Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 69 (1951)
Heft: 4

Artikel: Die Staumauern der Società Adriatica di Elettricità in Venetien
Autor: Semenza, Carlo
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-58798

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: 27.12.2025

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

tige Frage der Entschädigungspflicht bei der Ausscheidung von sog. Landwirtschaftszonen nicht geprüft. Die Ausführungen über die gesetzliche Grundlage gelten nur für die gesetzliche Ordnung im Kanton Schaffhausen, wobei aber, wiederum mangels Bestreitung, auch noch offen bleibt, ob sich Art. 7 BO im Rahmen der den Gemeinden durch das kant. Baugesetz eingeräumten Ermächtigung hält. Dagegen hat das Bundesgericht ganz positiv erklärt, dass das planmässige Haushalten mit Grund und Boden im öffentlichen Interesse liegt und dermassen schutzwürdig sei, dass es einen derartigen Eingriff in das Privateigentum rechtfertige; allerdings scheint das Bundesgericht dabei vor allem der Höhe der Baukosten wesentliche Bedeutung zumessen zu wollen und weniger den allgemeinen Planungsgrundsätzen.

Trotz diesen Einschränkungen ist dieser Bundesgerichtsentscheid im ganzen genommen für die Landesplanung als ausserordentlich positiv zu werten. Er ist, wie die bundesgerichtlichen Erwägungen erkennen lassen, vor allem den besonderen tatsächlichen Verhältnissen, nämlich einer vom Dorf abgelegenen, grösseren Wohnkolonie in rein bäuerlichem Siedlungsgebiet trotz genügend erschlossenem Bauland im Baugebiet gemäss BO, sowie dem masshaltenden Wortlaut der Bauordnung der Gemeinde Beringen zu verdanken.

Die Staumauern der Società Adriatica di Elettricità in Venetien

DK 627.82(45)

Von Dr. Ing. CARLO SEMENZA, Direktor der SADE, Venedig

Schluss von Seite 36

D. Die Staumauer im Val Gallina

Dieses Bauwerk weist zwar geringere Dimensionen auf als die Staumauern des Lumiei und des Piave; es ist immerhin von bemerkenswerter Grösse, so dass eine Beschreibung von Interesse sein dürfte.

Das Speicherbecken im Val Gallina von 5,9 Mio m³ Nutzinhalt dient sowohl der Saisonspeicherung als auch dem Ausgleich der Wasserzuflüsse zum Kraftwerk Soverzene am Piave, Bild 11. Ausserdem wirkt dieses Becken als zusätzliches Wasserschloss und erleichtert so die Turbinenregulierung. Dank seiner ausgleichenden Wirkung konnten der Bau eines zweiten Zuleitungsstollens vom Staubecken Vajont bis zum Val Gallina von rund 5,6 km Länge vermieden und ausserdem die Wasserschlösser der Zentrale Soverzene wesentlich kleiner ausgeführt werden. Die hierdurch erzielten Einsparungen rechtfertigten durchaus den Bau dieser Mauer.

Form und Hauptdimensionen der Mauer gehen aus Tabelle 1 und den Bildern 20 bis 25 hervor. Bemerkenswert sind die starke Krümmung und die schlanke Form der ver-

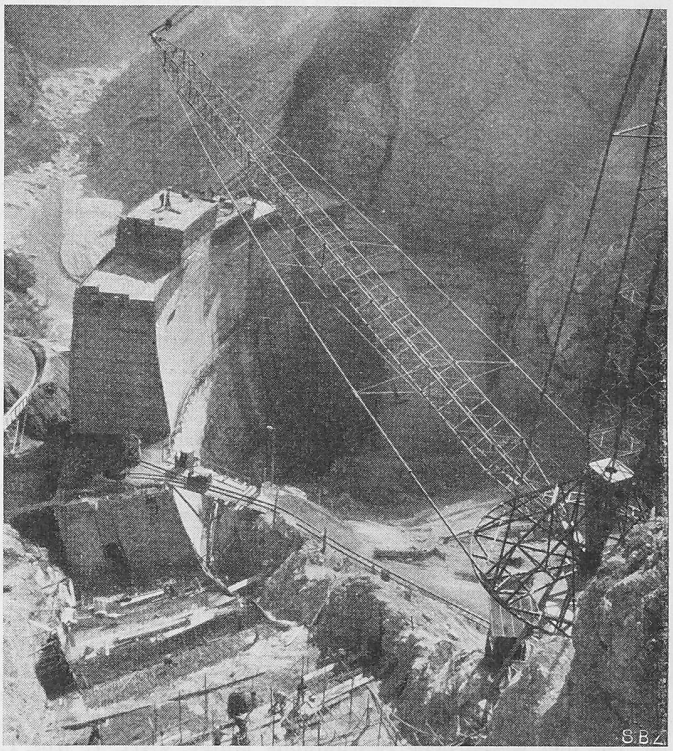

Bild 22. Wie Bild 23. Ansicht von der Luftseite

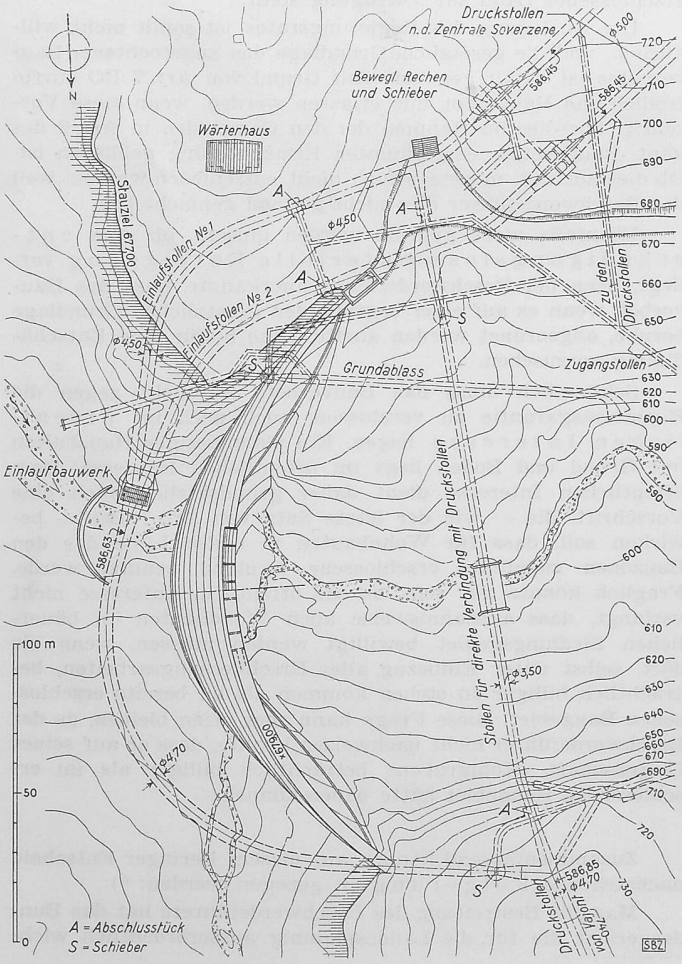

Bild 20. Staumauer Val Gallina, Lageplan, Masstab 1:2500

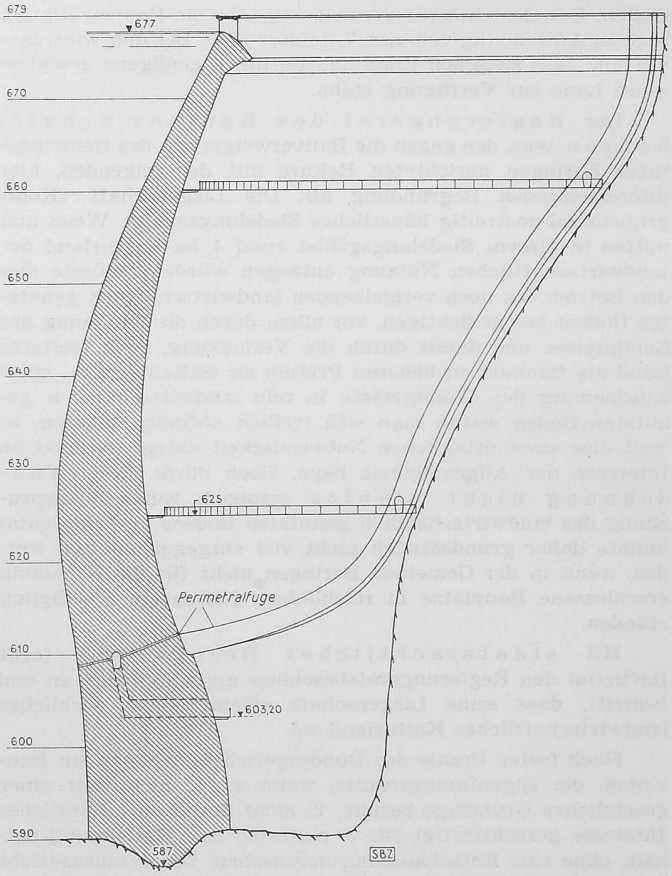

Bild 21. Staumauer Val Gallina, Hauptquerschnitt, Masstab 1:800

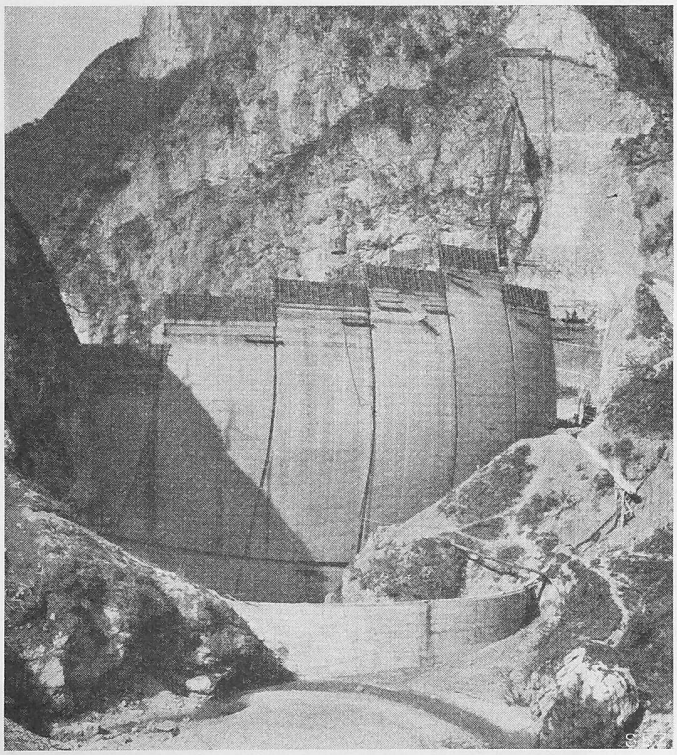

Bild 23. Staumauer Val Gallina, Ansicht von der Wasserseite, Bauzustand Oktober 1950

tikalen Querschnitte, sowie das ungewöhnliche Verhältnis der Sehnenlänge zur Höhe, das für die eigentliche Mauer innerhalb der Perimetralfuge 2,7/1, für das ganze Bauwerk einschliesslich der Widerlager und des Abschlussbauwerkes 2,15:1 beträgt. Es handelt sich somit wie bei der Staumauer Pieve di Cadore um eine sehr weit gespannte Bogenmauer.

Der Fels an der Sperrstelle (Dolomitkalk des oberen Trias) gab anfänglich wegen seiner Undichtheit zu ernsthaften Bedenken Anlass. Der Baubeschluss konnte erst nach langen, mühevollen Untersuchungen und auf Grund der günstigen Ergebnisse von Versuchen mit Zementinjektionen gefasst werden.

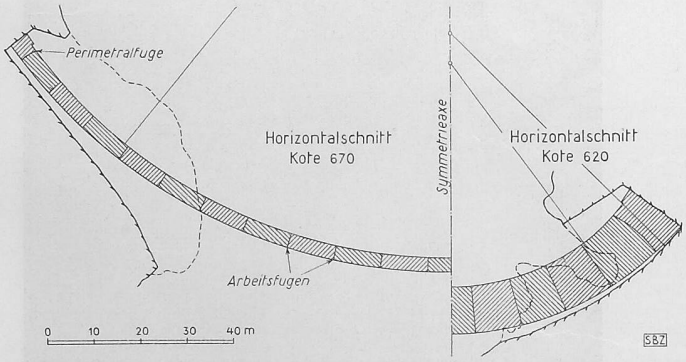

Bild 24. Staumauer Val Gallina, Horizontalschnitte 1:1600

Das gesamte Betonvolumen wird nahezu 100 000 m³ betragen. Unter der luft- und der wasserseitigen Oberfläche wird eine Rundeisenarmierung angeordnet. Wie bei der Staumauer Pieve di Cadore strebte man auch hier eine möglichst ausgeglichene Verteilung der Lastübertragung auf den Fels an. Zur Abdichtung wird ein Schleier von Zementinjektionen ausgeführt. Bis zum 1. Januar 1950 sind hierfür 1052 t Zement verwendet und Injektionslöcher von insgesamt 8650 m Länge gebohrt worden.

Die Aushubarbeiten für die Widerlager sind heute fertiggestellt. Die Betonierung ist Ende März 1950 begonnen worden und wird voraussichtlich im Sommer 1951 beendet sein. Kies und Sand können im nahen Schuttkegel bei der Einmündung der Val Gallina in das Piavetal gewonnen werden. Die Bauplatz-Installationen sind wie folgt angeordnet: für den Aushub werden drei Paar Scrapertraktoren von je 9 m³ Inhalt verwendet, die das Material in einen Betontrichter entleeren, unter dem ein Stangenrost angeordnet ist. Zurückbleibende Bollensteine gelangen durch eine Zufuhreinrichtung System Ross zu einem Brecher, Typ 500 Cleman. Zwei Becher-Elevatoren von 21 m Höhe heben sodann das aus dem Brecher kommende Material zusammen mit jenem, welches anfangs durch den Rost durchging, zu den beiden Waschsiebmaschinen, wo eine erste Trennung der Korngrössen über 40 mm stattfindet. Das Material unter 40 mm gelangt zu zwei Vibrationssieben, die eine weitere Trennung in die Komponenten 10 bis 40, 4 bis 10 und kleiner als 4 mm bewirken. Vier Förderbänder bringen dann diese Komponenten getrennt in vier vertikale Silos. Das vom Waschwasser der beiden Waschsiebanlagen abgeführte Material wird in zwei Absetztrichtern wieder gewonnen und in zwei Waschmaschinen mit Schöpfwerk gereinigt.

Eine 2,5 km lange Seilbahn mit einer Förderleistung von rund 46 m³/h bringt die Zuschlagstoffe zur Baustelle. Diese Seilbahn wird durch eine Zwischenstation mit doppelter Abspannung in zwei Stränge unterteilt. Die zum Transport des Materials dienenden Kübel von 0,35 m³ Inhalt werden beim Durchgang durch einen U-förmigen Stollen unterhalb der Silos abgefüllt, wobei sich die Gegengewichtsklappen der Siloöffnungen automatisch öffnen und schliessen. Wie bei der Abfahrt, erfolgt auch bei der Ankunft das Entleeren der Kübel automatisch. Das Material fällt in vier Trichter und gelangt von hier durch weitere Förderbänder in die Vorratssilos (schräger Typ) oder direkt in die Betonmischanlage. Da voraussichtlich bei der Waschung das Feinmaterial (kleiner als 0,8 mm) fortgeschwemmt wird, ist eine Ergänzung durch Mahlung des Ueberschusses der Korngrössen 10 bis 40 mm vorgesehen. Man wird dazu eine bei der Ankunftstelle der Seilbahn stehende Mühle mit Eisenmasseln verwenden, deren Produkt durch Förderband entweder in den Vorratssilo oder in den Speisesilo der Betonieranlage befördert werden kann.

Der Zement gelangt in besonderen Behältern mit einem Fassungsvermögen von je 400 kg auf Lastwagen zur Baustelle, wo die Behälter durch zwei Kippvorrichtungen in einen Trichter entleert werden. Von hier fliesst er zuerst durch einen geschlossenen und sodann durch einen weiteren horizontalen, mit Transportschnecke versehenen Kanal in vier zylinderförmige Metallsilos mit einem gesamten Fassungsvermögen von 1000 t; weitere Transportschnecken fördern ihn schliesslich zu den Speisesilos der Waagen.

Zur Dosierung der Zuschlagstoffe dienen fünf automatische, durch Förderbänder gespeiste Waagen. Eine sechste Waage teilt den Zement zu; für das Wasser wurde eine volumetrische Dosierung vorgezogen.

Der Beton wird in zwei kippbaren Betonmischern von je 0,75 m³ Inhalt hergestellt, von wo er durch zwei Trichter in Kübel, Typ Blaw-Knox, mit Bandver-

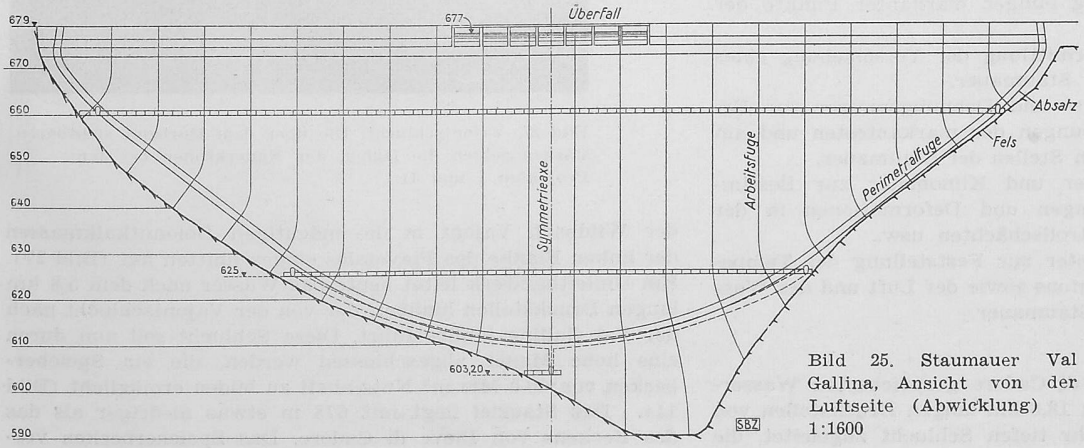

Bild 25. Staumauer Val Gallina, Ansicht von der Luftseite (Abwicklung) 1:1600

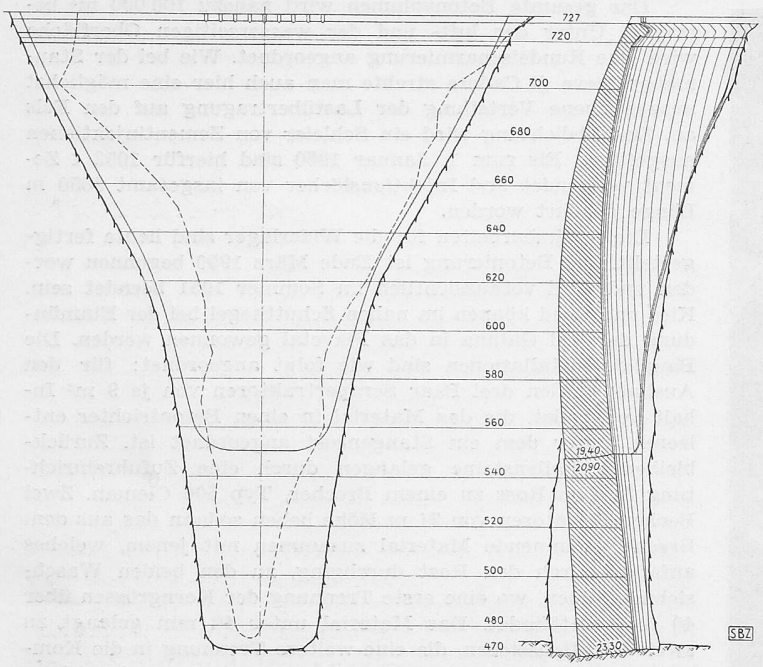

Bild 26. Projektierte Staumauer Vajont II. Ansicht von der Wasserseite (Abwicklung) und Hauptquerschnitt, Masstab 1:3000

schluss, von je 2 m³ Fassungsvermögen gefüllt wird. Plattformwagen führen diese Kübel entweder unter die Haken des Derrickkrans oder zur Luftseilbahn. Der Derrickkran mit einem Auslegearm von 50 m ist für die Betonierung des rechten Widerlagers vorgesehen; die Luftseilbahn mit einer Spannweite von 290 m und beweglichem Mast dient der Herstellung der mittleren Mauerpartie und des linken Widerlagers. Die Anlagen sind für eine tägliche Leistung von 260 m³ Beton vorgesehen.

Bei der Projektierung der Anlagen für die Wasserfassung ergaben sich insofern Schwierigkeiten, als nur ein einziger Zuleitstollen in das Becken der Val Gallina einmündet, von hier aber zwei Parallelstollen weiterführen. Um diese Schwierigkeiten zu überwinden, wird ein Umleitungsstollen gebaut, mit dem das Becken umgangen werden kann; von dieser Möglichkeit wird im ersten Betriebsjahr des Werkes Soverzene (1951) Gebrauch gemacht werden, da zu dieser Zeit das Staubecken Val Gallina noch nicht fertiggestellt sein wird. Dieser Umleitungsstollen muss gleichzeitig mit beiden Einlaufstollen oder getrennt mit jedem einzelnen in Verbindung gesetzt werden können. Somit sind mehrere Abschlussorgane A und S (Bild 20) nötig, welche später zum Teil durch fest eingebaute Abschlusstücke ersetzt werden sollen, während die Schieber S bestehen bleiben.

Auch bei dieser Staumauer sollen spezielle Messinstrumente eingebaut werden. Ausserdem wird ein Präzisions-Nivellement und ein Triangulationsnetz vorgesehen, durch welches sich grössere Bewegungen des Felsens und der Staumauer feststellen lassen. Als Messinstrumente sind vorgesehen:

1. ein Kollimationsinstrument (collimatore) zur Bestimmung der Verschiebung einiger markanter Punkte der Krone,
2. ein Koordimeter zur Ermittlung der Verschiebung eines Hauptquerschnittes der Staumauer,
3. verschiedene Spannungs- und Dehnungsmesser zur Ermittlung der Verschiebungen der markantesten und am stärksten beanspruchten Stellen der Staumauer,
4. verschiedene Deformeter und Klinometer zur Bestimmung von Verschiebungen und Deformationen in der Nähe von Fugen, Kontrollschächten usw.,
5. verschiedene Thermometer zur Feststellung der Temperaturänderungen des Betons sowie der Luft und des Wassers in der Nähe der Staumauer.

E. Die Staumauer Vajont

Die im Stausee Pieve di Cadore gespeicherten Wassermengen werden durch einen 18,8 km langen Druckstollen von 4,5 m Durchmesser der sehr tiefen Schlucht zugeleitet, die

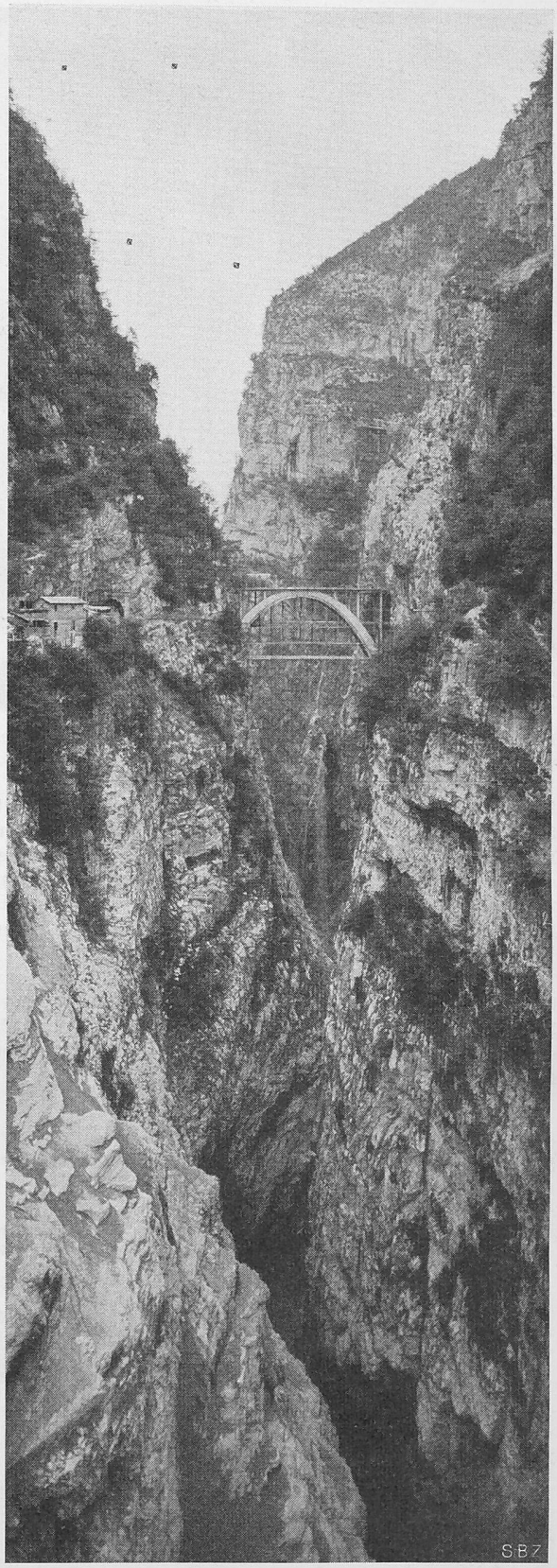

Bild 27. Vajontschlucht. Die über dem Horizont sichtbaren Marken zeigen die Höhen der Mauerkronen bei den Projekten I und II

der Wildbach Vajont in die mächtigen Dolomitkalkmassen der linken Flanke des Piavetales eingeschnitten hat (Bild 27). Ein Umleitbauwerk leitet heute das Wasser nach dem 5,8 km langen Druckstollen hinüber, der von der Vajontschlucht nach der Val Gallina hinüberführt. Diese Schlucht soll nun durch eine hohe Mauer abgeschlossen werden, die ein Speicherbecken von 60,0 Mio m³ Nutzinhalt zu bilden ermöglicht (Bild 11). Das Stauziel liegt mit 678 m etwas niedriger als das des Beckens von Pieve di Cadore. Das Speicherbecken ver-

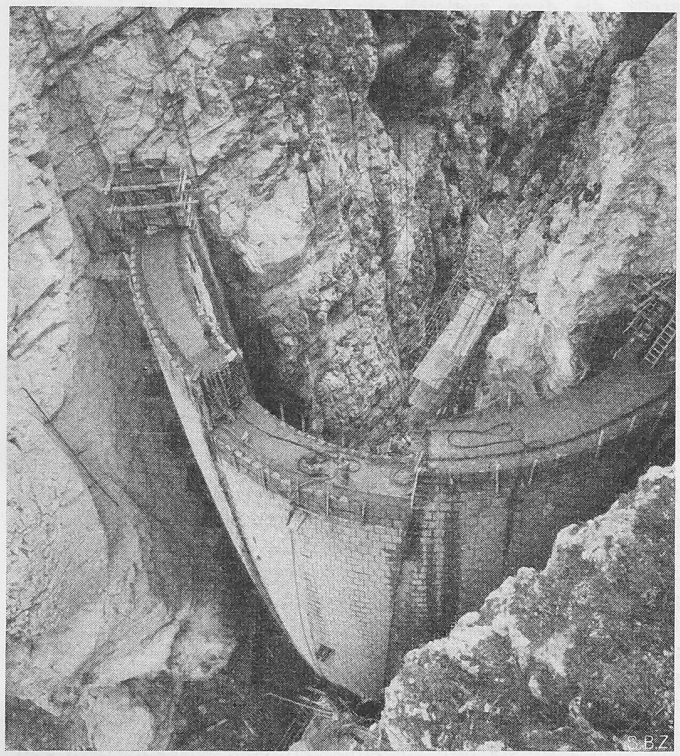

Bild 28. Staumauer Valle am Boite. Ansicht von oben. Bauzustand Oktober 1950

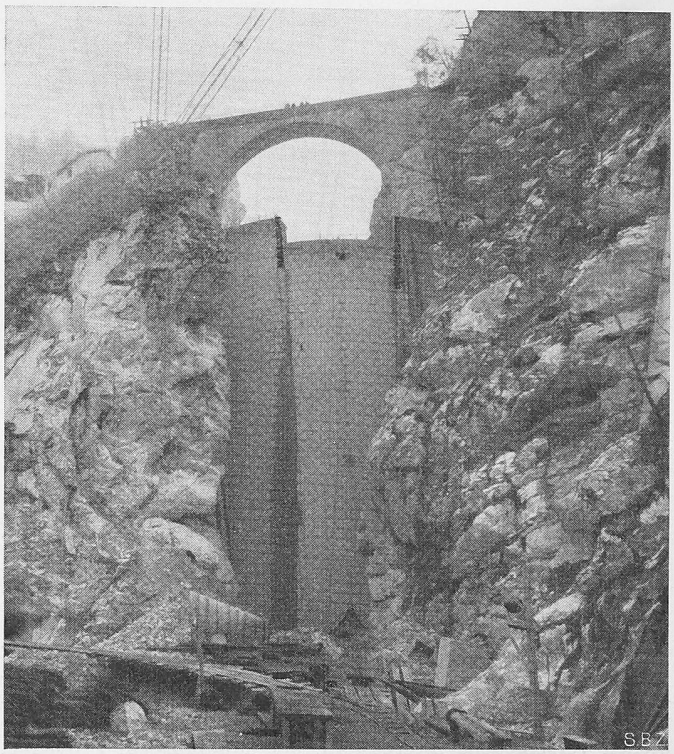

Bild 29. Staumauer Valle, wasserseitige Ansicht von unten. Bauzustand Oktober 1950

bessert sehr beträchtlich den Saisonausgleich und hebt damit die Qualität der in der Zentrale Soverzene erzeugten Energie.

Die dem genannten Stauziel entsprechende Staumauer wurde im einzelnen konstruktiv festgelegt und mit Hilfe von Modellen eingehend untersucht. Die gewählte Mauerform ergab ein sehr günstiges statisches Verhalten. Im besonderen trifft dies auch für den unteren Teil der Mauer zu, der unsymmetrisch ist und daher anfänglich einige Bedenken verursachte. Auf eine symmetrische Ausbildung musste wegen ihren unverhältnismässig höheren Kosten verzichtet werden.

Spätere Studien zeigten, dass eine wesentliche Vergrösserung des Speichervolumens sehr erwünscht wäre. Bei den aussergewöhnlich günstigen geologischen und topographischen Verhältnissen der Vajontschlucht erschien eine solche Vergrösserung und insbesondere die hierzu nötige Erhöhung der Mauer technisch ohne besondere Schwierigkeiten mög-

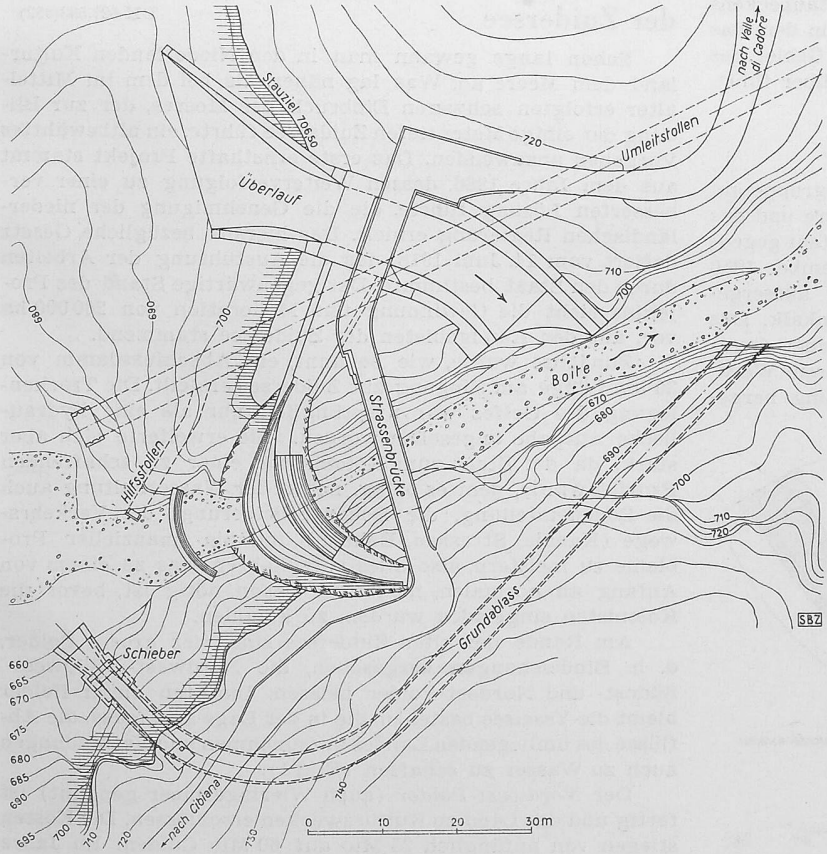

Bild 30. Staumauer Valle, Lageplan 1:1000

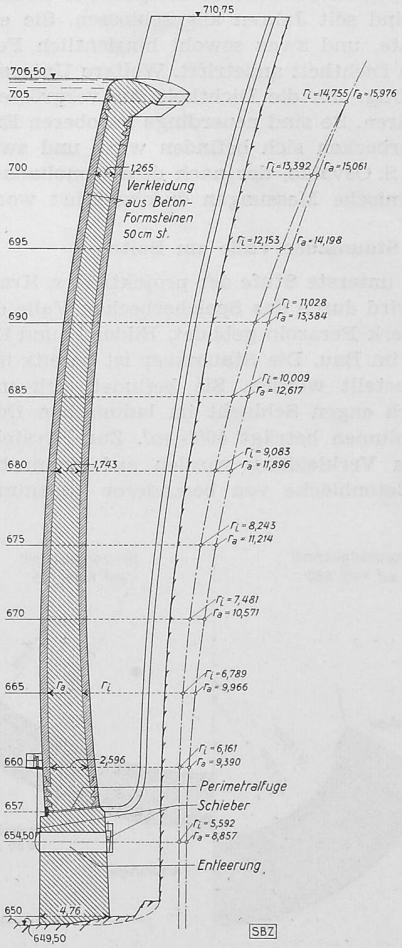

Bild 31. Hauptquerschnitt 1: 500

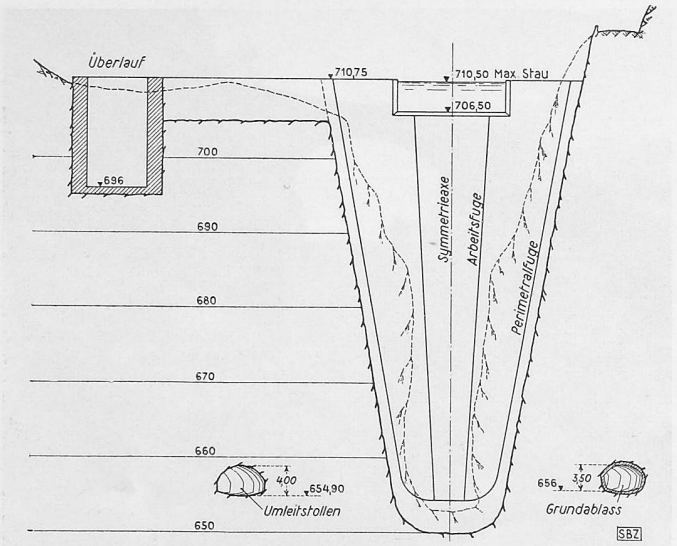

Bild 32. Staumauer Valle, Abwicklung gesehen von Mauermitte talwärts Masstab 1:1000

lich. Da nun aber hierdurch das Stauziel wesentlich über dasjenige der Becken von Pieve di Cadore und Val Gallina zu liegen kommt, müsste das vergrösserte Vajont-Becken von der übrigen Anlage losgetrennt werden. Dadurch entstehen verschiedene interessante und komplizierte Probleme, an deren Lösung gegenwärtig noch gearbeitet wird. Weiter muss noch die Frage der Seefüllung in trockenen Jahren geprüft werden, wobei mehrere Zuleitungen in Betracht zu ziehen sind.

Als Stauziel ist die Kote 727 in Aussicht genommen. Bild 26 zeigt den Hauptquerschnitt und die wasserseitige Ansicht; Tabelle 1 die Hauptdimensionen. Bei einer Gesamthöhe von 262 m würde die Staumauer Vajont das höchste Bauwerk dieser Art der Welt darstellen. Auch andere Projekte sehen ähnliche Höhen vor, so z. B. die Staumauer von Kosi im Bikar. Die geologischen Untersuchungen des Felsens an der Sperrstelle sind seit Jahren abgeschlossen. Sie ergaben sehr gute Resultate, und zwar sowohl hinsichtlich Festigkeit als auch was die Dichtheit anbetrifft. Weitere Untersuchungen sind jedoch nötig, um die Dichtheit des vergrösserten Staubeckens abzuklären. So sind neuerdings im oberen Ertotal, in dem das Speicherbecken sich befinden wird, und zwar im Gebiet des Passes S. Osvaldo, der nach dem Cimolianatal hinüber führt, geoseismische Messungen durchgeführt worden.

F. Die Staumauer Valle am Boîte

Die unterste Stufe der projektierten Kraftwerkgruppe am Boîte wird durch das Speicherbecken Valle di Cadore und das Kraftwerk Perarolo gebildet, Bilder 11 und 12, sie steht gegenwärtig im Bau. Die Staumauer ist bereits im November 1950 fertiggestellt worden. Sie befindet sich in einer aussergewöhnlich engen Schlucht im ladinischen Dolomitenkalk. Das Betonvolumen beträgt 4605 m³. Zur Herstellung einer frostsicheren Verkleidung wurden auf einem besonderen Werkplatz Betonblöcke von besonderer Zusammensetzung hergestellt, die dann zugleich als Schalung für den Mauerkern dienten. Die Bilder 28 bis 33 zeigen diese Staumauer.

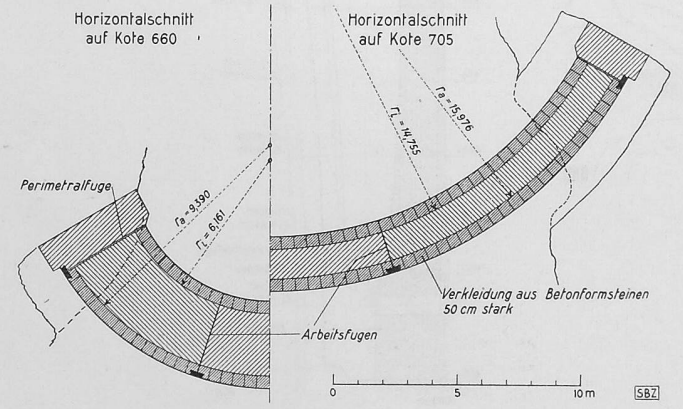

Bild 33. Staumauer Valle, Horizontalschnitte, Masstab 1:3000

*

Im Projekt für den weiteren Ausbau der Kraftwerkgruppe Piave-Boîte-Vajont ist die Ausnützung der Wasserkräfte des Maé, eines rechtsseitigen Seitenbaches des Piave, vorgesehen. Dabei soll eine 120 m hohe Bogenstaumauer errichtet werden. Die Sperrstelle liegt wiederum in einer engen Schlucht im Dolomitenkalk des oberen Trias, die morphologisch und geologisch sehr günstige Verhältnisse aufweist.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass im Rahmen der Kraftwerkgruppe Piave-Boîte-Vajont nach erfolgtem Vollausbau fünf Staumauern verschiedener Grösse und Bauart vereinigt sein werden, die bautechnisch äusserst interessante Objekte darstellen. Sie bilden zusammen mit den übrigen technischen Anlagen im Hinblick auf die energiewirtschaftliche Ausnutzung dieses Flussgebietes eine organische Einheit.

Die technischen Anlagen sind von bemerkenswerter Kühnheit. Sie beruhen auf sehr eingehenden und sorgfältig durchgeführten analytischen und experimentellen Untersuchungen und bieten volle Gewähr für Sicherheit und Dauerhaftigkeit. Man wird erst in einigen Jahren, wenn einmal genügend Erfahrungen und Messergebnisse über das Verhalten der ausgeführten Staumauern vorliegen, in der Lage sein zu beurteilen, ob die gewählten Konstruktionen und Bauvorgänge technisch richtig und wirtschaftlich zweckmässig waren, ob man bei gleicher Problemstellung wiederum die selben Lösungen in Betracht ziehen würde oder ob es alsdann möglich sein wird, statisch vorteilhaftere oder wirtschaftlich günstigere Lösungen zu finden.

Wir sind ganz allgemein der Auffassung, dass unser Ingenieurschaffen in einem sinngemässen Zusammenwirken von Berechnung, Erfahrung und Intuition besteht. Dabei ist das aus der Intuition hervorgehende schöpferische Gestalten die eigentliche Kunst des Ingenieurs. Es bedarf aber der sorgfältigsten Kontrolle in statischer, betriebstechnischer und wirtschaftlicher Hinsicht durch Erfahrung, Berechnung und Experiment; und vor allem bedarf es einer nie erlahmenden, durch gereiftes Verantwortungsbewusstsein getragenen Freude am technischen Schaffen.

Der Stand der Arbeiten zur Trockenlegung der Zuidersee

DK 627.532(492)

Schon lange gewann man in den Niederlanden Kulturland dem Meere ab. Was lag näher, als bei dem im Mittelalter erfolgten schweren Einbruch des Meeres, der zur Bildung der einige Meter tiefen Zuidersee führte, ein altbewährtes Vorgehen anzuwenden. Das erste ernsthafte Projekt stammt aus dem Jahre 1866, dessen Weiterverfolgung zu einer verbesserten Lösung führte, die die Genehmigung der niederländischen Regierung erhielt. Das hierauf bezügliche Gesetz datiert vom 14. Juni 1918, das die Ausführung der Arbeiten durch den Staat bestimmte. Der gegenwärtige Stand des Projektes sieht die Gewinnung und Melioration von 200 000 ha vor, aus den Randgebieten der Zuidersee stammend.

Zunächst wurde, wie bekannt, ein Abschlussdamm von 30 km Länge am Eingang zur Zuidersee erstellt. Die Trockenlegung des Golfes war ursprünglich nur als eine hydraulische Aufgabe angesehen worden. Sie erweiterte sich aber stark, da der Staat zum Kolonisator einer zu schaffenden Provinz wurde, dem es oblag, neben der Wasserhaltung auch die Bodeneinteilung, die Bodenverbesserung, die Verkehrswege (Kanäle, Strassen, Bahnen) und die finanziellen Probleme zu meistern, also alles vorzukehren, was zu einem von Anfang an normalen, modernen Leben nötig ist, bevor die Kolonisten eingeladen wurden, zu kommen.

Am Rande der alten Zuidersee sind vier grosse Polder, d. h. Eindeichungen vorgesehen, die Nordwest-, Südwest-, Südost- und Nordost-Polder heissen. Inmitten dieser Polder bleibt die Ysselsee bestehen, die in der Lage sein muss, die Abflüsse des umliegenden Landes aufzunehmen und Verbindungen auch zu Wasser zu schaffen (Bild 1).

Der *Nordwest-Polder* (auch Wieringermeer genannt) ist fertig und das Land zu Kulturzwecken erschlossen. Die Kosten stiegen von anfänglich 25 Mio auf 60 Mio Gulden. Im Jahre 1936 kam die ha kulturfähigen Bodens auf 2500 Gulden zu