

Entwicklungen im Bau von Staudämmen

Autor(en): **Rambert, O. / Würth, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **83 (1965)**

Heft 43: **Prof. G. Schnitter zum 65. Geburtstag, 2. Heft**

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-68296>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

marge pour le développement futur, alors que ce dernier s'est effectué dans une autre direction.

«Voir grand» n'est pas tellement «faire grand» que savoir ménager des possibilités de développement futur. Les Américains l'ont bien compris, lorsqu'ils construisent des lignes électriques sur poteaux bois pour une durée de 10 à 15 ans. «Voir grand», c'est souvent construire du provisoire ou du transformable. Nous retombons ainsi dans le problème des pointes, car ce sont elles qui, rapidement, rendent nos solutions trop petites. Mais peut-être sera-t-il bon qu'il en soit ainsi, que

les pointes ne puissent se développer sans retenue, qu'un plafond leur soit imposé, un goulet d'étranglement qui les forcera à s'étaler.

L'ingénieur projeteur doit être conscient des limites de son projet et savoir que quoi qu'il fasse, un jour une pointe, exceptionnelle ou non, le trouvera en défaut. Il se doit d'éclairer son client et le public sur les restrictions qui alors s'imposeront.

Adresse de l'auteur: *André Koechlin*, ingénieur, administrateur délégué de la Société Générale pour l'Industrie, 1211 Genève 11.

Entwicklungen im Bau von Staudämmen

DK 627.824.31

Von **O. Rambert**, dipl. Ing., Direktor, und **W. Würth**, dipl. Ing., Elektro-Watt Ingenieurunternehmung AG, Zürich

Hierzu Tafeln 31—34

Versucht man einen Überblick über die Entwicklung im Dammbau zu gewinnen, so kann man nicht übersehen, dass die ersten Talsperren, von denen wir Kenntnis haben, Dämme waren, die schon in vorchristlichen Zeiten erstellt wurden, so Erddämme in Mesopotamien, in Ägypten und besonders zahlreich in Indien. Von den Römern wurden hauptsächlich Staumauern aus Mauerwerk erstellt, aber auch als Kombination aus Mauerwerk mit Erdschüttung. Alle diese Talsperren dienten in erster Linie zur Speicherung von Wasser für Bewässerungszwecke und für die Wasserversorgung von Städten, zum Teil auch gleichzeitig als Hochwasserschutz. Als gegen Ende des letzten Jahrhunderts der Bau einer grossen Anzahl von Talsperren im Zeichen des Kraftwerkbaues einsetzte, wurden in Europa hauptsächlich Betonstaumauern erstellt. Der Grund dazu ist wohl vor allem darin zu finden, dass sowohl ihre Berechnung als auch ihr Bau beherrscht wurden. In den Vereinigten Staaten wurden aber immer schon Erd- und Steindämme erstellt, weil die örtlichen Gegebenheiten – breite Täler, relativ geringe Stauhöhe, ungünstige Fundamentverhältnisse für eine Mauer – einen wirtschaftlicheren Dammbau ermöglichten.

Dammbrüche mit verschiedenen Ursachen führten dann zu genaueren Forschungen und Untersuchungen, so dass heute die Grund-

regeln der Bodenmechanik, welche sich erst nach 1920 zu entwickeln begann, allgemein bekannt sind und die Grundlagen für die sichere und wirtschaftliche Dimensionierung eines Erd- oder Steindammes liefern.

Auch in der Schweiz, deren Topographie und Hydrologie eher den Bau von Schwergewichts- und Bogenstaumauern begünstigen, sind Erd- und Steindämme erstellt worden. Neben einigen kleineren Dämmen, z. B. für Ausgleichbecken, seien genannt der *Staudamm Castilietto* des Juliawerkes Marmorera, erstellt in den Jahren 1952 bis 1954, der *Staudamm Göschenalp*, erstellt von 1955 bis 1959 und der gegenwärtig im Bau befindliche *Staudamm Mattmark* im hinteren Saatal im Wallis (1960 bis 1966).

In diesem Aufsatz seien die *Erfahrungen und Beobachtungen*, die bei *Projektierung und Bau* dieser beiden letztgenannten Dämme *Göschenalp* und *Mattmark* sowie des Staudammes *Pinios*, der unter der Oberbauleitung der Elektro-Watt in Griechenland erstellt wird, gesammelt wurden, zusammengefasst und kommentiert. Die Verwirklichung dieser drei Bauwerke ist mit der grossen Erfahrung von Professor Schnitter, dem diese Sondernummer gewidmet ist und der als beratender Ingenieur und als Experte an deren Ausführung beteiligt ist, eng verbunden.

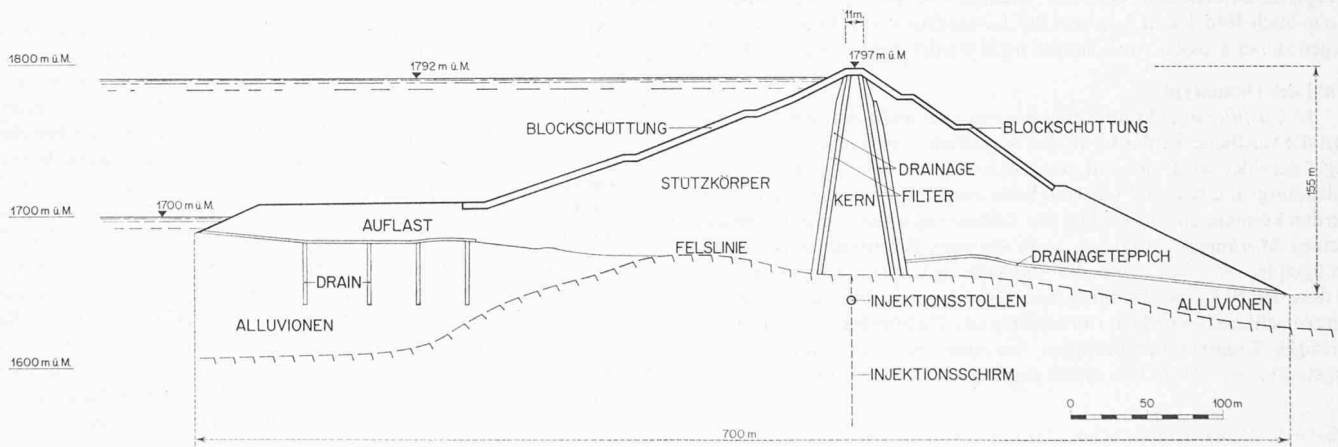


Bild 1 a. Querschnitt des Staudammes Göschenalp 1:5000

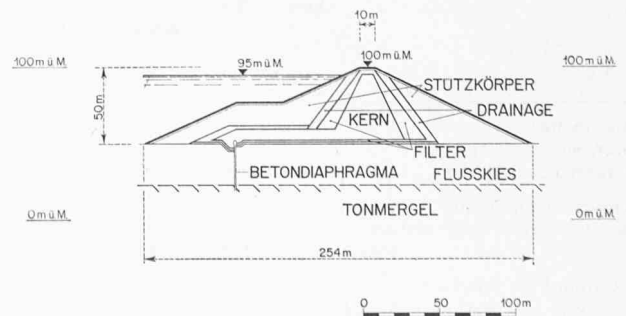
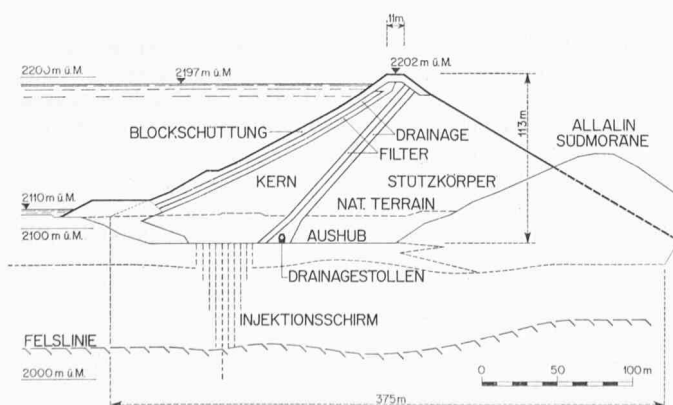


Bild 1c. Querschnitt des Staudammes Pinios 1:5000

Bild 1 b. (links) Querschnitt des Staudammes Mattmark 1:5000

Bild 2a. Längsschnitt des Staudammes Göschenalp 1:5000

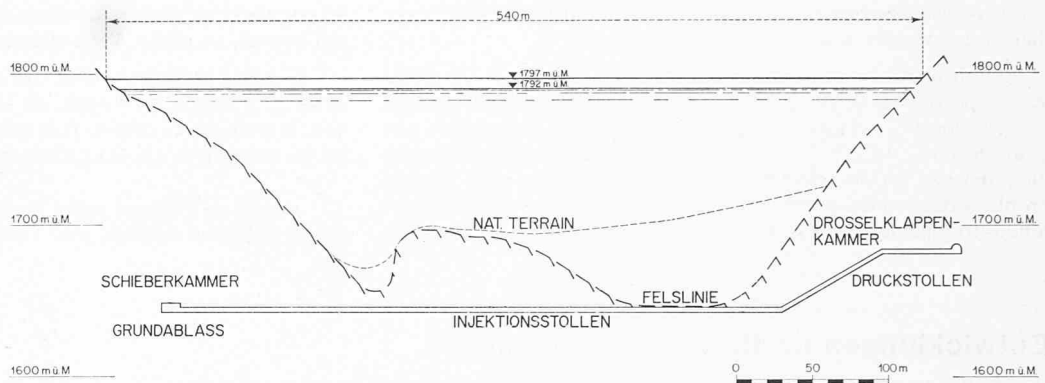
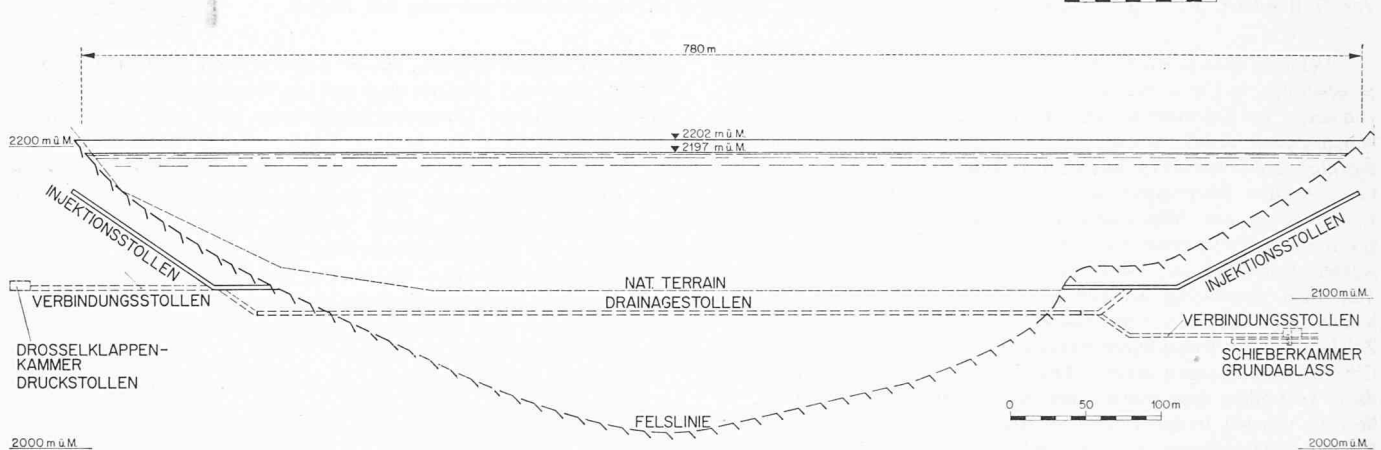


Bild 2b (unten). Längsschnitt des Staudammes Mattmark 1:5000



Im übrigen sei es uns erlaubt, die *Charakteristiken* der Dämme Göschenalp, Mattmark und Pinios mit denjenigen des Staudammes Castilietto zu vergleichen, der als erster grosser Damm in der Schweiz unter Leitung von Oberingenieur Zingg, Chef des Büros für Wasserkraftanlagen der Stadt Zürich, erstellt wurde. Ein Vergleich der Hauptcharakteristiken der vier Staudämme ist aus der Tabelle 1 (siehe auch Bild 1 und 2, wobei der Längsschnitt von Pinios in Bild 2 wegen seiner grossen Ausdehnung nicht wiedergegeben ist) ersichtlich.

Wahl des Dammtyps

In *Castilietto* [1] konnte eine Betonmauer nicht in Frage kommen, weil die westliche Talflanke an der Sperrstelle durch einen Bergrutschkegel gebildet wird, der mit einer Mächtigkeit von 130 m über dem Felsuntergrund liegt. Im weiteren hatte durch Sondierungen festgestellt werden können, dass im Gebiet des Talbeckens selber sowohl lehmiges, dichtes Moränenmaterial wie auch steiniges Schutthalddenmaterial in genügenden Mengen nahe der Baustelle gewonnen werden konnte, so dass der Bau eines Dammes beschlossen wurde. Im unteren Teil des Bergrutschkegels wurde in Fortsetzung des Dichtungskernes ein zellenförmiges Eisenbetondiaphragma bis zum Anschluss an den Fels abgeteuft. Der obere Teil wurde mit Injektionen gedichtet. Ausser an

dieser westlichen Talflanke schliesst der Dichtungskern direkt an die Felsoberfläche an; der Fels wurde ebenfalls durch Injektionen behandelt. Auch der Stützkörper liegt zum grössten Teil auf Fels, und nur der wasserseitige Fuss der Dammböschung stützt sich auf tragfähigen Alluvionen auf, welche 12 m tief unter dem ursprünglichen Gelände angetroffen wurden.

Auf *Göschenalp* [2] waren es hauptsächlich wirtschaftliche Überlegungen, die zur Wahl eines Staudammes geführt haben; die Kosten einer Betonmauer waren rund 20–30 % höher veranschlagt worden. Für den Dichtungskern wurde das im Talboden gewonnene Material mit Opalinuston von Holderbank gemischt und aufbereitet, da auf der Göschenalp in der Umgebung der Dammbaustelle kein genügend dichtes, homogenes oder lehmhaltiges Material zu finden war (Bilder 3 und 4, Tafel 31). Der Kern schliesst an den Fels an, der Stützkörper liegt auf tragfähigem Untergrund (Bild 5, Tafel 31).

In *Mattmark* [3] war schon in den zwanziger Jahren die Erstellung eines Speicherbeckens erwogen worden. Das Projekt scheiterte jedoch an der Überdeckung des Felsuntergrundes mit Moränen- und Alluvionenmaterial. Diese Schichten, deren Mächtigkeit damals noch nicht genau festgestellt werden konnte, verunmöglichten den Bau einer Betonmauer. Erst das in den Jahren nach 1950 aufgegriffene Projekt eines Staudammes – unter Verwendung des in der Umgebung vorhandenen Moränenmaterials –, welches die Abdichtung des Untergrundes bis auf den Fels mit einem Injektionsschirm vorsieht, ermöglichte eine auch wirtschaftliche Ausnutzung der Wasserkraft. Auf den Bildern 6 und 7 (Tafeln 32 und 33), sowie 8 und 9 ist der heute im Bau befindliche Damm ersichtlich.

Der Staudamm *Pinios*, dessen Stausee Bewässerungszwecken dienen wird, weist im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Dämmen Tieflandcharakter auf (Bild 10 und 11, Tafel 34). Die Kapazität der Hochwasserentlastung ist dementsprechend auch grösser (Tabelle 2).

Der Bau eines Dammes war hier die einzige Möglichkeit eine Tal-sperre zu erstellen, da die geologischen Verhältnisse die Errichtung einer Betonstau-mauer nicht erlauben. Der Untergrund des Dammes wird durch feinkörnige fluviale Alluvionen von rd. 15 m Mächtigkeit

Tabelle 1. Hauptcharakteristiken der vier Staudämme Castilietto, Göschenalp, Mattmark und Pinios

Objekt	Bauherr	Fluss	Stau-kote mü. M.	Grösste Höhe m	Kro-nen-länge m	Damm-volu-men Mio m ³	nutzb. Stau-volu-men Mio m ³
Castilietto	Kanton Graubünden	Stadt Zürich	Julia	1680	89	400	2,7 60
Göschenalp	Kraftw. Kanton Uri	Gösche-ner AG	Reuss	1792	155	540	9,0 75
Mattmark	Kraftw. Kanton Wallis	Mattmark AG	Saaser Vispe	2197	113	780	10,5 100
Pinios	Griechi-scher Staat	Pinios Ilias		93	50	2100	11,2 320

Tabelle 2. Maximale Kapazität der Hochwasserentlastung

Göschenalp	150 m ³ /s (3,5 m ³ /s · km ²), 1 m Überstau
Mattmark	150 m ³ /s (4,1 m ³ /s · km ²), 1 m Überstau
Pinios	2900 m ³ /s (4,0 m ³ /s · km ²), 5 m Überstau

gebildet. Die Abdichtung des Untergrundes erfolgt durch ein Bondiaphragma von 1200 m Länge, das im Schlitzverfahren erstellt wurde und in Bild 1 ersichtlich ist. Es ist 0,60 m stark und bindet 3 m tief in den Mergel (toniger Silt mit Sand, Tertiärformation) ein. Die Kontaktzone mit dem Mergel wurde mit Injektionen behandelt, ebenso die wasserseitig des Diaphragmas gelegene Untergrundzone.

Die kurze Beschreibung der Dämme und der massgebenden Umstände und örtlichen Gegebenheiten, die zur Wahl eines Dammes und der jeweiligen Fundation führten, zeigen bereits, wie vielfältig die Probleme sind, die sich beim Dammbau ergeben, und wie verschiedene Lösungen, die von Fall zu Fall für die sichere Fundierung des Bauwerkes angewandt werden, gefunden werden müssen: direkter Anschluss an den Felsen in den einen, Injektionsschirm oder Diaphragma in den anderen Fällen.

Wahl des Dammquerschnittes

Ebenso mannigfaltig und verschieden sind, wie aus Bild 1 ersichtlich ist, die Möglichkeiten bei der Wahl des Dammquerschnittes, welcher durch die Topographie und die Charakteristiken des Untergrundes und der Dammbaumaterialien bestimmt wird. So ist in Castilietto und in Göschenalp der Kern vertikal angeordnet. Es war möglich, den Kern von Göschenalp etwa nur halb so breit auszuführen wie denjenigen von Castilietto, weil das mit Opalinuston künstlich aufbereitete Kernmaterial sehr homogen ist ($K = 10^{-7}$ cm/s für Castilietto und Göschenalp).

Auch der Kern von Pinios ist vertikal, weist aber wasserseitig eine Verlängerung bis zum Anschluss an das Bondiaphragma auf, welches oberhalb der Dammaxe und ausserhalb des Bereichs der grossen Bodenspannungen die dichte Verbindung zwischen Kern und Mergel sichert. In Pinios weist der Kern eine etwas grössere Stärke als beim Castiliettodamm auf, seine Durchlässigkeit liegt bei 10^{-8} bis 10^{-9} cm/s. Das Kernmaterial von Pinios besteht aus tonigem Silt und Sand, besitzt eine mittlere Plastizität (Plastizitätsindex im Mittel 15) und wird aus dem Talboden gewonnen. Da das für den Kern verwendete Material teilweise die Gewinnungsstelle für Stützkörpermaterial überdeckt und somit ohnehin abgebaut werden muss, wurde der Kern breiter vorgesehen, als es die Rechnung erfordert hätte.

In Mattmark dagegen wurde der Kern geneigt angeordnet, weil dadurch auf dem linken Ufer die Seitenmoräne des Allalingletschers in den Dammkörper einbezogen werden konnte. Die Stärke des Kerns entspricht etwa derjenigen von Castilietto, der Durchlässigkeitskoeffizient des verdichteten Moränenmaterials beträgt $K = 10^{-5}$ bis 10^{-6} cm/s.

Aus den bisher beschriebenen Charakteristiken des Untergrundes, des Kernes und der Dammbaumaterialien, der Anordnung von Filter- und Drainageschichten als Übergang zwischen dem Kern und dem Stützkörper ergibt sich der jeweils für jeden Damm typische Quer-



Bild 3. Flugaufnahme des Staudammes Göschenalp (Foto Swissair)

schnitt. Die maximale und minimale Neigung der wasser- und luftseitigen Böschung, sowie zum Vergleich die ideellen mittleren Böschungen, sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Auffallend ist, wie die mittleren Neigungen der Böschungen bei den modernen Dämmen jeweils steiler werden. In Pinios ist die Neigung gegenüber Göschenalp und Mattmark dagegen flacher. Das ist dadurch bedingt, dass mit einer Erdbebenbeschleunigung von 0,15 g – gegenüber 0,10 g – gerechnet wurde.

Tabelle 3. Dammquerschnitte

Objekt	Kronenbreite m	Neigung der wasserseitigen Böschung			Neigung der luftseitigen Böschung		
		max. 1:	min. 1:	Mittel 1:	max. 1:	min. 1:	Mittel 1:
Castilietto	12	2,25	5,0	3,2	1,75*)	6,0	3,2
Göschenalp	11	2,0	3,0	2,7	1,45*)	2,0	1,8
Mattmark	11	1,7	2,1	1,9	1,55	1,75	1,7
Pinios	10	2,3	2,3	3,3*)	2,1	2,1	2,1

*) mit Bermen

Bild 8. Einbau des Stützkörpers im Staudamm Mattmark (Foto der Elektro-Watt)

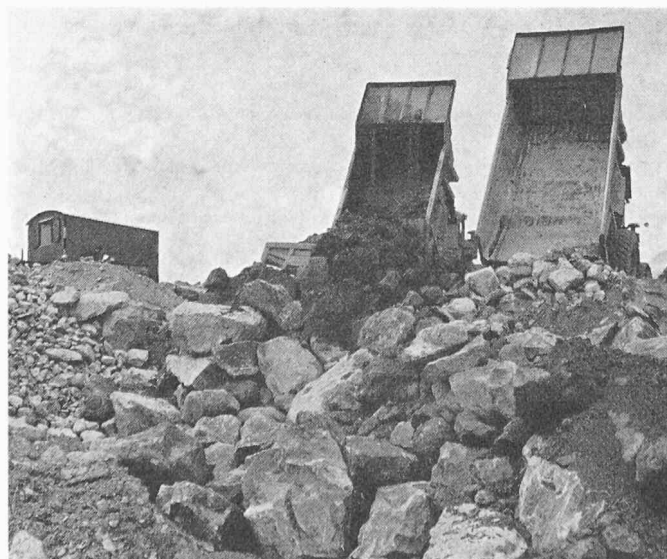


Bild 9. Mattmark beim ersten Teilstau im Juli 1965 (Foto Kläy, Brig)



Grundlagenbeschaffung

Die für die Projektierung eines Dammes notwendigen Grundlagen müssen durch ausgedehnte Sondierungen geologischer und petrographischer Natur, und insbesondere durch erdbaumechanische Untersuchungen beschafft werden, die einen erheblichen Zeitaufwand erfordern. Im allgemeinen ist für die Ausführung der Sondierarbeiten, für die Beschaffung der Grundlagen und für die Projektierung eines Dammes mit einer gleich grossen Zeitspanne zu rechnen wie für den eigentlichen Bau des Dammes.

Die Baustellen Castilietto, Göscheneralp, Mattmark und Pinios verfügen alle über ein eigenes, gut ausgerüstetes *erdbaumechanisches Labor*, in welchem sowohl die Grundwerte der Untergrund- und Dammbaumaterialien für die Berechnung des Dammprofils ermittelt wie auch die laufende Kontrolle des Einbaues durchgeführt werden. Erfolgte früher, z. B. bei Castilietto und Göscheneralp, die Berechnung der Gleitkreise noch von Hand, so wird sie heute elektronisch durchgeführt, was nicht nur eine Senkung der Kosten und des Arbeitsaufwandes erlaubt, sondern besonders die Möglichkeit bietet, mittels Durchrechnen einer grösseren Anzahl von Fällen in kurzer Zeit mehr Auskunft über das Verhalten des Dammes zu erhalten und auch z. B. nicht kreisförmige Gleitflächen zu untersuchen.

Die Verwendung von grossen Prüfgeräten, z. B. grossflächige Triaxialapparate [4], die Durchführung von Grossversuchen, d. h. Schütt- und Verdichtungsversuche im Masstab 1:1 mit den Baumaschinen, die später auf der Baustelle in Einsatz gelangen, und die Baukontrollen des eingebrachten Materials geben dem projektierenden Ingenieur ein immer besseres Verständnis und einen klareren Einblick in das Verhalten des Bauwerkes. Nicht zu vergessen sind die laufenden Messungen von Frddruck, Porenwasserdruck und Setzungen – denen heute immer mehr Beachtung geschenkt wird und für welche immer grössere Summen ausgegeben werden – und die Auswertung dieser Resultate. In Mattmark kommen die Kontrollarbeiten – ohne Vorversuche – d. h. Bau und Betrieb des Baulabors, Probeentnahmen im Damm, Messinstrumente, auf rd. 0.30 Fr./m³ zu stehen.

Bauprogramm und Baukosten

Auf den Gebirgsbaustellen Göscheneralp und Mattmark kann mit rd. 75 bis 100 Einbautagen pro Jahr für den Kern und mit rd. 100 bis 130 Einbautagen pro Jahr für den Stützkörper gerechnet werden. In Pinios dagegen erlauben das warme und im Sommer trockene Klima sowie die längere Arbeitswoche von 6 bis 7 Tagen mit 200 Einbautagen pro Jahr für den Kern und 250 Einbautagen für den Stützkörper zu rechnen. Dadurch ergeben sich wesentliche Einsparungen gegenüber

Tabelle 4. Einbauleistungen

Objekt	Tagesleistungen		Totalvolumen Mio m ³
	Mittel m ³ /Tag	Spitze m ³ /Tag	
Castilietto	—	10 000	2,7
Göscheneralp	25 000	31 000	9,0
Mattmark	25 000	36 000	10,5
Pinios	20 000	29 000	11,2

Tabelle 5. Gerätepark

Objekt Installierte Leistung	Bagger		Transportfahrzeuge		Raupentraktoren	
	Stk.	Inhalt m ³	Stk.	Inhalt m ³	Stk.	PS
Castilietto (50 PS/Mann)	12	17	38	360	13	1450
Göscheneralp (60 PS/Mann)	24	47	80	940	24	3600
Mattmark (70 PS/Mann)	13 + 4 Bandlader	26	70	1025	28	7700
Pinios	11 draglines + 15 scraper	12	55 einschl. 15 scraper	625	25	6000

Tabelle 6. Aufwendungen in Prozent der reinen Dammkosten

	für Abdichtungsarbeiten	für Nebenbauwerke (Grundablass, Mittelablass, Hochwasserentlastung)
Göscheneralp	10 %	11 %
Mattmark	30 %	9 %
Pinios	10–15 %	50–60 %

einer Gebirgsbaustelle, weil die gesamte Bauzeit und somit die Mieten für Installationen stark reduziert werden können. Der Einsatz von Grossraumgeräten amerikanischer Herkunft oder ähnlicher Bauart gibt den Dammbaustellen ihr eigenes Gepräge. Die Anzahl und die Grösse der Geräte hängen vom Dammvolumen und von der Bauzeit ab (siehe Tabellen 4 und 5).

Dank dem Einsatz von Baumaschinen, die immer grösser und besser ausgenutzt werden, ist eher eine sinkende Tendenz des Preises pro m³ Dammvolumen festzustellen:

Göscheneralp	rd. 10.— Fr./m ³
Mattmark	rd. 9.— Fr./m ³
Pinios	rd. 4.— Fr./m ³

Der niedrige Preis von Pinios lässt sich durch die wesentlich günstigeren Verhältnisse einer Tieflandbaustelle und durch die hohe Zahl der Einbautage erklären. Der Lohnunterschied fällt kaum ins Gewicht.

Neben den reinen Baukosten für den Damm spielen natürlich die Kosten für die Injektionen und für die Nebenbauwerke – Grundablass, evtl. Mittelablass und Hochwasserentlastung – eine Rolle; das Verhältnis zu den Dammkosten spiegelt die besonderen Gegebenheiten für jeden Fall wider, so z. B. der grosse Injektionsschirm in Mattmark oder die grosse Hochwasserentlastung in Pinios (Tabelle 6).

Ausblick in die Zukunft

Angesichts des grossen Bedarfs an Speicherbecken in der ganzen Welt zur Deckung der Nachfrage von Wasser für Bewässerung, Trinkwasserversorgung und für den Kraftwerkbau einschliesslich Pumpkraftwerken wird der Bau von Staudämmen immer mehr in den Vordergrund rücken, weil diese eine wirtschaftliche Bauweise ermöglichen.

Die Fortschritte in der *Bodenmechanik*, sowohl von der versuchs- und messtechnischen Seite, wie auch von der Theorie her gesehen, die Möglichkeit einer *genaueren Berechnung* des Dammprofils dank der Erfassung einer grösseren Anzahl von Fällen durch den Einsatz von elektronischen Rechenmaschinen,

die Fortschritte in der Technik der *Injektionen* und Abdichtungen und der rationelle Einsatz von *Grossraumgeräten*

ermöglichen es, an Sperrstellen, an denen eine Betonmauer prohibitiv hohe Kosten ergeben würde oder deren Untergrundverhältnisse früher den Bau einer Mauer oder eines Dammes verunmöglicht hätten, heute eine wirtschaftlich vertretbare und sichere Talsperre zu errichten.

Literaturnachweis

- [1] Der Staudamm Castilietto des Juliawerkes Marmorera, von dipl. Ing. *W. Zingg*, SBZ 1953, H. 33, S. 470.
- [2] Die baulichen Anlagen des Kraftwerkes Göschenen, von dipl. Ing. *R. Pfister*, «Die Wirtschaft» 1959, Nr. 8.
- [3] Das Projekt des Dichtungsschirmes unter dem Staudamm von Mattmark, von Dr. Ing. *B. Gilg*, SBZ 1961, H. 35, S. 609. Vorversuche und Ausführung des Injektionsschleiers in Mattmark, von dipl. Ing. *Ch. E. Blatter*, SBZ 1961, H. 42, S. 723 und H. 43, S. 739. Die Anlagen der Kraftwerke Mattmark AG, von dipl. Ing. *O. Rambert* und dipl. Ing. *W. Würth*, «Wasser- und Energiewirtschaft» 1962, Nr. 3. Neuere Entwicklung im Bau von Staudämmen und der Mattmark-Damm, von Prof. *G. Schmitter*, SBZ 1964, H. 52, S. 916.
- [4] Ein Beitrag zur neuzeitlichen Bodenuntersuchung. Der Triax «3000» der Kraftwerke Mattmark AG, von Dr. Ing. *B. Gilg*, SBZ 1965, H. 23, S. 413.

Adresse der Verfasser: *O. Rambert*, dipl. Ing., Direktor, und *W. Würth*, dipl. Ing., Elektro-Watt Ingenieurunternehmung AG, Postfach, 8022 Zürich.

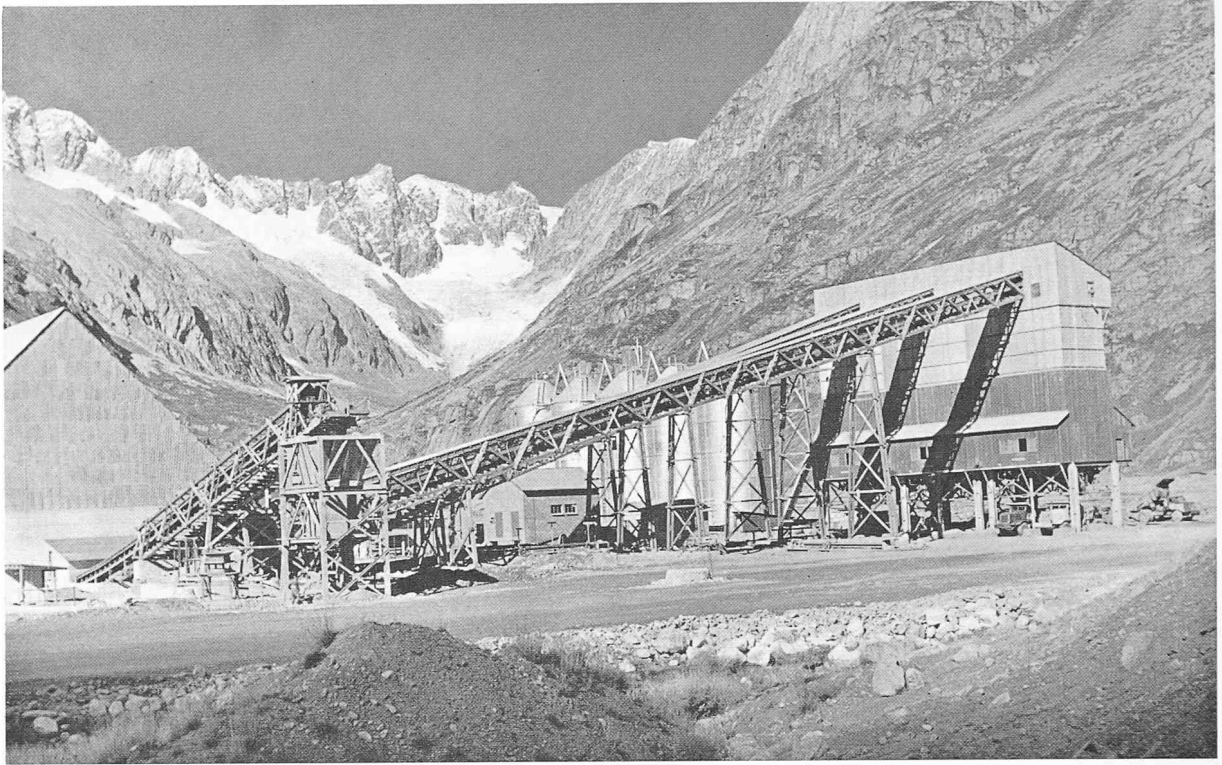


Bild 4. Die Anlage für die Aufbereitung des Kernmaterials mit Ton in Göschenentalp

Bild 5. Der Kerneinbau in der bis auf den Fels ausgehobenen Baugrube des Staudammes Göschenentalp



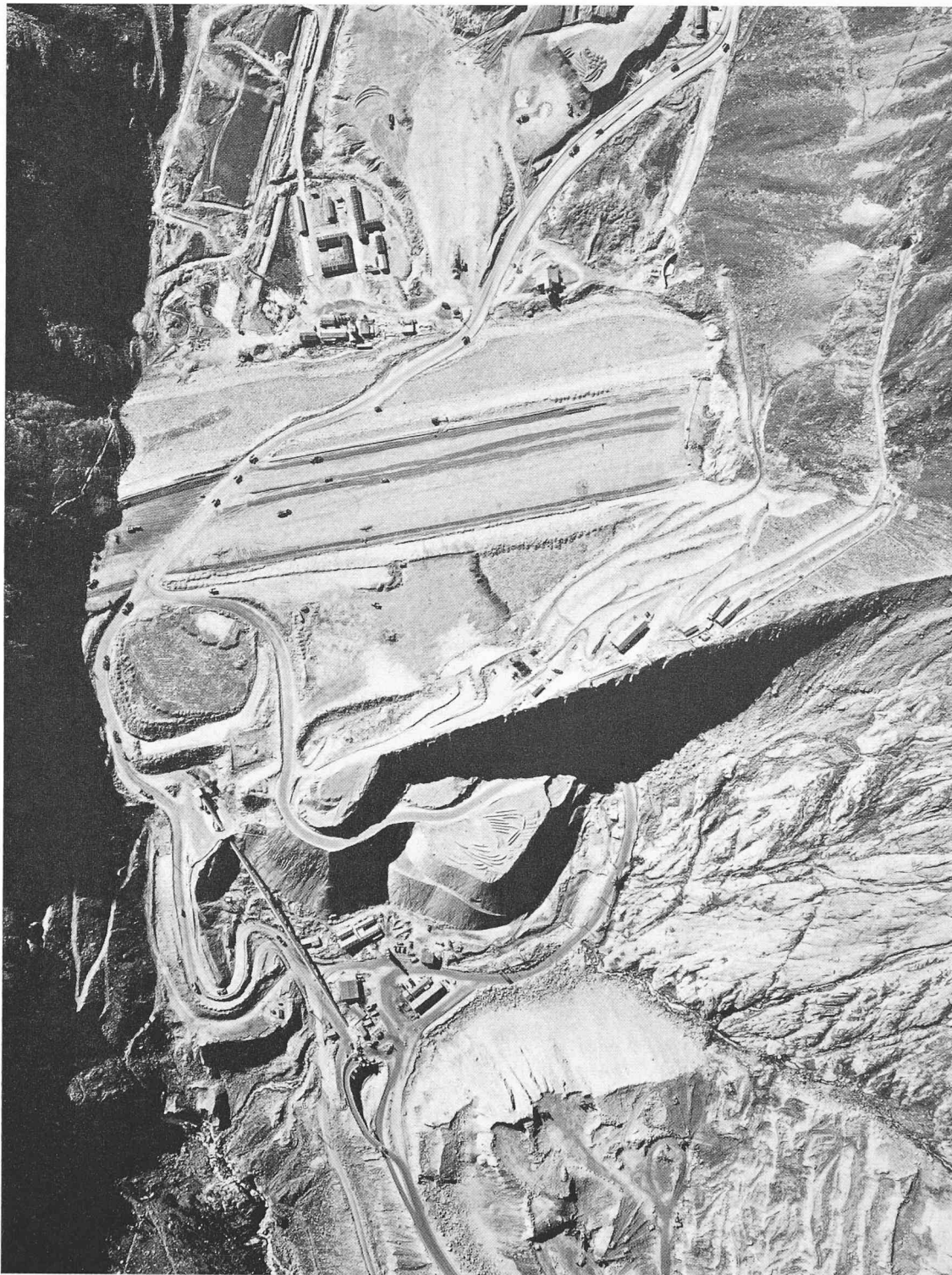


Bild 6. Flugaufnahme der Dammbaustelle Mattmark im September 1964. Am oberen Bildrand das südlich des Staudammes gelegene Staubecken, in Bildmitte die rechte oder südliche Seitenmoräne des Allalingletschers, darunter die Installationen, die vom Gletscherabbruch vom 30. August 1965 betroffen wurden (Foto Swissair)

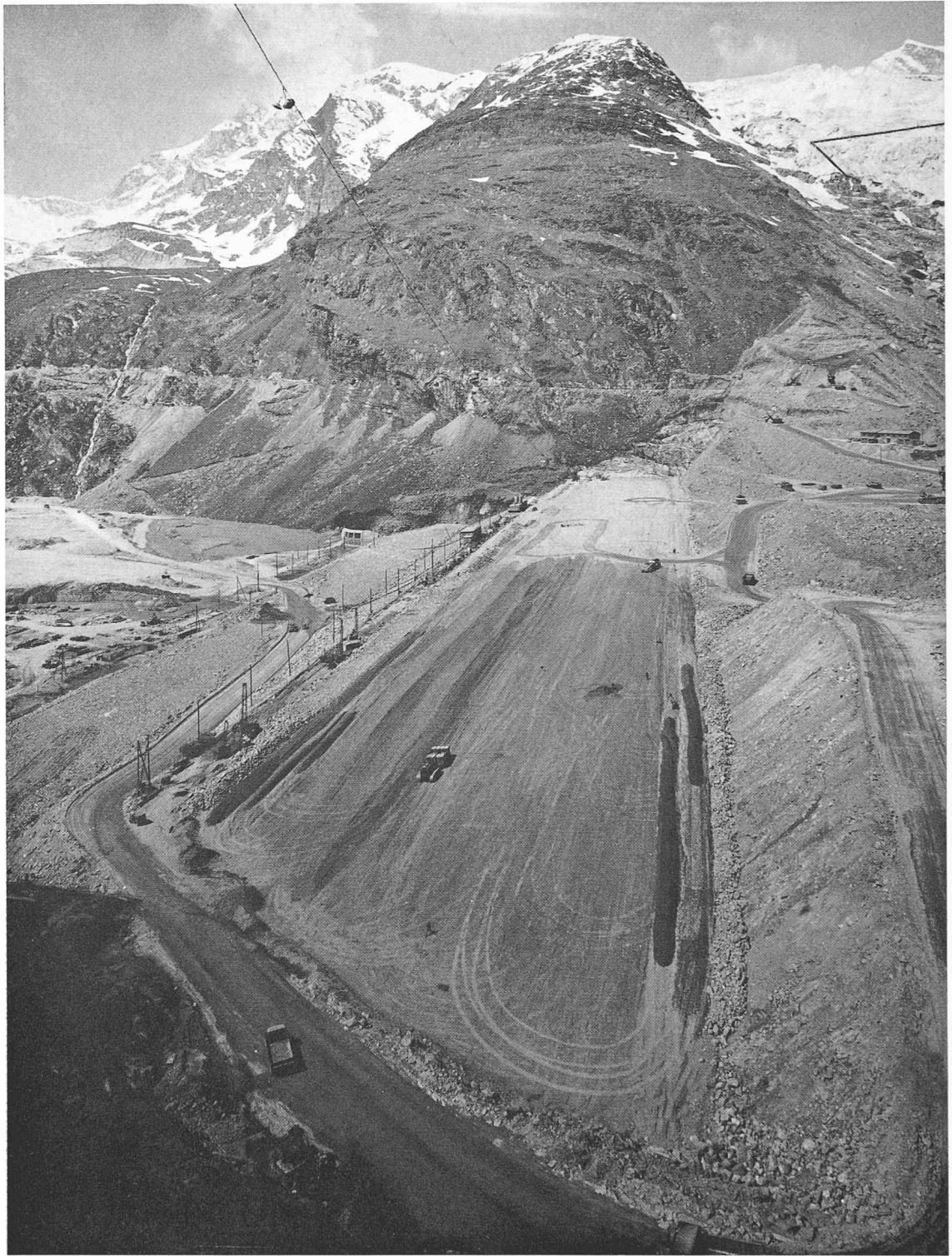


Bild 7. Der Staudamm Mattmark im Bau — Juni 1965. Links das zukünftige Staubecken, in Bildmitte der Kerneinbau, rechts der luftseitige Stützkörper und am oberen Bildrand der Allalingsgletscher mit Angabe der Abbruchstelle vom 30. August 1965 (schwarzer Strich)

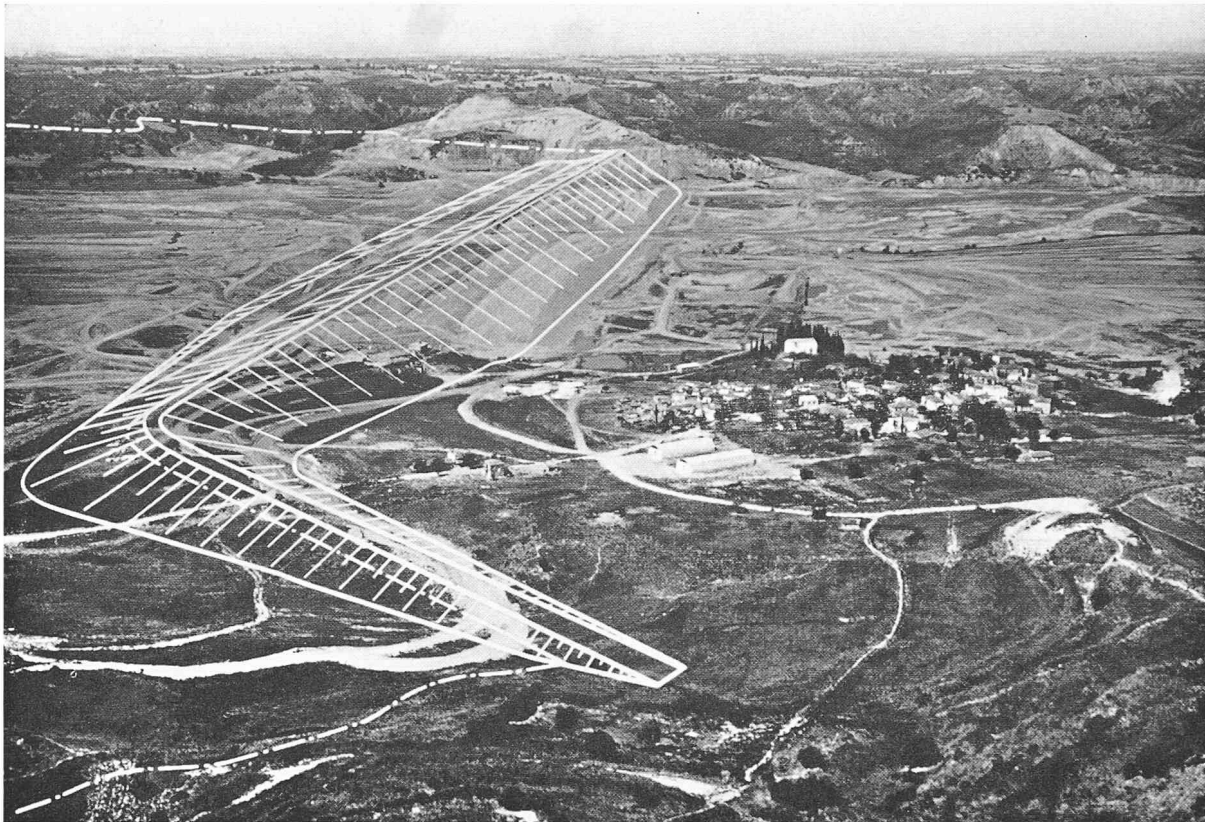


Bild 10. Der Staudamm Pinios (Fotomontage)

Fotos: Tafeln 31, 33 und 34 Elektro-Watt

Bild 11. Der Staudamm Pinios im Bau. In Bildmitte der Kern

