, Mauern, Wasserzuleitungen, Wasserschlösser, Maschinenhäuser, Straßen, Seilbahnen, Kraftleitungen aus den Projektplänen in das Gelände.

6. *Profilmessungen im Stauraum* in größeren Zeitabständen zur Überwachung der Geschiebeablagerung der Zuflüsse im Staubecken.
7. *Kubaturenermittlungen* und im Zusammenhang damit die *photogrammetrische Bauregistratur*, die beim späteren Auftreten von Bauschäden gestattet, ausmeßbare Rückschlüsse auf die Ursachen an den unzugänglich gewordenen Baustellen (Fundamentbauten!) zu ziehen.
8. Wiederholte *Deformationsmessungen an Staumauern* nach Triangulations- und Polygonometrieverfahren zur Kontrolle der Standsicherheit und Messung der Spannungs- und Verformungszustände einer Talsperre und des benachbarten Untergrundes.

Um die einfachsten Zusammenhänge zu wahren und Irrtümer und Fehler nach Möglichkeit zu vermeiden ist zu fordern, daß sämtliche Ausgangspunkte, Absteck- und Kontrollpunkte in *einem und demselben Koordinatensystem* gerechnet werden und für alle Höhenangaben ein *einheitlicher Ausgangshorizont* verwendet wird. Da die amtlichen Landeskarten, Übersichts- und Grundbuchpläne auf dem gleichen vorgeschriebenen Projektions- und Koordinatensystem und dem gleichen Höhenhorizont beruhen, in dem auch die amtliche Triangulation I.—IV. Ordnung gerechnet ist, da ferner in der Regel kein Grund besteht, ein anderes Koordinaten- und Höhensystem zu wählen, wird in allen Fällen und für alle vermessungstechnischen Operationen am besten das *Koordinaten- und Höhensystem* der im Baugebiet liegenden *amtlichen Triangulationspunkte* übernommen. Dabei ist sich der Vermessungsingenieur bewußt, daß er die vom Staat gelieferten Koordinaten- und Höhenwerte kritisch zu verwenden hat. Für den Anschluß von *topographischen Aufnahmen* für die Projektierung sind sie vollkommen, sofern die in den Talhängen im Boden versicherten Triangulationspunkte seit der Erstellung der Triangulation ihre Lage nicht abnormal verändert haben. Es ist eine in unserem seit Jahrzehnten genau und dicht triangulierten Lande gewonnene bittere Erkenntnis, daß die auf Gratlinien und Felsbändern liegenden Punkte die Lage nicht verändern, während die in den Talhängen versicherten *Punkte mit ihrem Umgelände abwärts rutschen*. Bewegungsgrößen von 1 bis 2 cm pro Jahr sind nicht außergewöhnlich. Es gibt überhaupt keine Fixpunkte im strengen Sinne des Wortes; sogar die für Deformationsmessungen an Talsperren verwendeten, auf Felsen in der Nachbarschaft mit Pfeilern versicherten Ausgangspunkte sind um Millimeter beweglich und die Kunst des Vermessungsingenieurs geht darauf aus, mit der periodischen Wiederholung der Messungen die geologisch stabilsten Ausgangspunkte herauszufinden und den nächsten Beobachtungs-, Berechnungs- und Ausgleichsplan auf sie abzustützen.

Jedenfalls wird die von der Natur auferlegte Unvollkommenheit der vorliegenden amtlichen Triangulation schon für die Absteckung von Stollen unannehmbar. Der Vermessungsingenieur, der für Absteckungen über größere Distanzen ohnehin über die mathematischen



Bild 1 Kurzstart-Vermessungsflugzeug der Eidg. Vermessungsdirektion, Baumuster TWIN PIONEER der Scottish Aviation Ltd. Langsam fliegender Hochdecker mit 2040 kg Zulademöglichkeit und 6400 m ü. M. Gipfelhöhe (Fabrikaufnahme)

Verzerrungsverhältnisse im Triangulationsnetz hinlänglich orientiert sein muß, wird, um den da und dort wahrscheinlich zu hoch geschraubten Genauigkeitsanforderungen des Bauingenieurs zu genügen, dennoch auf die amtliche Triangulation abstellen, als Ausgangspunkte aber Punkte auf Gräten und Felsbändern wählen und die benötigten Übertragungs- und Anschlußpunkte für die Absteckung durch neue Messungen, Koordinaten- und Ausgleichsrechnungen neu bestimmen. Er bleibt so trotz der Bereinigung der Grundlagen im Koordinaten- und Höhensystem der Projektionspläne und hat auch den in den Plänen liegenden Maßstab des Landesnetzes übernommen, auf den er nur um den hohen Preis einer eigenen Basismessung mit Übertragungsnetz verzichten könnte.

Wer den (trotz allen ihren naturgegebenen Unvollkommenheiten) hohen Wert und die wesentlichen Vorteile unserer modernen und *einheitlichen geodätischen Grundlagen* für die Projektierung, Ausführung und Überwachung ausgedehnter Bauten eressen will, hält am besten Umschau in Baugebieten, wo diese Grundlagen fehlen. Ein sprechendes Beispiel liefern die Bauerfahrungen der New York Porth Authority, die in ihrem Gebiet mit 12 herkömmlichen Koordinatensystemen zu tun hat. Die Unsicherheit, auf welches System Projektangaben bezogen sind, hat dort schon viel Ärger, Zeit und Geld gekostet.

Neben den einheitlichen geodätischen Grundlagen und den vorhandenen Landeskarten und Übersichtsplänen hat die *Entwicklung der Photogrammetrie als Vermessungs- und Kartierungsmethode* der Bereitstellung topographischer Unterlagen für Wasserbauten die wirkungsvollsten Dienste geleistet. Die Photogrammetrie hat die herkömmlich für topographische Aufnahmen geeignetste *Meßtischmethode* auf die dicht bestockten Waldgebiete *zurückgedrängt*, wo die dichte Vegetation den Einblick auf die Geländeformen verwehrt.

Für die photogrammetrische Kartierung der topographischen Pläne wird die aufzunehmende Zone mit der besondern, hochentwickelten *Meßkamera* photographisch aufgenommen, aus kürzerer Distanz für Pläne

im größeren Planmaßstab und bei erhöhten Genauigkeitsanforderungen, aus größerer Distanz für kleinere Planmaßstäbe und bei verminderten Genauigkeitsanforderungen. Es handelt sich dabei um die *Aufnahme von Stereobildpaaren*, wobei allerdings der Abstand der Aufnahmeorte nicht wie in der Amateurstereophotographie gleich dem Augenabstand (68 mm), sondern zur Übertreibung der Tiefenwahrnehmung im Stereobild und Erhöhung der Ausmeßgenauigkeit $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{2}$ der Aufnahmedistanz gewählt wird. Die beiden Negative eines Stereomeßbildpaars werden nach den Lehren der Stereophotogrammetrie in einem *Stereoautographen* einjustiert, womit der Vermessungsfachmann ein in sein Bureau verlegtes Stereobildmodell des Geländes erhält, das er nun im trockenen, warmen Bureau so gut ausmessen kann, wie er bisher unter den Unbilden der Witterung das Gelände mit dem Meßband, Theodoliten, Tachymeter und Meßtisch ausgemessen hat. Der *Stereoautograph* ist zugleich ein *Analogie-Rechenggerät* mit *automatischer Aufzeichnung der Resultate*, so daß die mit einer Meßmarke im Stereobild eingestellten Geländepunkte oder verfolgten Geländelinien direkt in dem auf dem Zeichentisch des Stereoautographen entstehenden Plan auf $\frac{1}{10}$ mm genau aufgezeichnet werden. Die Vorteile des Verfahrens sind offensichtlich. Es werden nicht mehr einzelne Punkte gemessen und die Geländelinien zwischen die Aufnahmepunkte interpoliert, sondern die Geländelinien — Wasserläufe, Kulturgrenzen, Verkehrswege, Gebäudelinien, Höhenkurven, Geländeprofile usw. — werden kontinuierlich als *Reihe unendlich*

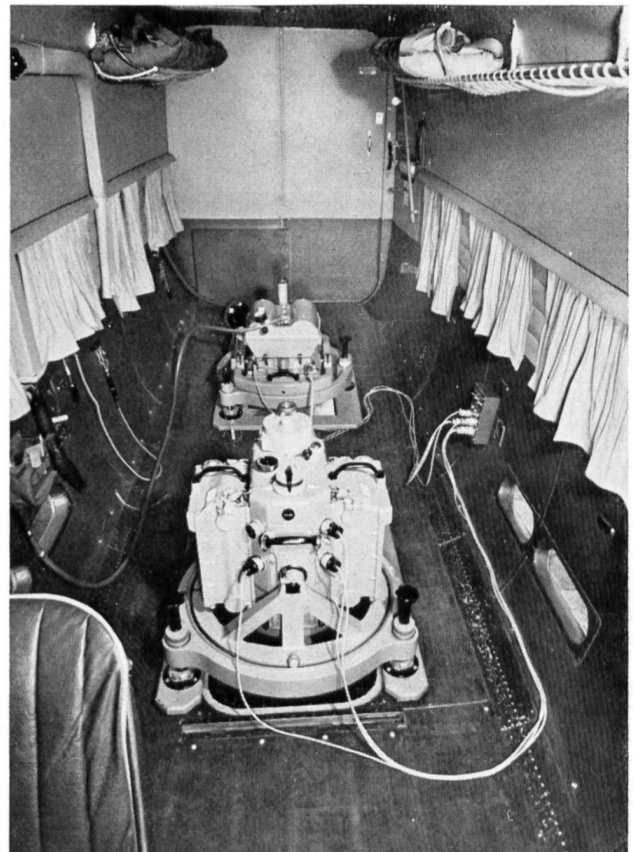


Bild 2 Im Flugzeug eingebaute Reihenbildkammern Wild RC5 (Film) und RC7 (Platten) für Simultanbedienung (Aufnahme; DMP)

vieler eingemessener Punkte direkt kartiert. Die topographischen Pläne sind damit genauer und naturgetreuer geworden, was die projektierenden Ingenieure sofort als wesentliche *Qualitätsverbesserung* erkannten. Die Feldarbeiten werden erheblich abgekürzt, womit im Verein mit der automatischen Kartierung entscheidende *Abkürzungen der Erstellungsfristen* ermöglicht werden. Viele Bauingenieure haben die üble Gewohnheit, die topographischen Aufnahmen erst dann zu bestellen, wenn sie mit dem Projektieren beginnen müssen. Mit gutem Willen werden heute in erstaunlich kurzen Fristen photogrammetrische Ingenieurpläne erstellt. Die Projektierungsbureaux mit Erfahrung lassen in der guten Jahreszeit in großzügigem Umfange Meßbilder aufnehmen, damit in der Projektierungsperiode auch im Winter für neu auftretende Projektierungsvarianten rasch die topographischen Pläne am Stereoautographen kartiert werden können.

Damit sind aber die Vorteile der photogrammetrisch erstellten Ingenieurpläne noch nicht vollständig aufgezählt. Es muß kein Meßgehilfe mit der Distanzlatte mehr im Gelände herumgeschickt werden: Über die unzugänglichen Felswände, Baugruben, Sumpfböden können im Stereobildmodell am Autographen ebenso zuverlässig Höhenkurven oder Geländeprofile eingemessen und automatisch kartiert werden wie im betretbaren Gelände. Die Projektierung in Felswänden, die Kubaturenbestimmung, Baustadienregistratur, die Ermittlung der Geländeprofilveränderungen im Stauraum gewinnen durch die Ausmeßbarkeit unzugängli-

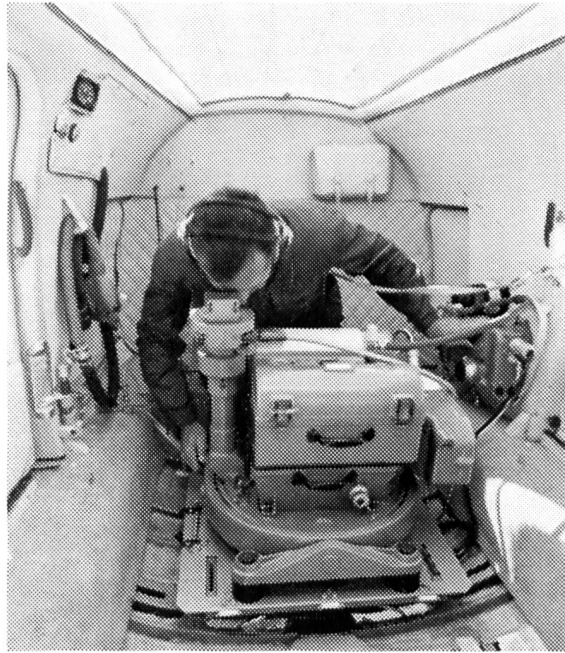


Bild 3 Reihenbildkamera Wild RC8, eingebaut im Vermessungsflugzeug Do-27 der Swissair (Aufnahme: Swissair-Photo AG)

cher Geländepartien wesentlich an Zuverlässigkeit und Genauigkeit. Neben den topographischen Plänen stehen dem projektierenden Ingenieur nun auch *Meßbil-*

Bild 4 Baugruben Talsperre Val Nalps, aufgenommen mit der Reihenbildkamera Wild RC7a, $f = 100$ mm, Flughöhe 700 bis 900 m über Boden (Aufnahme: Eidg. Vermessungsdirektion)



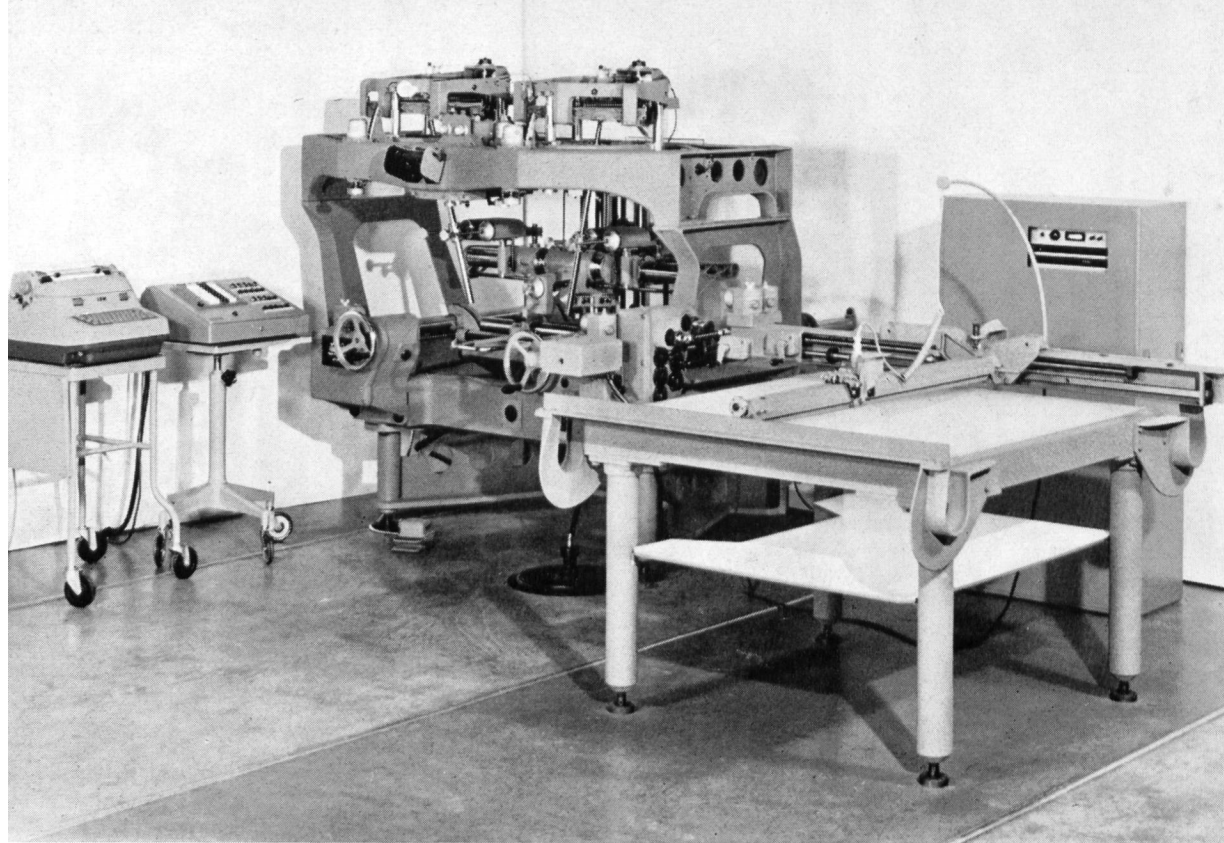


Bild 5 Stereograph A7 der Wild Heerbrugg AG mit Koordinatograph-Zeichentischen, Koordinatenregistrierwerk und elektrischem Koordinatenrechner (Aufnahme: Wild AG)

der und Stereobilder mit ausgeprägter Überplastik zur Verfügung. Die Projektierung gewinnt in der Hand desjenigen, der gelernt hat, diese neuen Arbeitsmittel auszuwerten, wesentlich an Zuverlässigkeit und Sicherheit. Das Meßbildstereoskop gehört heute wie der topographische Plan auf den Tisch des projektierenden Ingenieurs.

Die möglichst weitgehende Auswertung der Meßbilder hat zuerst Dr. Helbling veranlaßt, neben der vermessungstechnisch-topographischen auch die simultane geologische Verarbeitung der Geländebilder einzuführen und damit eine neue, leistungsfähige, mit *Photogeologie* bezeichnete Arbeitstechnik¹ zu begründen.

In der Anwendung auf die Ingenieurbauvorarbeiten — das Hauptanwendungsgebiet der Photogeologie ist die Exploration der Bodenschätze — geht es darum, während der ingenieurgeologischen Untersuchung im Felde die Befunde (Bruch- und Kluftsysteme, Schubflächen und Gesteinsschichten mit ihren Grenzlinien usw.) in Vergrößerungen der Meßbilder einzutragen und später am Stereographen neben den topographischen auch die geologischen Linien zu kartieren. Es braucht hier nicht weiter ausgeführt zu werden, welche Bereicherung und Rationalisierung die Unterlagenschaffung für Wasserbauten durch die gleichzeitige und gleichermaßen zuverlässige Kartierung der Topographie und Geologie erfährt. Die günstigste Wirkung hat eine innige Zusammenarbeit des Bauingenieurs, Vermessungsingenieurs und Geologen zur Voraussetzung, die bei der in unserem Lande üblichen Pflege der Individualität kaum überall erreicht werden wird.

In den ersten Jahrzehnten der modernen Stereophotogrammetrie wurden die Meßbilder mit dem Phototheodoliten von Bodenstationen vom Gegenhang aus

aufgenommen. Diese *terrestrische Photogrammetrie* ist heute fast vollständig durch die noch rationellere *Luftphotogrammetrie* verdrängt worden, für die besondere *Fliegermeßkammern* entwickelt und in *Vermessungsflugzeuge* eingebaut wurden, damit die Meßbilder von den günstigsten Orten im Luftraum aus aufgenommen werden können. Seit 1927 hat die Schweizerische Grundbuchvermessung mit stetig wachsendem Erfolg Übersichts- und Grundbuchpläne zuerst im Maßstab 1:10 000, dann mit der Höherentwicklung der Instrumente und Verfahren in den Planmaßstäben 1:5000, 1:2000, 1:1000 luftphotogrammetrisch erstellt; damit waren die Wege geöffnet für eine stetig zunehmende Anwendung der Luftphotogrammetrie auch für die Erstellung topographischer Pläne für Ingenieurbauten. Der *Bau von Talsperren* im Gebirge bietet noch einige von den wenigen Gelegenheiten für die erfolgreiche Anwendung auch noch der *terrestrischen Photogrammetrie*, da hier in der Regel die beiden frontal einander gegenüberliegenden Talhänge vorliegen, die für eine günstige Disposition der Aufnahmebasen und Phototheodolitstandpunkte vorhanden sein müssen. Werden die Phototheodolitstandpunkte im Gelände versichert, dann können sie mit dem Baufortschritt immer wieder benützt werden, zuerst für die *Projektierungstopographie*, dann für die *Baugrubenausmessung*, endlich für die *photogrammetrische Bauregistrierung*. Es kann beim späteren Auftreten von Mauerschäden sehr interessant und wichtig werden, die Aufstandflächen der Sperre und alle übrigen im Verlaufe des Baues entstandenen Auflagerflächen der Betonierung an den konservierten Stereobildmodellen untersuchen und ausmessen zu können. Diese Aufgaben können heute auch luftphotogrammetrisch gelöst werden, da die im Gebrauch stehenden langsam fliegenden Vermessungsflugzeuge gestatten, die Fliegermeßkamera genügend nahe an die Aufnahmeobjekte heranzubringen.

¹ Dr. Rob. Helbling: Photogeologische Studien. Orell Füßli, Zürich, 1949.

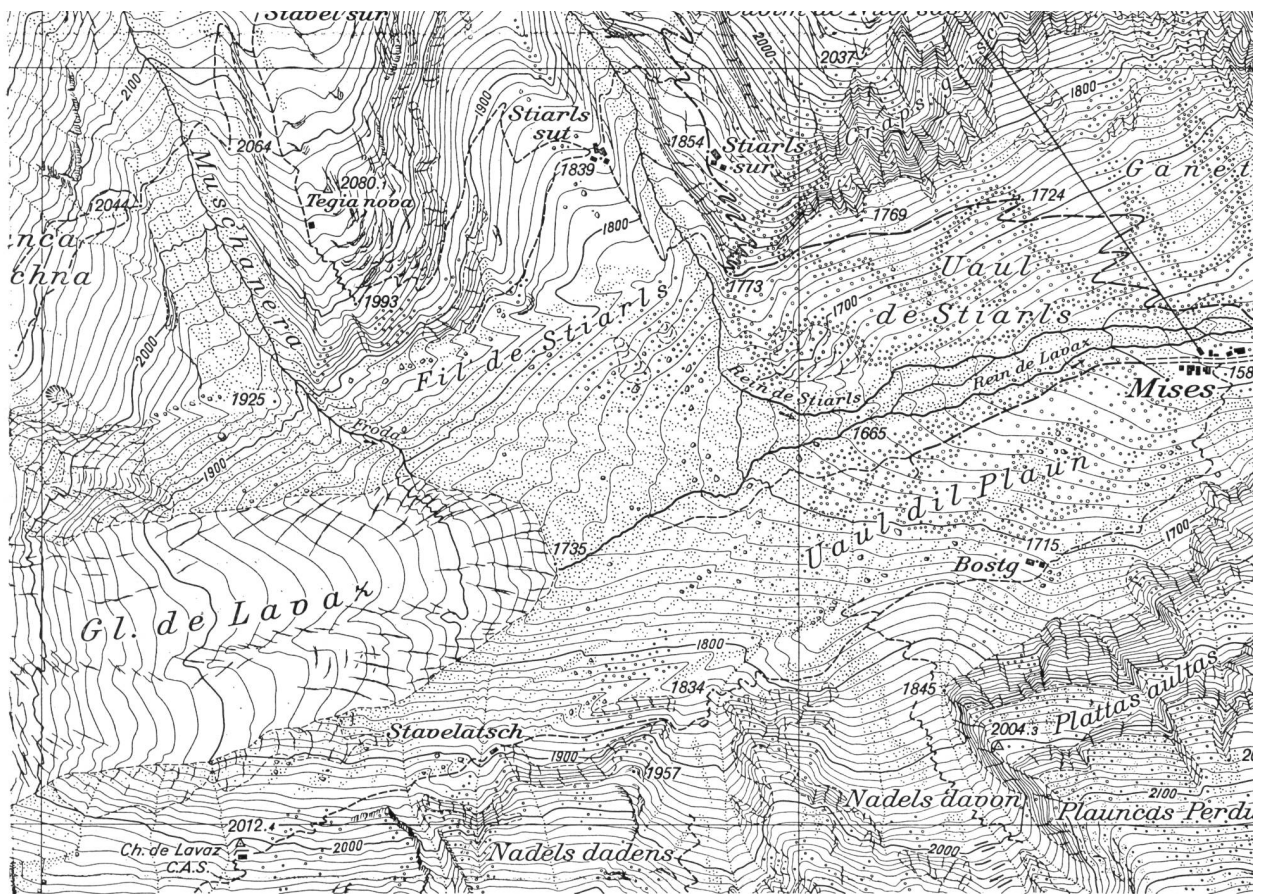
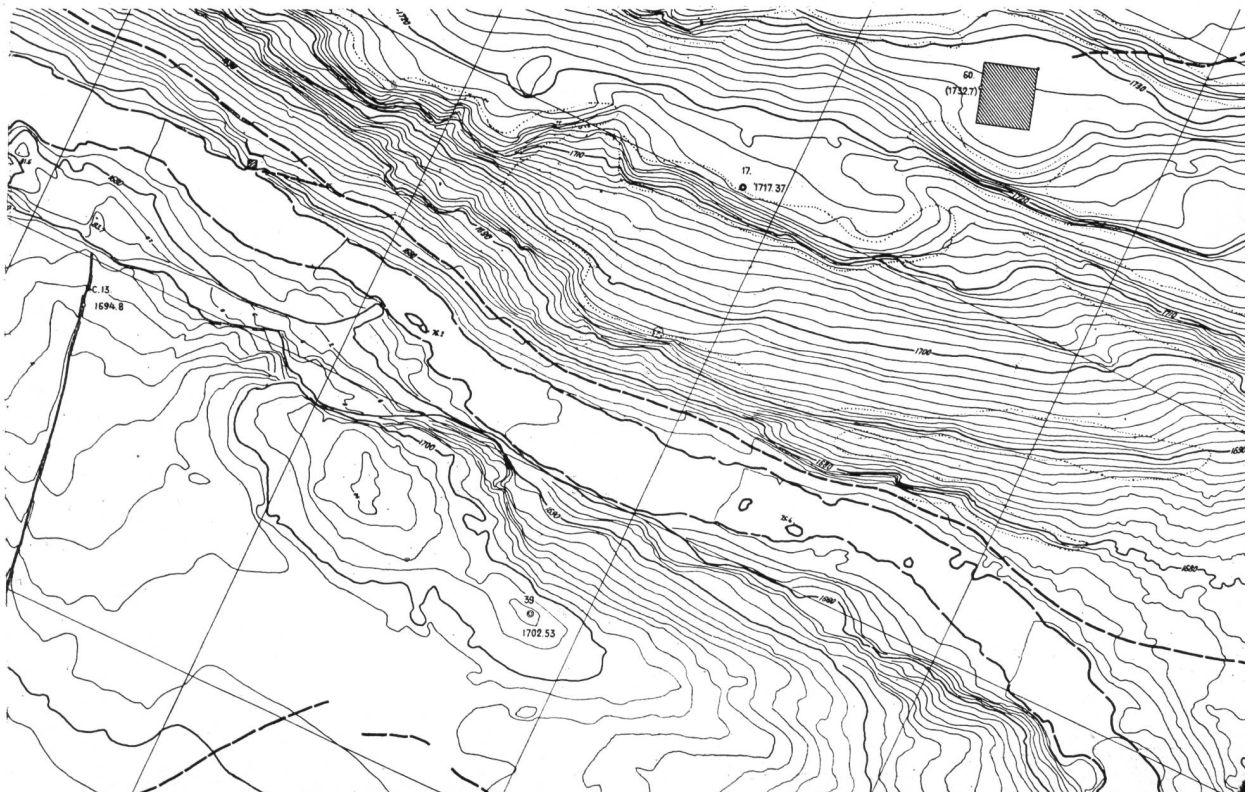


Bild 6 Übersichtsplan 1 : 10 000 der Schweiz. Grundbuchvermessung

Die Ausrüstungen für die Befliegung für topographische Unterlagen für Wasserbauten sind in unserem Lande vorhanden. Die Eidg. Landestopographie und die Eidg. Vermessungsdirektion unterhalten in Verbindung mit der Direktion der Militärflugplätze Dübendorf *Vermessungsflugdienste*, in denen allerdings nur der langsam fliegende, zweimotorige Hochdecker der Vermessungsdirektion (Baumuster Twin Pioneer der Scottish Aviation Ltd) gestattet, für *Großmaßstabphotogrammetrie* mit der wünschbaren Flugsicherheit nahe genug an die Aufnahmeobjekte zu gelangen.

Dazu unterhält die «Swiſair Photo AG» in Zürich einen Vermessungsflugdienst mit einem langsam fliegenden einmotorigen Hochdecker (Baumuster Do-27 der Dornierwerke München). Es ist gegeben, daß die Vermessungsflugzeuge des Bundes für die Vermessungsaufgaben des Bundes, dasjenige der Swiſair Photo AG für die Ingenieurphotogrammetrie und für Privataufträge eingesetzt werden, wobei selbstverständlich die Möglichkeiten gegenseitiger Aushilfen ausgenutzt werden sollen.

Bild 7 Ausschnitt aus einem luftphotogrammetrisch kartierten topographischen Plan 1 : 1000 mit Höhenkurven von 1 m Äquidistanz als Unterlage für ein Talsperrenprojekt



Für die photogrammetrischen *Auswertarbeiten* und die damit in Verbindung stehenden geodätischen und topographischen Verrichtungen stehen in der Schweiz 10 private *Photogrammeterbureaux* zur Verfügung, die von sehr sachkundigen Vermessungsfachleuten geleitet und mit modernen Geräten und Instrumenten ausgerüstet sind, die entsprechend dem hohen Stand des schweizerischen Vermessungswesens durchwegs auf hohe Qualität ihrer Arbeitsergebnisse halten.

Die Übersicht führt zurück auf den unter Leitung des Bundes ebenfalls von den privaten Vermessungsbureaux erstellten *Übersichtsplan der Schweizerischen Grundbuchvermessung*, der ja als topographische Unterlage für Wasserbauten eine besondere Rolle spielt und allgemein bei größeren Tiefbauten kaum je unbenutzt bleibt. Zum Unterschied von den Kataster- und Detailvermessungen der meisten Kulturstaaten werden im schweizerischen Rechtskataster nicht nur lagemäßig die Liegenschaften mit ihrem Zubehör vermessen und kartiert, sondern auch die *Höhenverhältnisse aufgenommen* und die dreidimensionale Bodengestaltung im Einheitsmaßstab 1:5000 (Flachland) und 1:10 000 (Berggebiete) kartiert. Die Schöpfer der Schweizerischen Grundbuchvermessung wollten damit in weitsichtiger Weise die Detailvermessung ausnützen, um mit wenig Mehrkosten der Landestopographie eine zuverlässige topographische Aufnahme für die Erstellung und den Unterhalt der Landeskarten zu bieten und dar-

über hinaus dem Bauingenieur, Förster, Kulturtechniker, Geographen, Geologen und Planer ein ausgezeichnetes topographisches Werkzeug in die Hand zu geben. Mit dieser Geländeaufnahme durch Höhenkurven von 10 m Äquidistanz (Zwischenkurven 5 m) ist eine *topographische Grundkarte* entstanden, die von der Landestopographie mit der Entstehung verifiziert und übernommen wird und im übrigen weitgehend topographische Sonderaufnahmen für Sonderzwecke, z. B. für Wasserbauten, ersparen läßt. Der Übersichtsplan liegt heute über 80 Prozent des Landes vor; es fehlen noch die Aufnahmen über einige Gebirgszonen der Kantone Bern, Graubünden und Wallis. Die kantonalen Vermessungsämter besorgen nach den Weisungen der Eidgenössischen Vermessungsdirektion die einfarbige Reproduktion des Übersichtsplanes, damit Plankopien den Verwaltungen des Bundes, der Kantone und der Gemeinden zur Verfügung gestellt und auch privaten Interessenten gegen Entrichtung einer der Verwendung angemessenen Benützungsentuschädigung abgegeben werden können.

Für die Projektierung von Wasserbauten haben die Bauingenieure den Übersichtsplan sehr schätzen gelernt. Die Eidgenössische Vermessungsdirektion hat darum im Einvernehmen mit dem zuständigen kantonalen Vermessungsamt überall, wo sie über bevorstehende Projektierungsarbeiten unterrichtet wurde, die beschleunigte Erstellung des ohnehin einmal auszufüh-

Bild 8 Talsperre Zervreila, aufgenommen mit der Reihenkamera Wild RC7a, $f = 100$ mm, Flughöhe 700 m über Boden (Aufnahme: Eidg. Vermessungsdirektion)



renden Übersichtsplanes eingeleitet. Man suchte der Erfahrungslehre «Vermesse in der Zeit, dann hast du die Pläne in der Not» nachzuleben und muß es dennoch oft erleben, daß bei der da und dort überstürzten Folge von Projektieren und Bauen die Übersichtspläne 1:10 000 unausgearbeitet vom Stereoautographen abgeholt, um in der Reproduktionsanstalt auf Vergrößerungen 1:5000 vervielfältigt zu werden. Der topographische Inhalt steht höher im Kurs als eine gepflegte zeichnerische Ausführung, und da die Stereobildpaare auch zur Verfügung stehen — der Übersichtsplan wird heute nur noch luftphotogrammetrisch erstellt —, kommt der Wasserbauingenieur in kürzester Frist in den Besitz der notwendigsten Projektierungsunterlagen. Dabei handelt es sich meistens um weiträumige Planbereiche, die auch morphologische, hydrologische und geologische Studien über größere Berührungsgebiete ermöglichen. Darin übertrifft der Übersichtsplan in der Regel die Eigenaufnahmen der Kraftwerkgesellschaften, die oft nur kleineren Umfanges sein können. Die Vermessungsfachleute freuen sich, daß sie in den verflossenen 15 Jahren mit der raschen Bereitstellung topographischer Unterlagen oft wirksam zur Abkürzung der Projektierungszeit beitragen konnten.

Soll in einem Tal, über das der Übersichtsplan noch nicht vorliegt, geplant und projektiert werden, dann ist zu raten, möglichst früh mit dem zuständigen kantonalen Vermessungsamt oder mit der Eidgenössischen Vermessungsdirektion für eine *beschleunigte Übersichtsplanaufnahme* Verbindung aufzunehmen. Es sind so aus der Kombination der amtlichen Vermessung mit kraftwerkeigenen Aufnahmen für beide Teile technisch, zeitlich und finanziell günstige Lösungen möglich. Das geltende Vermessungsrecht auferlegt 80 Prozent der Kosten der Übersichtsplanaufnahmen in Berggebieten dem Bund und 20 Prozent den Kantonen und Gemeinden. Die Gebirgsübersichtsplanaufnahme belastet ja in der Regel finanzschwache Kantone und Gemeinden, die im gegebenen Fall mit den Kostenanteilen der Kraftwerke etwas von ihren Vermessungsauslagen entlastet werden können. Diese Hilfe wird von den Berggemeinden sehr geschätzt.

Die Vermessung ist nie Selbstzweck, sondern immer Dienst am Recht, an der Technik und Wirtschaft. Die Bereitstellung der topographischen Unterlagen für Wasserbauten ist ein erfreuliches Kapitel in der Anleitung für Vermessungsfachleute, «möglichst viel Nutzen zu stiften».

Sondages et injections

J. Descocudres, Ing. en chef de Swissboring S. A., Zurich.

DK 550.8 + 624.138

Retracer de façon tant soit peu complète l'évolution de la technique des sondages et des injections au cours des 50 dernières années dépasserait largement le cadre de cet exposé; aussi nous nous limiterons aux grandes lignes du sujet et au seul domaine des barrages.

I. Introduction

Bien avant le développement des aménagements hydro-électriques, on construisait déjà des barrages soit pour l'irrigation, soit pour la protection contre les inondations.

On connaît des barrages de près de 20 m de hauteur construits par les anciens Chinois et Hindous ainsi que par les Romains et le barrage de Tibi élevé par les Hispano-arabes, à la fin du 16^e siècle près d'Alicante détint durant près de trois cents ans le record de hauteur avec ses 42 m.

Dès la fin du 19^e siècle, le nombre, la hauteur et la hardiesse des constructions augmentent et le record de hauteur passe rapidement des 55 m du barrage de Furens (France 1866) aux 222 m du Hoover-Dam (USA 1937) et aux 237 m du barrage de Mauvoisin (Suisse 1958). Des barrages encore plus hauts sont actuellement en construction: Vajont (Italie) 266 m et Grande Dixence (Suisse) 284 m.

En Suisse on peut suivre étape par étape l'évolution des barrages «rigides» et les barrages du Wägital (1925 — type poids — hauteur 110 m), du Grimsel-Spitalamm (1932 — poids-voûte — 114 m), de Mauvoisin (1958 — voûte — 237 m) et bientôt de la Grande Dixence (1961 — poids — 284 m) ne le cèdent en rien aux grandes réalisations des autres pays. Nos barrages en terre, moins nombreux, ne sont pas des ouvrages

d'avant-garde mais illustrent néanmoins le développement de cet autre type de barrage, ce sont entre autres les barrages de Klöntal (1908 — 22 m), de Bannalp (1937 — 30 m), de Marmorera (1955 — 70 m) et bientôt de Göscheneralp (1961 — 155 m).

Ce n'est qu'à partir des dernières décades du siècle dernier que la construction des barrages sortit de l'empirisme et que se développèrent des méthodes de calcul de plus en plus raffinées complétées par des méthodes d'essais portant soit sur le comportement statique des ouvrages, soit sur la qualité des matériaux les constituant; simultanément apparurent dans de nombreux pays des prescriptions plus ou moins sévères destinées à garantir la sécurité des constructions.

Mais si le calcul d'un barrage se base sur des hypothèses relativement sûres et contrôlables il n'en est pas de même du problème de ses fondations. Les normes italiennes de 1886 n'autorisaient la construction d'un barrage qu'à condition que le terrain de fondation soit «stable, résistant et imperméable», mais où la nature répond-elle absolument à cette triple exigence?

«Elever un barrage, c'est faire une expérience». Cette phrase qu'écrivait il y a quelque 30 ans le regretté professeur Lugeon garde encore toute sa signification, tant il est vrai que chaque barrage est un cas particulier et ceci tout spécialement en ce qui concerne ses fondations.

Dans l'énorme majorité des cas «l'expérience» a réussi, mais pour tous ceux qui projettent et construisent des barrages, le souvenir des «expériences» qui ont provoqué des catastrophes est présent.

Or on constate que plus du 80% des barrages «rigides» emportés ne l'ont pas été par suite d'un défaut