

Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 53 (1961)
Heft: 8-9

Rubrik: Mitteilungen verschiedener Art

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: 25.05.2025

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

Die Kraftwerkgruppe Blenio

Mitteilung der Geschäftsleitung der Blenio Kraftwerke AG, Locarno

DK 621.29

Gesamtdisposition

Das Projekt für den Ausbau der Wasserkräfte des Bleniotales wurde in Nr. 1 des Jahrganges 1956 der «Wasser- und Energiewirtschaft» beschrieben. Die damals erläuterte Gesamtdisposition der Anlagen hat durch die inzwischen weitergeführte Detailprojektierung einige wesentliche Änderungen erfahren; es ist daher angezeigt, einleitend kurz auf die Entwicklung des Ausbauplanes hinzuweisen (vgl. dazu Bilder 2 und 3). Die erwähnten Änderungen betreffen das Konzessionsgebiet oberhalb Olivone; nach Durchführung eingehender geologischer Terrainaufnahmen und Sondierungen wurde erkannt, daß die von jeher erwünschte, aber ursprünglich als unausführbar beurteilte Stollenverbindung zwischen Valle Santa Maria (Lukmanier) und Val di Campo in einer Höhenlage von rund 1700 m ü. M. die relativ günstigsten Verhältnisse aufweist. Unter Einrechnung der zu erwartenden, aber in ihrem Ausmaß abschätzbaren Erschwernisse einer solchen Stollentraversierung war es dann möglich, durch Fassung des Lukmanierbrenno bei Acquacalda und ferner durch Einbezug weiterer Abflüsse aus dem Adulamassiv, die über 1700 m ü. M. gelegenen Teilgebiete der Region oberhalb Olivone durch das Zuleitungssystem mit dem Hauptstrang Luzzzone—Olivone—Biasca zu vereinigen und damit gleichzeitig die Wirtschaftlichkeit der Werkgruppe erheblich zu verbessern. Die gewählte neue Gesamtdisposition erlaubt ferner die alljährliche Füllung des Luzzzonebeckens durch natürliche Zuflüsse, so daß auf den früher vorgesehenen Einbau einer kostspieligen Pumpanlage in Olivone zwecks zusätzlicher Wasserförderung in abflußarmen Jahren verzichtet werden kann. Auf der Lukmanierseite verbleibt noch eine ausbauwürdige Nebenstufe Campra-Sommascona. Die untere Stufe Olivone—Biasca entspricht der im Jahre 1956 veröffentlichten Projektbeschreibung; in der Teilstrecke Olivone—Aquila des Freilaufstollens nach Malvaglia kam von den seinerzeit untersuchten Varianten einer un tiefen oder einer mehr im Berginnern gelegenen Trassierung die letztere Lösung zur Ausführung.

Der Ausbauplan umfaßt demnach die Nutzung des Speicherbeckens Luzzzone in den zwei Hauptkraftwerken Olivone (92 000 kW) und Biasca (280 000 kW) sowie die Erstellung der beiden Nebenanlagen Luzzzone (19 000 kW) und später Sommascona (14 000 kW).

Im Kraftwerk Luzzzone wird das Wasser aus den zwei Zuleitungssträngen Acquacalda—Val di Campo—Val Camadra—Luzzzone und Adula—Carassina—Luzzzone über die Gefällsstufe zwischen der Mündung dieser Zuleitung auf Kote etwa 1700 m und dem jeweiligen Stauziel des Luzzzonebeckens (variiierend zwischen 1590 und 1435 m ü. M.) genutzt.

Im Speicherbecken Luzzzone (87 Mio m³) werden die Abflüsse aus einem rund 100 km² großen Einzugsgebiet gesammelt und alsdann zunächst über die Stufe Luzzzone—Olivone ($H_{1,r}$ max. = 570 m) im Werk Olivone verarbeitet.

Die später auszubauende Gefällsstufe Campra—Sommascona von rund 400 m Bruttogefälle be-

zweckt die Nutzung der im Speicherbecken Campra (8 Mio m³) zu stauenden Restabflüsse des Lukmanierbrenno.

Auf dem Horizont von Sommascona—Olivone werden die beiden Hauptflußarme neuerdings gefaßt und zusammen mit dem Werkwasser der Zentralen Sommascona und Olivone in einem Freilaufstollen dem Ausgleichbecken Malvaglia (4,1 Mio m³, Stauziel 990 m ü. M.) zugeführt. Ferner stehen auch die linksufrigen Seitenbäche des unteren Bleniotales sowie zwei unterhalb Biasca gelegene Täler (Valle d'Osogna und Valle di Cresciano) durch das Stollensystem mit dem Ausgleichbecken Malvaglia in Verbindung. In der untersten Kavernenzentrale Biasca wird das Nutzwasser über eine Stufe von 710 m höchstem Bruttogefälle verarbeitet. Die Wasserrückgabe in den Tessin liegt etwa 3 km südlich von Biasca.

Die mittlere jährliche Energieproduktion der Werkgruppe nach Vollausbau wird berechnet zu (Mio kWh):

	Winter Okt.—März	Sommer April—Sept.	Jahr
Luzzzone	8	29	37
Sommascona	18	16	34
Olivone	147	74	221
Biasca	301	376	677
Gesamtgruppe	474	495	969

Bauprogramm und gegenwärtiger Stand der Bauarbeiten

Die Gründung der Aktiengesellschaft für den Bau und den Betrieb der Blenio Kraftwerke erfolgte Ende Februar 1956. Am Grundkapital von 60 Mio Fr. partizipieren die folgenden Gemeinwesen und Elektrizitätsgesellschaften:

Kanton Tessin	20 %
Nordostschweiz. Kraftwerke AG, Baden (NOK)	17 %
Stadt Zürich	17 %
Aare-Tessin AG für Elektrizität, Olten (ATEL)	17 %
Kanton Basel-Stadt	12 %
Bernische Kraftwerke AG, Beteiligungsgesellschaft, Bern (BKW/BG)	12 %
Stadt Bern	5 %
	100 %

Die größeren Arbeiten des Kraftwerkes Biasca nahmen im Frühjahr 1956 ihren Anfang. Im November 1959 konnte die Zentrale Biasca mit einer Maschine den Betrieb aufnehmen; bis zum Frühjahr 1960 waren alle 4 Gruppen mit 280 000 kW Gesamtleistung betriebsbereit. In den ersten 20 Betriebsmonaten (November 1959—Juni 1961) konnten den Gesellschaftspartnern aus dem Werk Biasca bereits rund 1,2 Milliarden kWh zur Verfügung gestellt werden.

Der Ausbau der Staumauer Luzzzone wurde nach Vorbereitung der Straßenzufahrten im Frühjahr 1958 begonnen. Die beiden ersten Baukampagnen (Sommer



Bild 2 Übersichts-Lageplan



- Hauptstollen
- Nebenstollen, Fenster
- Wasserschloß
- Druckschacht
- Zentrale
- Staumauer, Staubecken
- Wasserfassung
- Schaltstation
- Hochspannungsleitungen
- Einzugsgebiet

1958 und 1959) dienten der Herrichtung des umfangreichen internen Zufahrtsnetzes auf der Baustelle sowie den Installationen für Unterkunft, Aufbereitung und Einbringung des Betons; ferner wurde die Freilegung der Fundamentgrube in Angriff genommen. Auf das dritte Baujahr entfiel der Abschluß der verhältnismäßig großen Aushubarbeiten und die Aufnahme des Betonierbetriebes; die Gewinnungs-, Aufbereitungs- und Einbringungsanlagen wurden eingespielt und für den Großbetrieb vorbereitet. Bis zur Schließung der Baustelle im Herbst 1960 waren rund 150 000 m³ Mauerbeton plaziert. Die Haupttätigkeit der Betonierung entfällt auf die beiden Sommer 1961 und 1962, während welchen je mit einer Saisonleistung von 430 000—550 000 m³ gerechnet wird; im Jahre 1963 wird alsdann die Mauerbetonierung (Gesamtkubatur 1 330 000 m³) abgeschlossen werden können. Die Beckennutzung beginnt bereits während der Bauperiode mit der Betriebsbereitschaft des Werkes Olivone; in den beiden Jahren 1962 und

1963 wird das Becken bis zur jeweils ausinjizierten Mauerkote teilgestaut; der erste Vollstau wird 1964 erfolgen können.

Die Bauarbeiten der Werke Olivone und Luzzone setzten im Frühjahr 1959 ein. Die Rohbauarbeiten der Zentralkaverne Olivone sind abgeschlossen, die Montage der beiden Maschinengruppen ist auf den Inbetriebnahmetag im Frühjahr 1962 ausgerichtet. Die kleine, zu automatisierende Zentrale Luzzone wird im Frühjahr 1963 fertig sein.

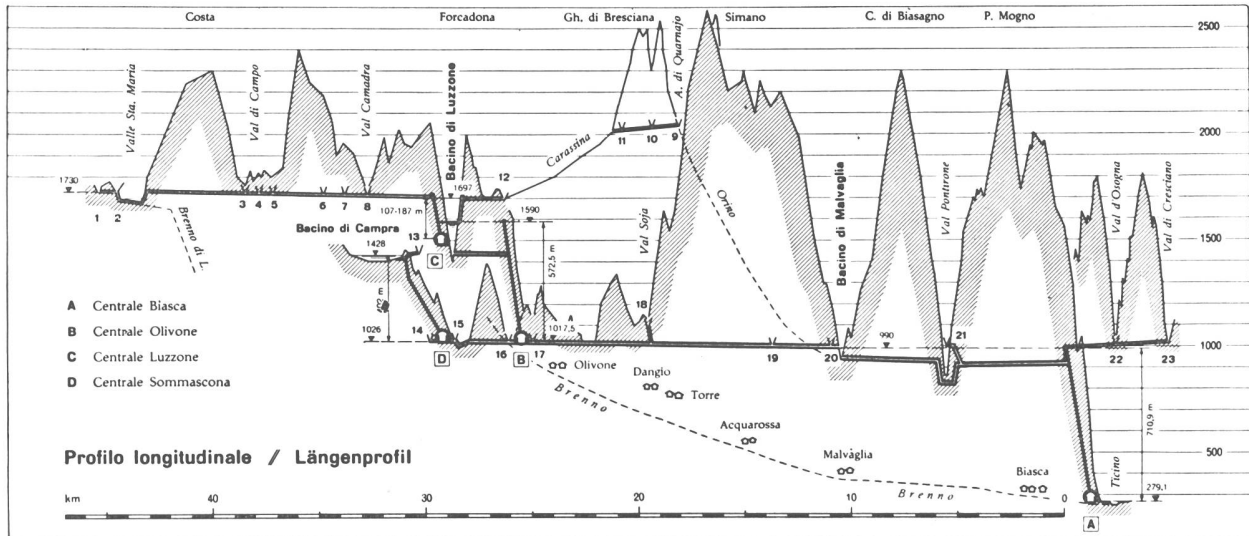


Bild 3 Übersichts-Längenprofil

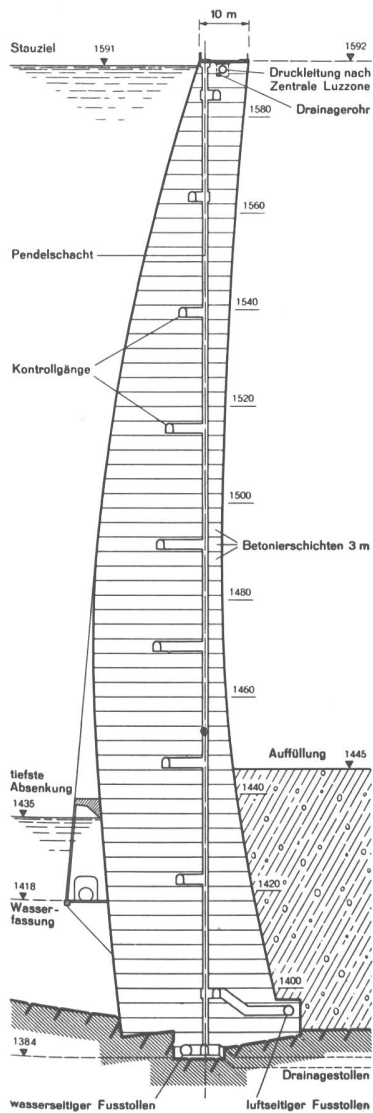


Bild 4 Staumauer Luzzzone, Hauptschnitt
(größte Höhe 208 m, Kronenlänge 530 m,
Mauerkubatur 1 330 000 m³)

Bauausführung

Zur Charakterisierung des Baumfanges seien die folgenden statistischen Größen genannt:

Ausbruch unter Tag für Stollen, Schächte, Kavernen usw. rund 1 000 000 m³; Vortriebslänge der Stollen und Schächte rund 77 km; Erd- und Schuttbewegungen oberirdisch für Fundamentaushübe, Kiessandgewinnung usw. gegen 4 000 000 m³; gesamter Arbeitsaufwand rund 20 000 000 Arbeitsstunden; Zementbedarf gegen 400 000 t; Sprengstoffverbrauch über 2 500 000 Kilo.

Von den vielen Bauobjekten können im Rahmen dieser Übersicht nur einige Anlagen von besonderem Interesse erwähnt werden.

Staumauer Luzzzone (Bilder 1, 4 und 5)

Das Speicherbecken Luzzzone mit 87 Mio m³ Nutzinhalt (Stauziel 1591 m ü. M.) bildet das Kernstück der ganzen Werkgruppe. Als Beckenabschluß wird eine Bogenstaumauer von 208 m größter Höhe, 530 m Kronenlänge und 1 330 000 m³ Betonmauerwerk erstellt; die Talsperre Luzzzone wird damit unter den schweizerischen Staumauern den dritten Platz einnehmen. Die Projektbearbeitung des Sperrobjectes liegt in den Händen des Ingenieurbüros Prof. Dr. A. Stucky in Lausanne; die Projektierung der Nebenanlagen und die Koordination der Planausfertigung sowie die örtliche Bauleitung, einschließlich der Betreuung der Betonprüfung im Laboratorium besorgt die Blenio Kraftwerke AG mit eigenem Personal. Die Bauausführung ist der Arbeitsgemeinschaft «Impresa Diga Luzzzone» anvertraut, gebildet aus den Unternehmungen Locher & Cie., Zürich; B. Pagani, Lugano; AG H. Hatt-Haller, Zürich; Losinger & Cie AG, Bern-Locarno; Vicari S.A., Lugano; AG C. Zschokke, Zürich; Frutiger Söhne & Cie, Thun, und Bürgi & Huser AG, Bern.

Ein Übersichtsplan der Staumauer Luzzzone mit den Baustelleneinrichtungen ist im Einlageblatt Seite 190 des von «Wasser- und Energiewirtschaft» aus Anlaß des 7. Internationalen Kongresses für Große Talsperren in Rom 1961 herausgegebenen Sonderheftes «Barrages en

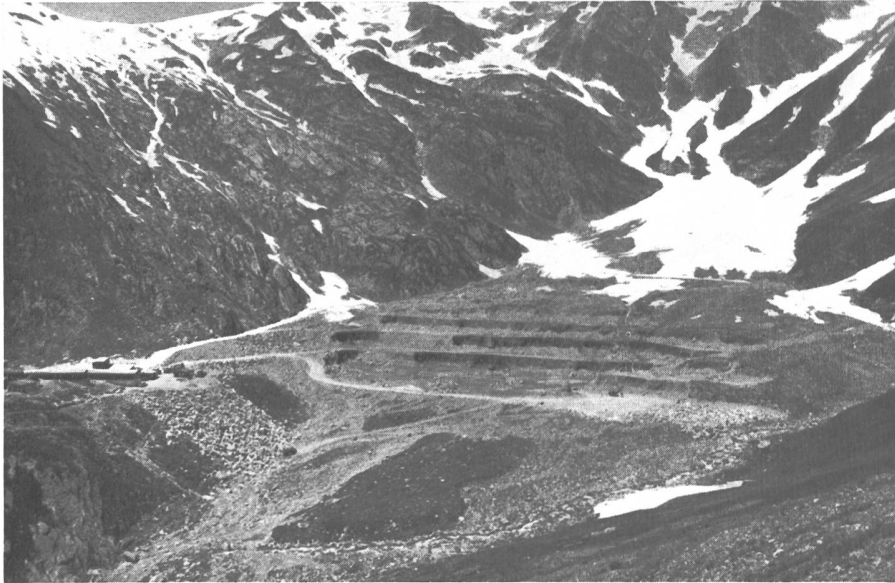


Bild 5
Pian Giarett, Baggerfeld für die Gewinnung der Zuschlagstoffe für den Beton der Staumauer

Suisse» (Heft 6/7 des 53. Jahrgangs 1961) enthalten. Ferner sind auf Seite 192 und an anderen Stellen dieser Veröffentlichung einige Hinweise zum Mauerprojekt zu finden.

Die Freilegung der Baugrube erforderte mit rund 1 100 000 m³ verhältnismäßig große Fels- und Schuttmaterialbewegungen. Dieser Arbeitsaufwand erklärt sich aus der Notwendigkeit der Ausräumung eines mit Quartenschiefer ausgefüllten Tälchens am linken Mauerwiderlager zur einwandfreien Fundierung der Talsperre auf der Bündnerschieferunterlage. Am Schluß der Bausaison 1959 ist nach einer längeren Regenperiode eine Partie des damals bereits weitgehend freigelegten linken Widerlagers längs einer verdeckten Kluft abgebrochen und in einem Ausmaß von über 100 000 m³, ohne Schaden an Personen oder Geräten zu verursachen, in die Fundamentgrube nachgestürzt. Die bereits erfolgte Ausräumung dieses Nachbruches beeinflußt weder den Endtermin der Bauausführung noch die Stabilität des Bauwerkes. Zur Sicherung der hohen Felsanschnitte der Fundamentgrube wird das linke Widerlager der Talsperre als Gewichtsstützkörper bis zum Felsanschluß weitergeführt.

Die Kies/Sand-Gewinnungsstelle für den Staumauerbau liegt auf rund 2000 m ü. M. im obersten Talkessel des benachbarten Val Camadra (Bild 5), da die im engeren Val Luzzzone vorhandenen Gesteinsvorkommen sich nicht als Zuschlagsmaterial für die Betonherstellung eignen. Das Baggerfeld wird aus mächtigen, gotthardmassivischen Gehängeschutt- und Moränepartien gebildet. Die Baustelle ist eingerichtet für eine tägliche Baggerleistung von 6500 m³. Das auf Pneufahrzeuge verladene Baggergut wird am Rande der Gewinnungsstelle zunächst in eine Vorbrechanlage gekippt und hier auf das Maximal Korn von 150 mm zerkleinert. Von der Vorbrechanlage gelangt es in ungewaschenem und unsortiertem Zustande mittels einer in Schrägschächten und dem künftigen Zuleitungsstollen Camadra—Luzzzone verlegten, sektionsweise angetriebenen Transportbandstraße nach der Baustelle Luzzzone und hier entweder auf das Zwischendepot oder direkt in den Wasch- und Sortierprozeß. Das Zwischendepot erlaubt jeweils im Frühjahr unabhängig vom Betriebsbeginn des etwa 400 m höher gelegenen Baggerfeldes die frühzeitige Aufnahme der Mauerbetonierung; hier wird auch der Kies/Sand-Bedarf der letzten Betonierkampagne gelagert, da

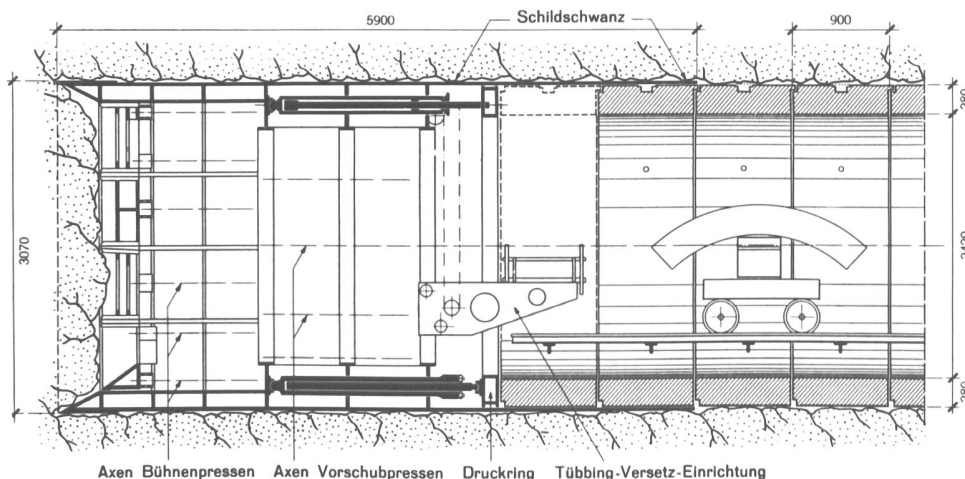


Bild 6
Zuleitungsstollen Acquacalda—Camadra—Luzzzone, Baustelle Alpe Predasca; Skizze der Schildkonstruktion zur Durch-fahrung druckhafter Triaspartien

die Baggerung wegen der Unterwassersetzung des Zuleitungsstollens Camadra—Luzzzone am Ende der vorangehenden Bausaison abgeschlossen wird. Die Wasch- und Sortieranlage verfügt über eine mittlere Kapazität von 330 m³/h; die Sandkomponenten 0,1—1 und 1 bis 3,5 mm werden in Rundsilos gelagert, die Kieskomponenten 3,5—10, 10—35, 35—80 und 80—150 mm in Hangdepots. Für beide Sand-Korngrößen sind je 3—4 Silos verfügbar; zwecks Erreichung einer gleichmäßigen Feuchtigkeit wird der Betrieb so geführt, daß jeweils während der Entleerung eines Behälters das nasse Sandgut des zweiten gefüllten abtropfen kann und der dritte zur Füllung mit neu gewaschenem Material bereitsteht. Entnahmebänder besorgen den komponentenweisen Zutransport vom Depot zum Betonturm. Der Zement wird von den Fabriken in Zisternenwagen per Bahn nach Biasca gebracht und hier pneumatisch in Zwischensilos gefördert. Der Zutransport zu den Baustellensilos geschieht per Straße mit auf Lastwagen montierten Behältern von rund 8 t Fassungsvermögen. In Spitzenbedarfszeiten müssen täglich etwa 1000 t Zement antransportiert werden. Die Zusammenstellung des Betongemisches in der Johnson-Anlage geschieht durch Abwiegen der Komponenten; 4 Mischer zu je 3 m³ Fassungsvermögen besorgen den Mischvorgang und kippen den Frischbeton in die unterliegenden Beladesilos, aus welchen er mit Siloanhängern zu 6 m³ Inhalt den Kabelkränen zugeführt wird. Die Einrichtungen erlauben, gleichzeitig Mischungen mit drei verschiedenen Zementdosierungen aufzubereiten und zu verteilen. Für das Einbringen des Betons dienen 2 radial fahrbare Kabelkrane von je 20 t Tragkraft mit Kübeln von 6 m³ Inhalt fertigen Betons. Der Frischbeton wird am Verwendungsort mit Traxfahrzeugen verteilt und mit an Raupenfahrgeräten montierten Vibratoren verdichtet. Die Abbindewärme des Betons wird abgeführt durch in einem Rohrleitungssystem zirkulierendes Wasser. Die Qualität der Betonfabrikation wird laufend durch Probenentnahmen, welche im eigenen Laboratorium geprüft werden, untersucht. Die Aufbereitungs- und Einbringungsanlagen sind dimensioniert für eine tägliche Spitzenleistung von 4000—5000 m³ Fertigbeton.

Stollenbauten (Bilder 6, 7 und 8)

Mit rund 77 km Gesamtlänge spielen die Stollenbauten beim Arbeitsaufwand des Ausbauplanes eine wesentliche Rolle. Am Aufbau des von den Stollen zu durchörternden Gebirges sind Gesteine verschiedener Varietäten beteiligt; etwa 55 % der Gesamtstollenlänge entfallen auf Gneise der penninischen Decken und im Norden auch des Gotthardmassivs, weitere 37 % auf die zwischen der Stirn der penninischen Decken und dem Gotthardmassiv eingebetteten verschiedenartigen Bündnerschieferkomplexe, 5,5 % führen durch Schuttstrecken und 2,5 % oder insgesamt rund 2 km durch Triasgesteine. Die günstigsten Bauverhältnisse wurden in den grobkörnigen Gneispaketen der Region zwischen Malvaglia und Biasca sowie in den massiven penninischen Bündnerschiefern der Toira-Sosto-Zone angetroffen. In der dazwischenliegenden Zone Olivone—Malvaglia waren in einzelnen Partien durch die Gesteinslagerung und durch Wasserführung bedingte Erschwernisse zu überwinden.

Zu besonderen Vorkehrungen und Baumaßnahmen veranlaßten einzelne Triasstrecken; in den Gesteinsserien

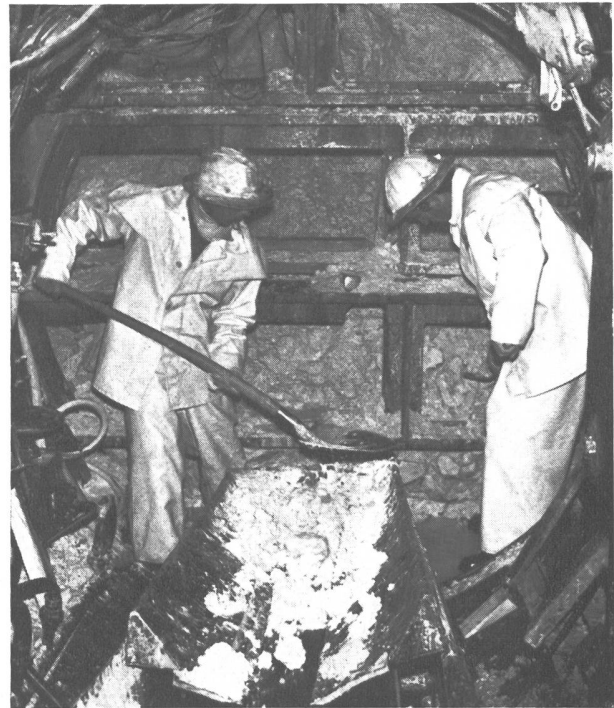
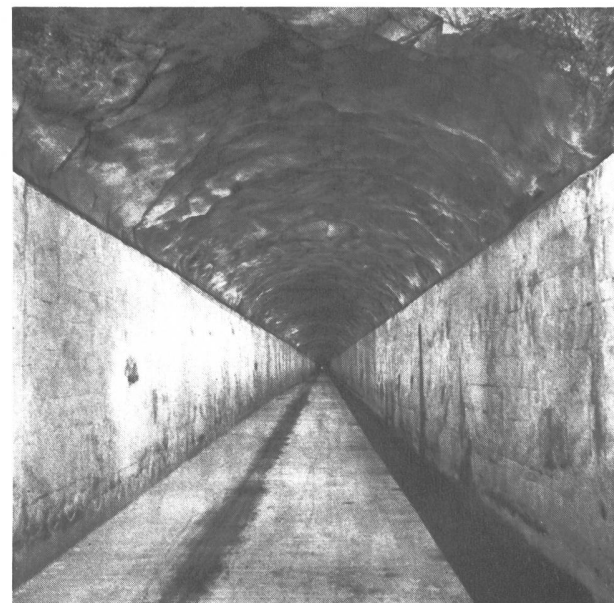


Bild 7 Zuleitungsstollen Acquacalda—Camadra—Luzzzone, Baustelle Alpe Predasca; Schildvortrieb

der Triasformation können bekanntlich neben harten und standfesten Marmoren oder schiefrigen Varietäten auch weichere Dolomite und Rauhacken oder gar lockere und selbst druckhafte Gips- und Dolomitpartien auftreten. Zu diesen Eigenschaften kommt oft auch noch die Gefahr der Aggressivität des Wassers auf den Beton, welche zur Verwendung von Spezialzementen oder

Bild 8 Freilaufstollen Olivone—Malvaglia mit etwa 15,5 m² Normalprofil, Stollensohle und Seitenwände betonverkleidet, Gewölbe in der Regel unverkleidet bzw. mit Spritzbeton versehen



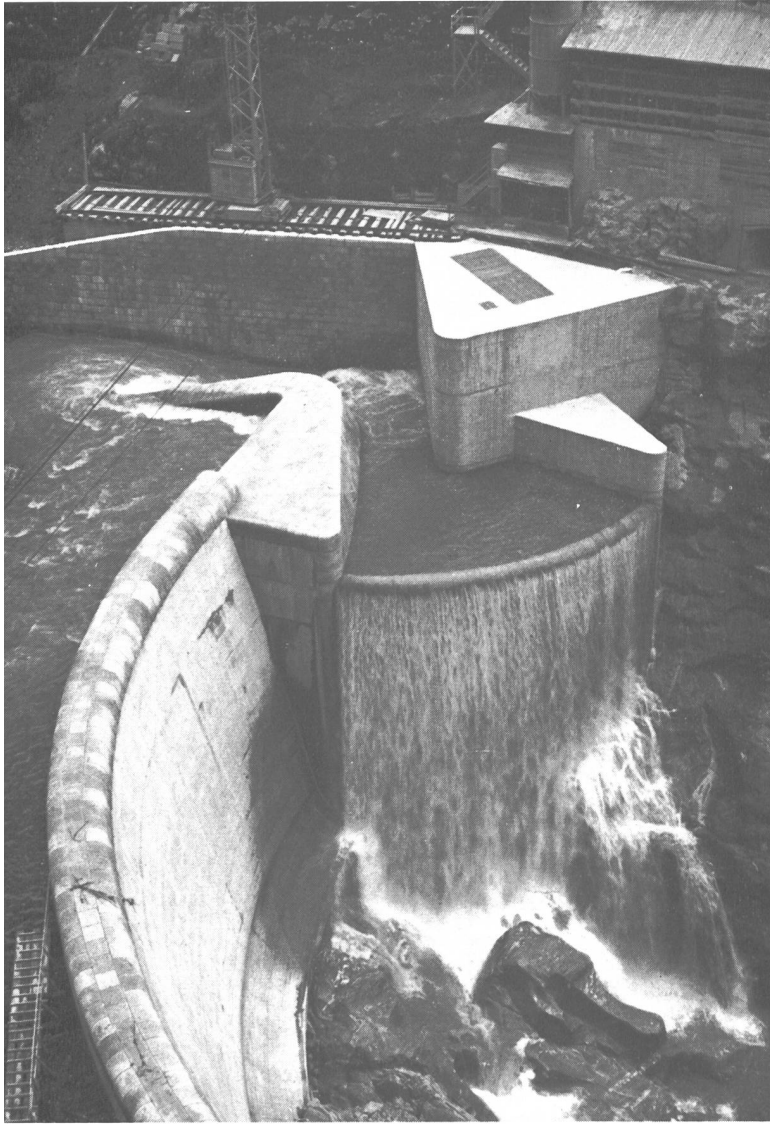
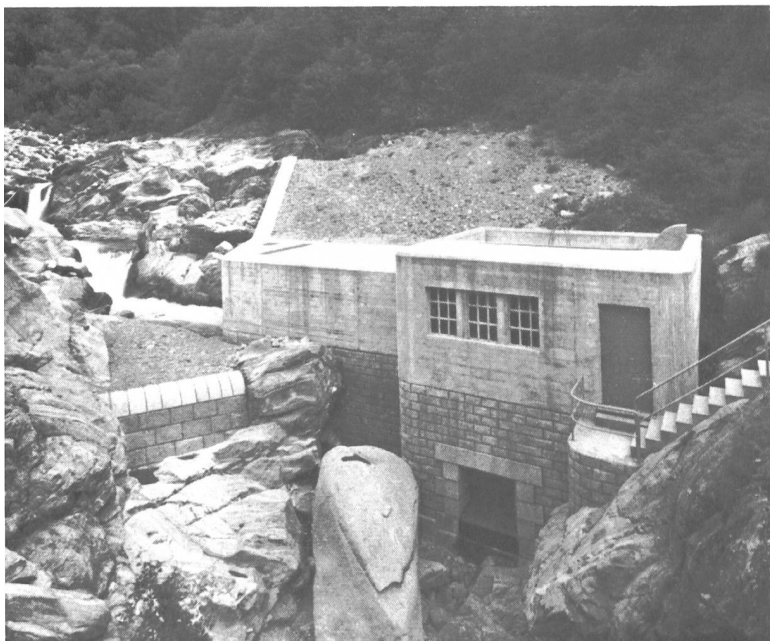


Bild 9 Wasserfassung des Greinabrenno bei Olivone für 12,5 m³/sec Schluckvermögen

Bild 10 Wasserfassung Val Soja für 1,6 m³/sec Schluckvermögen



Schutzanstrichen veranlassen kann. In einzelnen meist wenig mächtigen Triasquerungen wurden durchaus normale Vortriebsverhältnisse angetroffen, während für andere, mächtigere Vorkommen zum vornherein Ausbruchtypen mit schwerem Einbau und unmittelbar folgender Ausmantelung vorgesehen wurden.

In der rund 500 m mächtigen Triaspassage des Val di Campo, welche vom Stollendurchstich zwischen diesem Tal und der Fassungsstelle Acquacalda des Lukmanierbrenno zu durchhörtern ist, wurden prognosegemäß zuckerartige Dolomite angefahren, die sich durch Sättigung mit Druckwasser als zähflüssige, breiartige, druckhafte Masse präsentierten, welche mit den herkömmlichen Tunnelbaumethoden mit Marciantivortrieb und schwerstem Einbau, reduziertem Vortriebsprofil oder auch mittels chemischer Verdichtungen nicht mehr überwunden werden konnte. Es wurde daher auf die Schildbauweise umgestellt; dieser Sondervortrieb wurde einer Arbeitsgemeinschaft der Unternehmungen Locher & Cie AG, Zürich, und Prader & Cie AG, Zürich, mit der deutschen Spezialfirma Hallinger KG, Gelsenkirchen, übertragen. Der verwendete Schild besteht aus einem 5,90 m langen ausgesteiften Stahlrohr von 3,0 m Außendurchmesser, welches am vordern Ende eine starke Schneide aufweist. Die unabhängig bewegliche Stahlkonstruktion der Stollenbrust ist mit mehreren verschließbaren Auslaßöffnungen für das Entfernen des Stollenmaterials versehen. Am Schildschwanz sind Vorrichtungen für das Versetzen der Tübbinge vorhanden; diese vorfabrizierten 0,90 m breiten und 0,28 m starken Tübbinge werden in 3 Segmenten von 1,9—2,0 m Bogenlänge ringweise am Schildende versetzt, in der Weise, daß nach dem jeweiligen Vorschub des Schildes um Tübbingbreite ein neuer druckfester Ring des fertigen Stollens zurückbleibt. Zum Vorschub des Schildes dienen 14 hydraulische Pressen mit rund 1000 t Gesamtschubkraft; 10 kleinere Pressen von je 40—50 t besorgen die Bewegung der Stollenbrust. Da die Aushubmasse oft von härteren, separat abzubauenen Rippen durchzogen wird, ist die Vortriebsleistung recht unregelmäßig; in 8 Monaten wurden mit der Schildbauweise 200 m Fortschritt erzielt (durchschnittlich rund 1 m pro Tag). Für die Überwindung dieser Triasstrecke wurden bereits im Voranschlag namhafte Kostenbeträge reserviert, welche durch die Bauausführung ungefähr bestätigt werden. Die Zuleitung des Lukmanierbrenno zum Luzzonebecken bringt einen derart beträchtlichen Wasserzuschuß, daß, gesamtwirtschaftlich beurteilt, die Aufwendungen für die Traversierung der Triaszone des Val di Campo mit besonderen Mitteln bei weitem gedeckt werden können. Der Schildvortrieb wird in absehbarer Zeit wieder durch die normale Stollenbaumethode ersetzt werden können.

Wasserfassungen (Bilder 9 und 10)

Im Ausbauplan der Blenio Kraftwerke sind über 20 Fassungen größerer und kleinerer Bäche zu erstellen. Das größte Schluckvermögen dieser Bauwerke liegt zwischen rund 100 l/sec bei den kleinsten Gewässern und 12,5 m³/sec bei der größten Fassung (Greinabrenno bei Olivone). Die größeren Bauwerke sind durchwegs geschiefbefreie Fassungen des gleichen im Betrieb wohlbewährten Typs, wie er bereits beim Bau der Maggiawerke entwickelt wurde. Es handelt sich im Prinzip um

Fassungen mit festem Wehr, bei denen im Vorbecken der Fassung durch Buhneneinbauten eine gerichtete räumliche Wasserführung erzeugt wird, welche das Geschiebe von der Eintrittsöffnung der Fassung fernhält und über den Wehrkörper wegspült. Das gefaßte Wasser durchströmt bei den meisten Fassungen zunächst eine Vorkammer, in welcher das noch mitgerissene, vorwiegend feinkörnige Geschiebe abgesetzt und periodisch ausgespült werden kann; in einer anschließenden, reichlich bemessenen Entsandungskammer wird das Wasser weiter gesäubert. Das gereinigte Nutzwasser gelangt alsdann durch eine regulierbare Abflußöffnung in den Zuleitungsstollen; das Regulierorgan dieser Abflußöffnung kann bei den größeren Fassungen des Werkes Biasca von der Zentrale aus ferngesteuert werden. Mit der Fernsteuerung ist ein Fernübertragungssystem von hydraulischen Meßwerten (gefaßte Wassermengen bzw. beim Wehrkörper überströmende Abflüsse) kombiniert. Die Einläufe der Fassungen sind im weiteren so konstruiert, daß sie bei einer je nach Größe des Gebietes einstellbaren Hochwassermenge, ohne Fernsteuerung und ohne Bedarf an elektrischer Energie, durch eine hydraulisch gesteuerte Vorrichtung selbsttätig schließen. Diese Vorrichtung sowie die Fernmeß- und Fernsteuerungseinrichtungen sind für die Aufrechterhaltung eines rationellen Betriebes einer Werkgruppe vom Charakter der Bleniowerke unerlässlich. Die Erkenntnisse einer zweckmäßigen Disposition und Formgebung der Fassungen, welche in erster Linie von den lokalen topographischen Gegebenheiten abhängen, wurden bei größeren Entnahmestellen anhand von Modellversuchen gewonnen. Die Anwendung des erwähnten Fassungstyps wird durch den Umstand begünstigt, daß die Gewässer auf der Alpensüdseite in dem zu fassenden Bereich meist verhältnismäßig sauberes Wasser führen und der Geschiebetrieb in der Regel erst bei Abflüssen beginnt, welche über dem Schluckvermögen der Fassungen liegen. Die hier verwendete Normalausbildung kann daher nicht ohne weiteres auf grundsätzlich anders geartete Abflußregime und Verhältnisse übertragen werden. Bei einzelnen kleineren Gerinnen sind auch Wasserentnahmen vom Typus der Rechenfassungen gewählt worden.

Staumauer Malvaglia (Bilder 11 und 12)

Das Becken Malvaglia von 4,1 Mio m³ Nutzinhalt (Stauziel 990 m ü. M.) dient zur Bedarfsanpassung der Zuflüsse des Kraftwerks Biasca; es liegt im zweituntersten linksufrigen Seitental des Brenno rund 10 km von der Zentrale Biasca entfernt. Als Beckenabschluß dient eine Bogentalsperre von 92 m größter Höhe, 292 m Kronenlänge und 164 000 m³ Betonmauerwerk (Projektbearbeiter Ingenieurbüro Prof. Dr. A. Stucky, Lausanne). Für die Freilegung der Fundamentgrube waren Erd- und Schuttbewegungen von 168 000 m³ erforderlich; dieser verhältnismäßig große Aushubumfang erklärt sich aus dem Umstand, daß die Sperrstelle beidufzig mit mächtigen Gehängeschuttpartien überdeckt war. Wegen diesen Schuttüberdeckungen und der Anwesenheit versackter Zonen im Sperrbereich war die Einpassung des Bauwerkes ins Gelände keine einfache Aufgabe. Die bei Vorsondierungen und bei der Bauausführung gewonnenen Aufschlüsse sowie die seitherigen Deformationsmessungen zeigen, daß die Situierung der

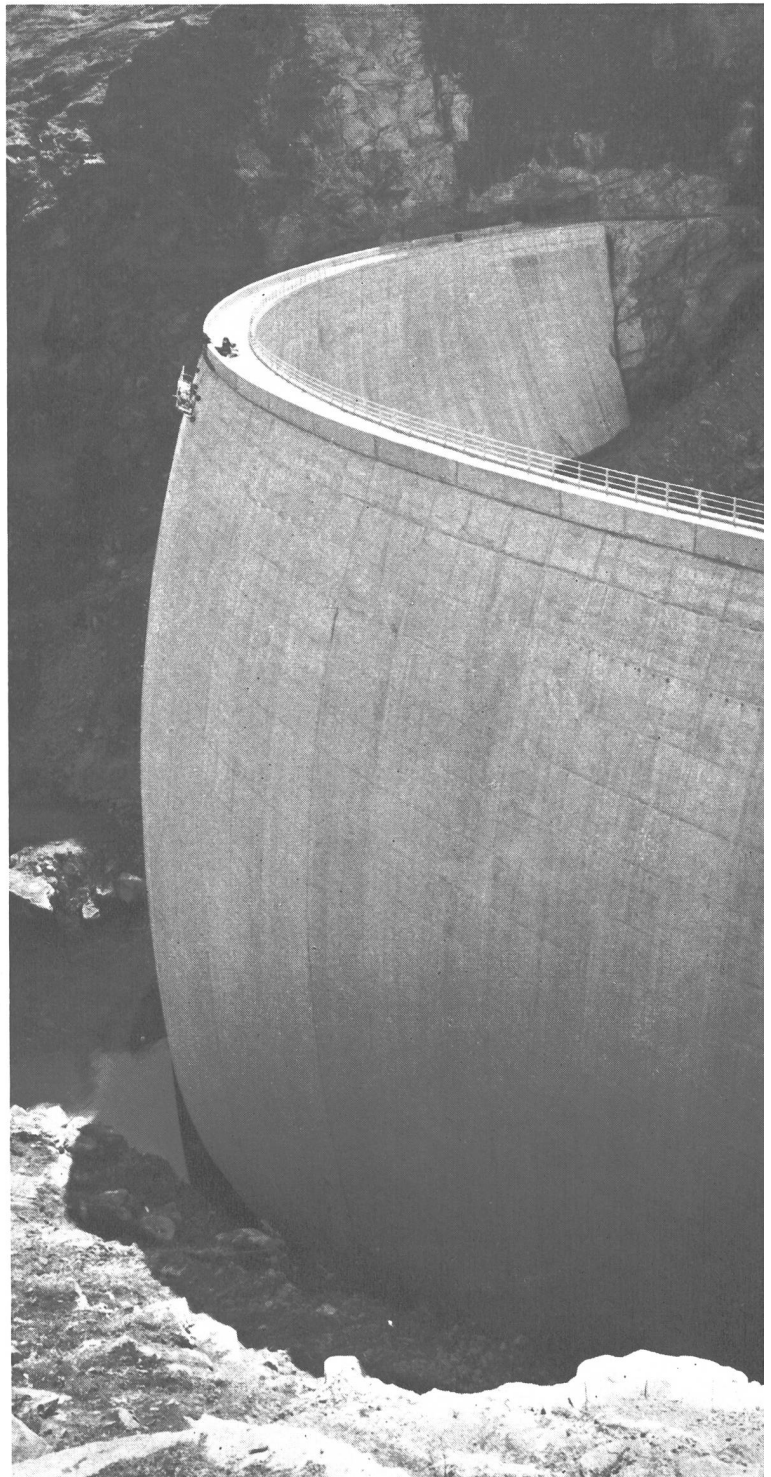


Bild 11 Staumauer Malvaglia

Talsperre gut gelungen ist. Das Becken hat sich ferner als bemerkenswert dicht erwiesen.

Die Installierung der Baustelle und die Aushubarbeiten wurden im Sommer 1956 aufgenommen; im Herbst 1957 wurde die Betonierung begonnen, welche bereits im Oktober des darauffolgenden Jahres abgeschlossen werden konnte. Diese praktisch nur einjährige Betonierung und die entsprechend große Installierung der Baustelle waren bedingt durch den Umstand, daß

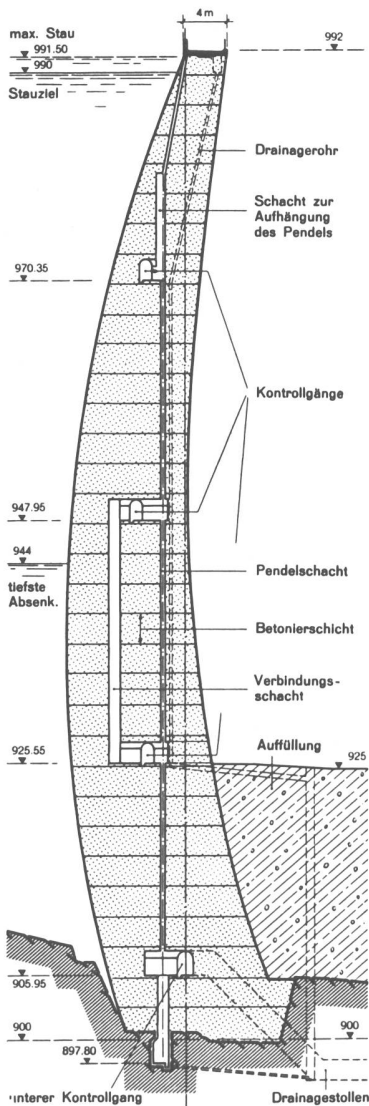


Bild 12 Staumauer Malvaglia, Hauptschnitt (größte Höhe 92 m, Kronenlänge 292 m, Mauerkubatur 164 000 m³)

der für die Inbetriebnahme unerlässliche Ausbau des Umlaufstollens zum tiefliegenden Grundablaß nur während der wasserarmen Winterperiode 1958/59 vorgenommen werden konnte. Nach erfolgter Abkühlung des Mauerkörpers fand im Frühjahr 1959 der Fugenschluß statt; das Verhalten der Mauer konnte mit einem ersten Probestau und der anschließenden Absenkung über den Sommer 1959 kontrolliert werden. Das Becken war auf die Inbetriebsetzung der Zentrale Biasca im November 1959 neuerdings gefüllt.

Als Zufahrt zur Baustelle dient eine rund 10 km lange, von der Kraftwerkgesellschaft vorgängig des Sperrenbaus neu erstellte Straße, welche beim Dorf Malvaglia aus dem Talboden abzweigt.

Die zur Betonierung verwendeten Zuschlagstoffe wurden aus Alluvionen oberhalb des Beckens gewonnen.

Die Bauinstallationen waren dimensioniert für eine Spitzenleistung von rund 1000 m³ Fertigbeton pro Tag. Als Besonderheit ist die im schweizerischen Talsperrenbau erstmalige Verwendung von zwei großen Derrick-

kranen mit 60 m Ausladung und 2 m³ Kübelinhalt für die Einbringung des Betons zu erwähnen; diese beiden Hebezeuge operierten aus festen Standorten von der talseitig der Mauer errichteten Dienstbrücke.

Zentralen (Bilder 13, 14, 15, 16 und 17)

Der bei den Zentralen Cavergho und Peccia der Maggia Kraftwerke aus wirtschaftlichen, statischen und bautechnischen Erwägungen entwickelte Kavernentyp hat sich bei der Bauausführung und später auch im Betrieb gut bewährt. Es erwies sich nach eingehenden Studien, daß auch bei den Zentralen Biasca und Olivone eine ähnliche Disposition die vorteilhafteste Lösung ergibt. Wie die Plan- und Bildbeilagen zeigen, handelt es sich im Prinzip um ein in ausreichender Entfernung von der Felsoberfläche angeordnetes halbkreisförmiges Kavernen-Ausbruchprofil mit beidseitig kurzer tangentialer Fortsetzung, welches durch ein ringweise eingezogenes Betongewölbe verkleidet wird. In diesem Querschnitt werden sämtliche erforderlichen Einrichtungen und Lokalitäten so disponiert, daß sich die Erstellung separater Nebenkavernen oder Stollenbauten, mit Ausnahme der Zu- und Abgänge, erübrigt. Dabei hat sich die folgende Aufteilung des verfügbaren Raumes als zweckmäßigste Lösung erwiesen:

Der bergseitige Sektor wird in der Regel von den hydraulischen Zu- und Ableitungen (Verteilleitungen mit Abzweigern und Abschlußschiebern, Ablaufkanal, Wasserreservoir und Kühlwasserleitungen) beansprucht, welche von den übrigen Räumen durch eine starke Zwischenwand als Schutzmaßnahme gegen den Fall von Wassererguß bei allfälligen Defekten der druckwasserführenden Teile getrennt sind. Der entsprechende Platz auf der Gegenseite dient zur Aufnahme der elektrischen Ausrüstung (Transformatoren in besonderen Zellen, elektrische Verbindungen, Meßeinrichtungen, Kabelabgänge, Kommandostelle, Schalt- und Steuerapparate usw.). Der hohe Mitteltrakt (nahezu die Hälfte der verfügbaren Breite) bildet den eigentlichen Maschinensaal, dessen Ausmaße durch die Anzahl der zu platzierenden Einheiten und dem erforderlichen freien Montage- und Abstellplatz gegeben sind. Stirnseitig findet sich Platz für die Anordnung der Werkstatt sowie weiterer Diensträume oder Magazine und bei Olivone auch der Kommandostelle. Neu im Vergleich zu den Maggiazentralen ist der mit den Maschinensalkranen bedienbare, vollständig gegenüber den andern Räumen der Zentrale abgeschlossene, stirnseitig angeordnete Montagebereich der Transformatoren, in welchem auch alle Ölbehälter und eine ortsfeste Ölregenerierungsanlage untergebracht sind. Die Verbindung zwischen der Ölregenerierungsanlage und dem Transformator erfolgt ebenfalls über fest montierte Leitungen, so daß beim Regenerierungsprozeß der Transformatoren nur noch eine minimale Brandgefahr besteht. Die ganze Länge des Mitteltraktes liegt im Bedienungsbereich der Maschinensalkrane. Die im Untergeschoß liegenden Lokalitäten (Eigenbedarfs-einrichtungen, Kabelverteiler usw.) können durch Treppenzugänge erreicht werden; für die Durchgabe schwerer Lasten mit dem Kran dienen im Maschinensaalboden ausgesparte abdeckbare Montageöffnungen. Eine wesentliche Voraussetzung für die Wahl dieser geschilderten, im Betrieb rationellen und übersichtlichen, aber auch wenig Raum beanspruchenden Anordnung

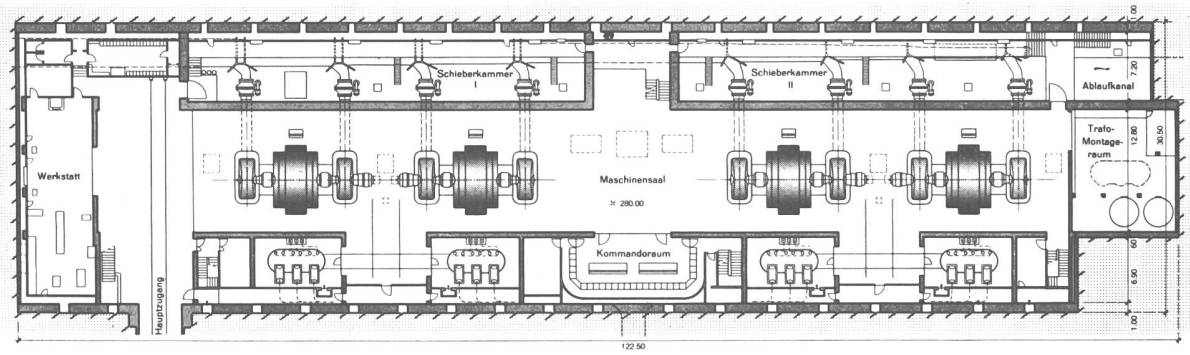


Bild 13 Zentrale Biasca, Grundriß

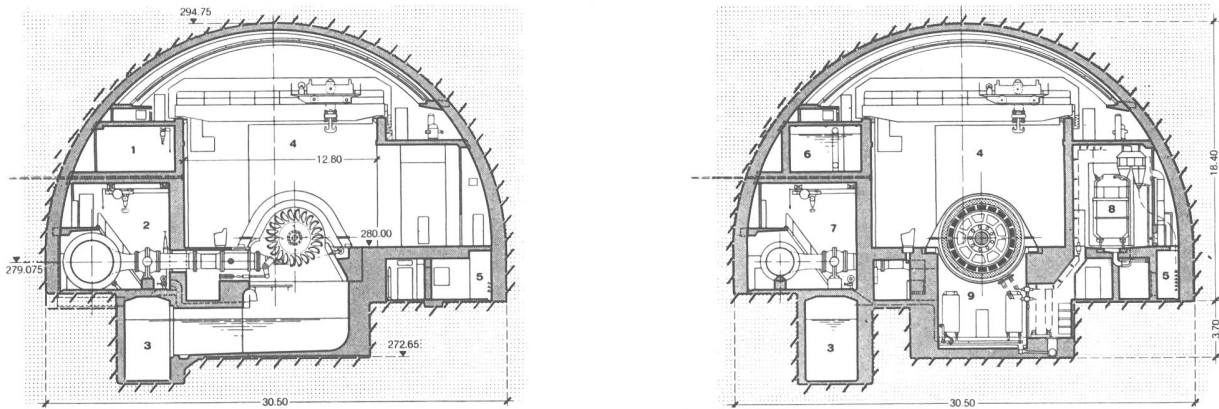


Bild 14 Zentrale Biasca; Querschnitte, links durch Turbine, rechts durch Generator.
 Zahlenlegende: 1 Magazin, 2 Schieberkammer I, 3 Ablaufkanal, 4 Maschinensaal, 5 220-kV-Kabel, 6 Kühlwasserreservoir, 7 Schieberkammer II, 8 Dreiphasentransformator, 9 Hilfseinrichtungen Generator

Bild 15 Zentrale Olivone, Bauzustand Mitte August 1960
 (Ausbruch und Gewölbeverkleidung abgeschlossen)



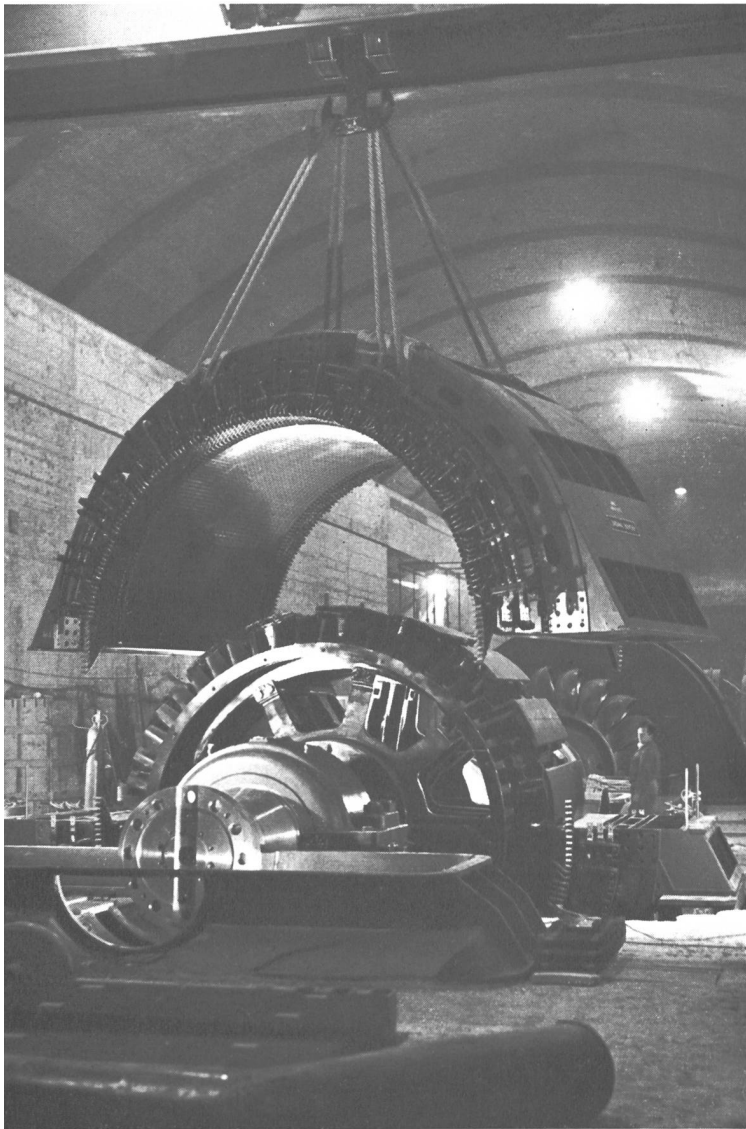
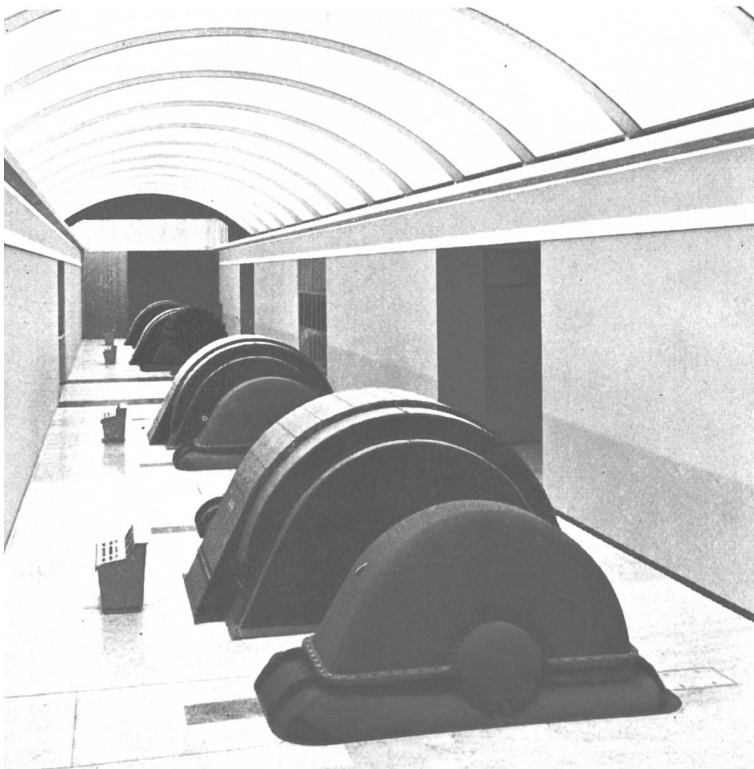


Bild 16 Zentrale Biasca, Maschinenmontage

Bild 17 Zentrale Biasca, Ansicht des Maschinensaales nach Fertigstellung der Anlagen



sind die Verwendbarkeit kurzer Abzweigrohre der Verteilungen und geradliniger Turbineneinläufe.

Für die Ausführung des Rohbaues der Kavernen hat sich der folgende Vorgang bewährt: Vortrieb eines Firststollens etwas oberhalb der künftigen Kranbahnhöhe durch die Zentralenlängsachse und gleichzeitiger Vortrieb von zwei lateralen, den Längswänden folgenden Stollen auf Höhe der Gewölbekämpfer; ringweises Aufschlitzen der zwischenliegenden Strossen mit unmittelbar folgendem Einzug der Gewölberinge, deren Schalung gegen den in der Mitte verbliebenen Felskern abgestützt wird. Dieses Vorgehen erlaubt die sichere Beherrschung allfälliger lokaler Störungen in der Felsqualität. Nach erfolgter Sicherung des Gewölbes durch die Betonverkleidung kann der verbliebene Felskern unter Einsatz schwerer Mittel abgetragen werden. Nach dem Ausräumen der unter dem Hauptausbruch liegenden lokalen Vertiefungen werden von den Fundamenten her die Stütz- und Tragkonstruktionen in Eisenbeton ausgeführt. Als weitere wichtige konstruktive Maßnahme ist das Versetzen von Vorspannankern in einzelnen Maschinenfundamenten, in den Verteilungsfixpunkten und zur Ausbildung der Schieberkammer als druckfester Raum zu erwähnen. Schließlich folgen die Maschinenmontage und der Innenausbau der Kaverne. Die frühe Bereitstellung der definitiven Klima- und Ventilationsanlage der Kaverne und der Werkstatt wirkte sich günstig auf die Arbeitsbedingungen bei der Montage aus. Bei den vorzüglichen Felsverhältnissen der Zentralen Biasca (Granitgneise) und Olivone (massiver Bündnerschiefer) mußten für den Rohbau der Kaverne (Ausbruch, Gewölbeverkleidung, Stütz- und Tragkonstruktionen usw.) in Biasca nur Fr. 68.— (Ausbruchvolumen 60 000 m³) und in Olivone Fr. 71.50 (Ausbruchvolumen 30 000 m³) pro m³ umbauten Raum aufgewendet werden; diese Verhältniszahlen zeigen, daß die Kavernenausführung bei geeigneter Standortwahl nicht teurer ist als die Bauweise im Freien. Bei der Kavernenausführung besteht gegenüber der Aufstellung im Freien auch der Vorteil einer bedeutend freieren Horizontwahl.

Schließlich ist noch darauf hinzuweisen, daß die gewählte Kavernenbauweise auch ästhetisch befriedigende Lösungen erlaubt, wenn dem Innenausbau, der Farbgestaltung und der Beleuchtung besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird. Zur Schaffung eines angenehmen Arbeitsklimas gehören außer den erwähnten ästhetischen Voraussetzungen vor allem eine ausreichende und zweckmäßige Klimatisierung der Räume, die Bereitstellung der erforderlichen hygienischen Einrichtungen und die Isolierungsmaßnahmen gegen Schall und Kondenswasser.

Die Hauptdaten der Maschinengruppen der beiden Hauptzentralen sind folgende:

Biasca

4 horizontalachsige eindüsige Zwillings-Pelton-turbinen von je 72 650 kW Nennleistung, 12,5 m³/sec Schluckvermögen, 333 Touren/min (Lieferant Escher Wyß AG, Zürich);

4 zwischen den Zwillingturbinen liegende Drehstrom-Generatoren zu je 80 000 kVA, 12 kV (Lieferant BBC, Baden);

4 mit den Generatoren in Block geschaltete Dreiphasentransformatoren 12/220 kV, 80 000 kVA (Lieferant Sécheron, Genf).

(Die Maschinengruppen von Biasca sind mit den gleich datierten Einheiten der Zentrale Nendaz/Grande-Dixence die bisher größten derartigen Maschinentypen der Schweiz.)

Olivone

2 horizontalachsige eindüsige Zwillings-Peltonturbinen von je 46 000 kW Nennleistung, 10 m³/sec, 333 Touren/min (Lieferant Charmilles, Genf);

2 Drehstrom-Generatoren zu je 52 000 kVA, 12 kV (Lieferant MFO);

7 Einphasentransformatoren 12/220 kV, vereinigt zu 2 Dreiphasengruppen von 52 000 kVA und ein Reservepol (Lieferant MFO).

Straßenbauten

Die Kraftwerksgesellschaft hat für die Erschließung einiger Baustellen insgesamt rund 40 km ein- oder zweispurige Zufahrtsstraßen mit einem Kostenaufwand von rund 18 Millionen Franken erstellt. Das größte Straßenobjekt ist die rund 10 km lange Verbindung Olivone—

Luzzzone, welche zur Umfahrung der exponierten und steilen Felsschlucht zwischen Olivone und Campo das Bergmassiv der Toira in einem 1,49 km langen Tunnel durchquert. Auf diese Weise leistete die Gesellschaft einen namhaften Beitrag zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse im Blenioal.

Anlagekosten und Energiepreise

Der Ausbau des Stranges Luzzzone—Olivone—Biasca (ohne Stufe Campra—Sommascona) ist zu rund 400 Mio Franken veranschlagt; hievon ist die Schätzung der Baukosten des Werkes Biasca mit rund 150 Mio Fr. durch die Abrechnung bereits als zutreffend bestätigt worden. Die mittlere Produktionsmöglichkeit der Werkgruppe (ohne das künftige Werk Sommascona) beträgt 444 Mio kWh im Winter und 488 Mio kWh im Sommer, zusammen 932 Mio kWh jährlich. Bei Bewertung der Sommerenergie zu 2 Rp. kWh liegt der Gestehungspreis der Winterenergie bei rund 4 Rp. kWh. Die Blenio-Kraftwerke gehören damit zu den günstigsten neueren Ausbaukombinationen unseres Landes.

(Bilder 1—17 Copyright der Blenio Kraftwerke AG)

Die Misoxer Kraftwerke

Mitgeteilt von der Elektro-Watt Elektrische und Industrielle Unternehmungen AG, Zürich

DK 621.29

I. Allgemeines

Im Rahmen der umfassenden und rationellen Nutzung unserer Wasserkräfte hat im letzten Jahrzehnt der Bau großer Werkgruppen in verschiedenen Gebieten unserer Alpen eine zunehmende Bedeutung erlangt. Auch im Misox kann diese Tendenz zur großräumigen Nutzung der vorhandenen Wasserkräfte festgestellt werden. Aus der Übersichtskarte (Bild 1) geht diese Entwicklung eindeutig hervor. Vom kleinen, den Bedürfnissen des Tales angemessenen Kraftwerk Cebbia der Rhätischen Bahn (ursprünglich Bellinzona—Mesocco-Bahn), mit rund 11 Mio kWh Jahresproduktion und einer verfügbaren Leistung von 1500 kW, über das Kraftwerk Calancasca der gleichnamigen Gesellschaft mit 100 Mio kWh Jahresproduktion und einer installierten Leistung von rund 20 000 kW, zur fünf Stufen umfassenden, sich über drei Täler erstreckenden Werkgruppe der Misoxer Kraftwerke mit einer Jahresproduktion von rund 515 Mio kWh und einer installierten Leistung von 186 000 kW (Bild 2).¹

Bau und Betrieb der Misoxer Kraftwerke erfolgen durch die am 7. Juni 1957 gegründete Misoxer Kraftwerke AG (MKW), der folgende Aktionäre angehören:

Elektro-Watt Elektrische und Industrielle Unternehmungen AG (Elektro-Watt), Zürich;
Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg AG (EGL), Laufenburg;

Kanton Graubünden und Verleihungsgemeinden;
Centralschweizerische Kraftwerke (CKW), Luzern;
Schweizerische Kreditanstalt (SKA), Zürich.

Die gesamte Projektierung und Bauleitung liegt in den Händen der Elektro-Watt, Zürich.

¹ Siehe auch WEW 1958, S. 73/87.

II. Beschreibung der Anlagen

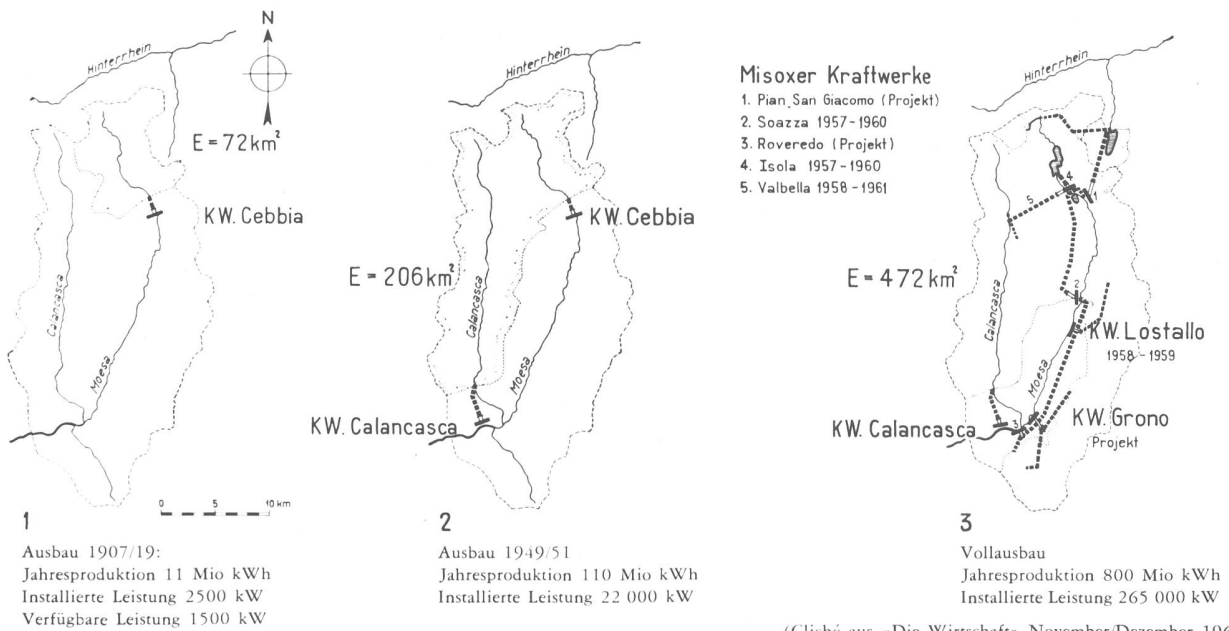
Auf Grund der zahlreichen eingehenden Studien und Untersuchungen im Hinblick auf die wirtschaftliche und umfassende Nutzung der Wasserkraft der Moesa und der Calancasca ergab sich für die Misoxer Kraftwerkgruppe die im Übersichtsplan (Bild 3) und im Übersichtsprofil (Bild 4) dargestellte Gesamtdisposition, welche nachfolgend kurz beschrieben wird.

1. Kraftwerk Pian San Giacomo (Projekt)

Das Kraftwerk Pian San Giacomo nutzt den oberen Areuabach, seinen Zufluß aus dem Val Rossa sowie den Bach aus dem Val Balniscio vom Stausee Curciusa bis Pian San Giacomo. Die Füllung des 28 Mio m³ fassenden Staubeckens erfolgt mittels der natürlichen Abflüsse der genutzten Gewässer. Bei einem maximalen Bruttogefälle von 967 m und einer Ausbauwassermenge von 7 m³/s ergeben sich eine installierte Leistung von 56 000 kW und eine Energieproduktion von 68 Mio kWh. Es ist vorgesehen, den mit der Nutzung des oberen Areuabaches und seines Zuflusses aus dem Val Rossa verbundenen Entzug von Wasser aus dem Einzugsgebiet des Hinterrheins durch Zuleitung einer gleich großen Wassermenge aus dem Moesagebiet in den Areuabach, unterhalb der Staumauer Curciusa, zu kompensieren.

Auf Grund der bisherigen Studien ist die Errichtung einer Bogengewichtsmauer im oberen Teil des Curciusatales mit einer maximalen Höhe von 86 m und einer Betonkubatur von 430 000 m³ geplant. Bei der max. Staukote 2164,50 m ü. M. weist der Stausee eine Länge von rund 2 km und eine maximale Breite von 470 m auf. Durch den Aufstau werden lediglich wenig nutzbares Weideland sowie große Schuttgebiete unter Wasser ge-

Bild 1 Entwicklung in der Nutzung der gesamten Wasserkräfte in den Tälern Misox und Calanca



(Cliché aus «Die Wirtschaft» November/Dezember 1960)

setzt. An den beiden Talflanken ist der Fels (Kristallin) anstehend. Lediglich im Bereiche des linken Widerlagers muß einer versackten Zone die notwendige Beachtung geschenkt werden. Sondierungen zur näheren Abklärung der Untergrundverhältnisse, insbesondere auch in der Talsohle, sind im Jahre 1959 unter Einsatz von Helikopter-Flugzeugen durchgeführt worden. Das Becken, welches ebenfalls vollständig im Kristallin liegt, wird vom Geologen als dicht bezeichnet.

Da es sich beim Kraftwerk Pian San Giacomo um ein Speicherwerk handelt, ist der Betrieb dieser Anlage auf die Wintermonate beschränkt. Die Energie wird der Freiluftschaltanlage von Spina mit einer Spannung von 50 kV zugeführt, auf 220 kV transformiert und in die unmittelbar neben der Anlage vorbeiführende Leitung Soazza—Sils i. D. eingespiesen.

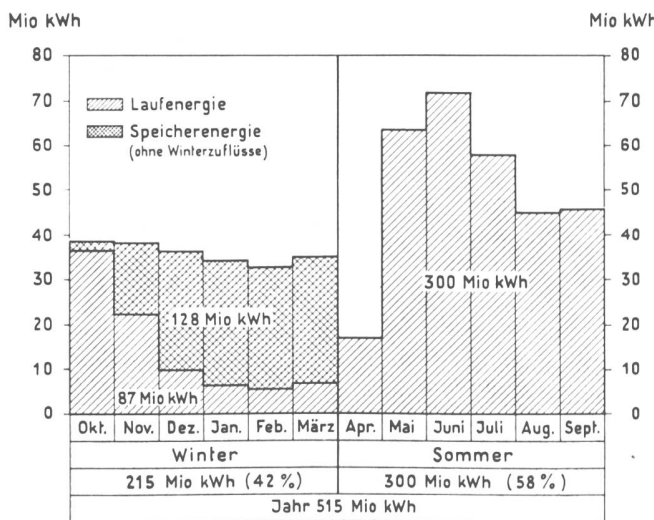


Bild 2 Netto-Energieproduktion der Misoxer Kraftwerke AG, nach Abzug von Realersatz für bestehende Anlagen

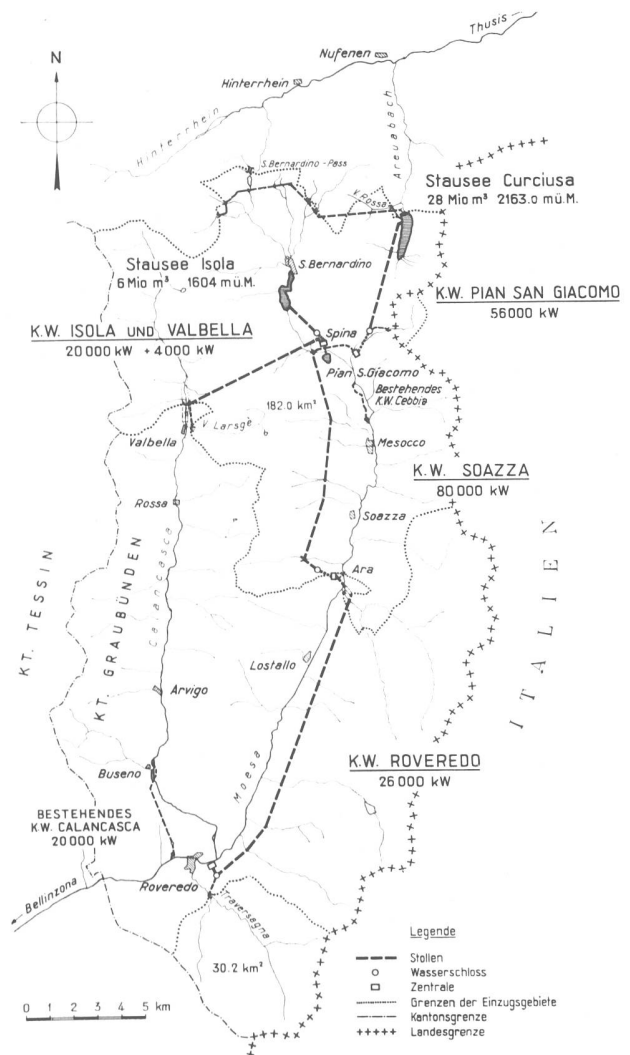


Bild 3 Übersichts-Lageplan der Misoxer Kraftwerke der MKW

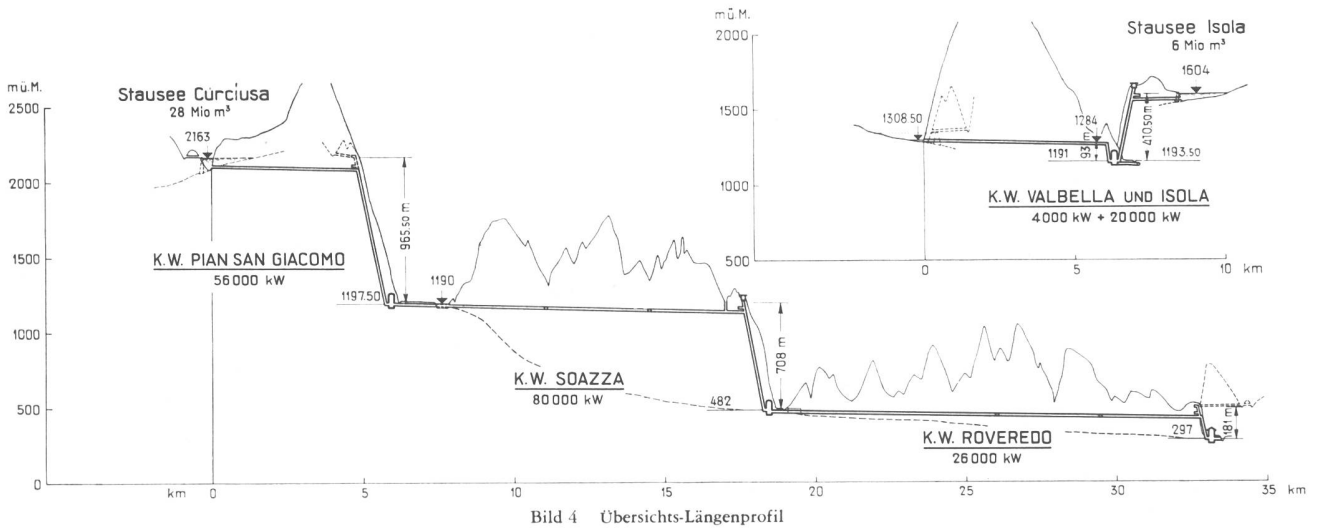


Bild 4 Übersichts-Längenprofil

2. Kraftwerk Soazza (ausgeführt)

Diese zweite Hauptstufe im Misoja erstreckt sich von Pian San Giacomo über eine Länge von rund 11 km bis unterhalb des Dorfes Soazza. Die Lage des Ausgleichbeckens im nördlichen Teil der Ebene von San Giacomo

hat sich auf Grund der verschiedenen untersuchten Varianten, unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten, als günstigste Lösung erwiesen (Bilder 5 und 6). Durch die vorgesehene Disposition des Ver-

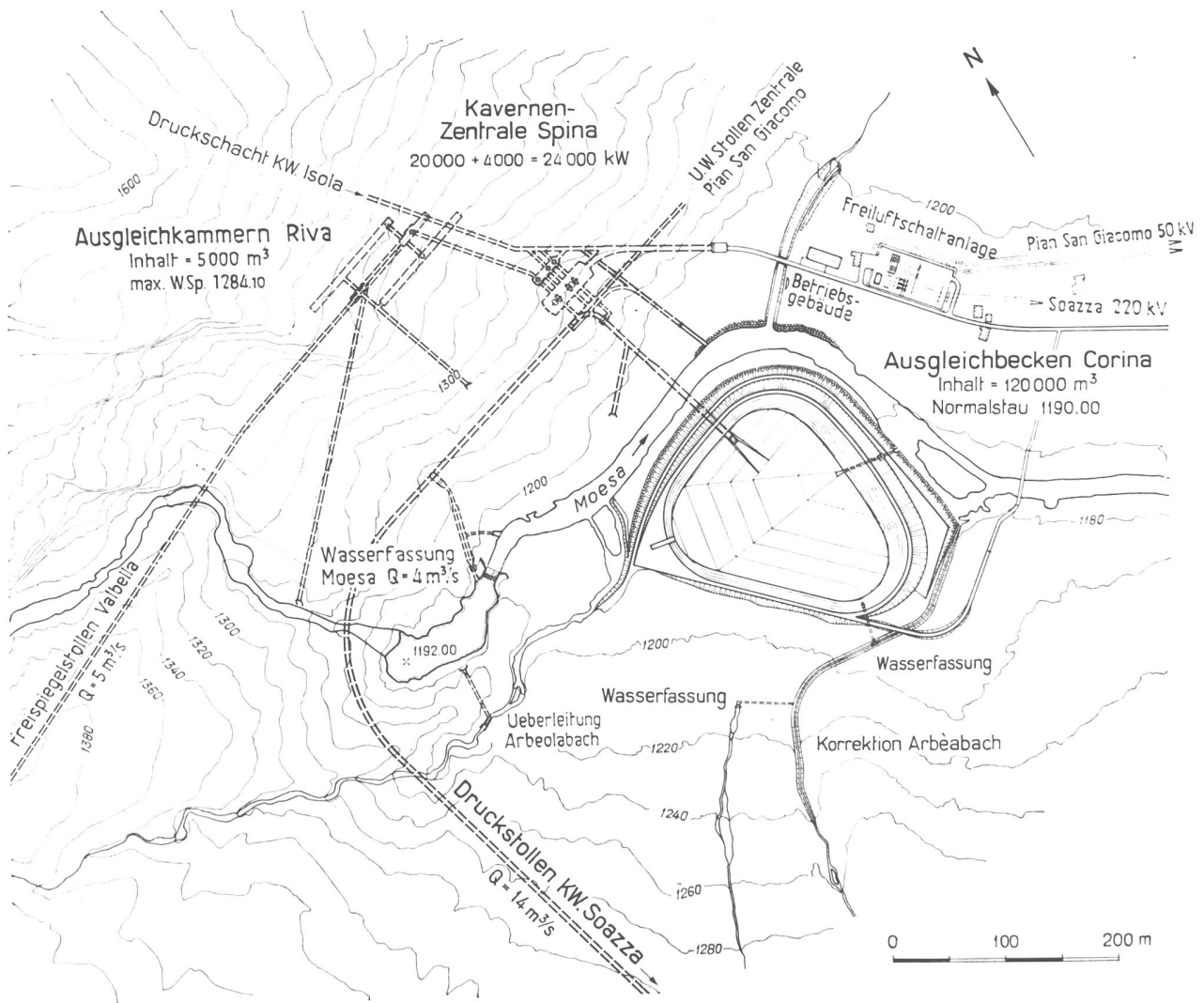


Bild 5 Lageplan der Kraftwerkanlagen Spina/Corina im Gebiet von Pian San Giacomo

bindungsstollens zwischen der Wasserfassung im Ausgleichbecken und dem Unterwasserstollen der Zentrale Spina wird erreicht, daß die Zentrale Soazza, unter Benützung des Werkwassers aus der Zentrale Spina (Stufen Isola und Valbella) und der Zentrale Pian San Giacomo (Stufe Curciusa), auch bei Durchführung von Unterhaltsarbeiten im Ausgleichbecken im Betrieb bleiben kann. Auf Grund der bei andern Kraftwerken gemachten Erfahrungen wurde die Sohlenlage des Beckens so gewählt, daß eine schädliche Beeinflussung durch das Grundwasser nicht eintreten wird; ferner sind für die wasserdichte Verkleidung der Sohle und der Böschungen armierte Betonplatten eingebaut worden. Die Wasserfassung an der Moesa mit Stauwehr, Entsander, Fallschacht und Sandablaßstollen liegt unmittelbar flußaufwärts des Ausgleichbeckens in einer Talverengung, bei welcher der Fels beidseitig anstehend ist. Mit dieser Fassung wird das Werkwasser aus dem Zwischeneinzugsgebiet der Moesa unterhalb des Staubeckens Isola gefaßt; sie wird für ein Schluckvermögen von $4 \text{ m}^3/\text{s}$ ausgebaut.

Der Druckstollen, welcher einen lichten Durchmesser von $2,5 \text{ m}$ aufweist, schließt unmittelbar an den Unterwasserstollen der Zentrale Spina an. In nächster Nähe des Wasserschlosses liegt die Buffalora-Fassung; sie ist derart dimensioniert, daß bei guter Entsandung $1 \text{ m}^3/\text{s}$

gefaßt werden kann. Das Wasserschloß besteht aus einer oberen und unteren Kammer, die durch einen schrägen Steigschacht von 110 m Länge miteinander verbunden sind. Der Druckschacht von 980 m Länge ist ein durchgehender Schrägschacht mit einem Durchmesser von $1,90 \text{ m}$ und rund 87% Neigung vom Krümmen vor der Verteilleitung bis zur Sohle der obern Wasserschloßkammer. Aus Termingründen wurde ein Zwischenfenster angeordnet, um den Ausbruch sowie die Montage und das Einbetonieren der Panzerrohre von zwei Angriffsstellen her ausführen zu können.

Die Zentrale konnte als Kavernenbau in einer topographisch günstigen Lage rund 2 km unterhalb des Dorfes Soazza in einer Felsrippe, unmittelbar neben der San Bernardino-Straße und der Rhätischen Bahn, angeordnet werden (Bilder 7, 8, 9). Sie weist eine Länge von 56 m , eine Breite von 18 m und eine Höhe von 21 m auf. Da das Gestein wohl standfest, jedoch zum Teil eher weich und infolge starker Schieferung verwitterungsanfällig ist, wurden die Maschinenkaverne und die Schieberkaverne in Form eines bahntunnel-ähnlichen Profiles mit vollständiger Betonverkleidung ausgeführt. In der Kaverne sind zwei horizontalachsige Pelton-Turbinengruppen mit einer Leistung von zusammen $80\,000 \text{ kW}$ sowie eine Hausgruppe installiert. Das Werkwasser wird durch einen rund 400 m langen Unter-



Bild 6
Ausgleichbecken Corina,
Nutzinhalt $120\,000 \text{ m}^3$;
Anordnung der Drainage-
leitungen

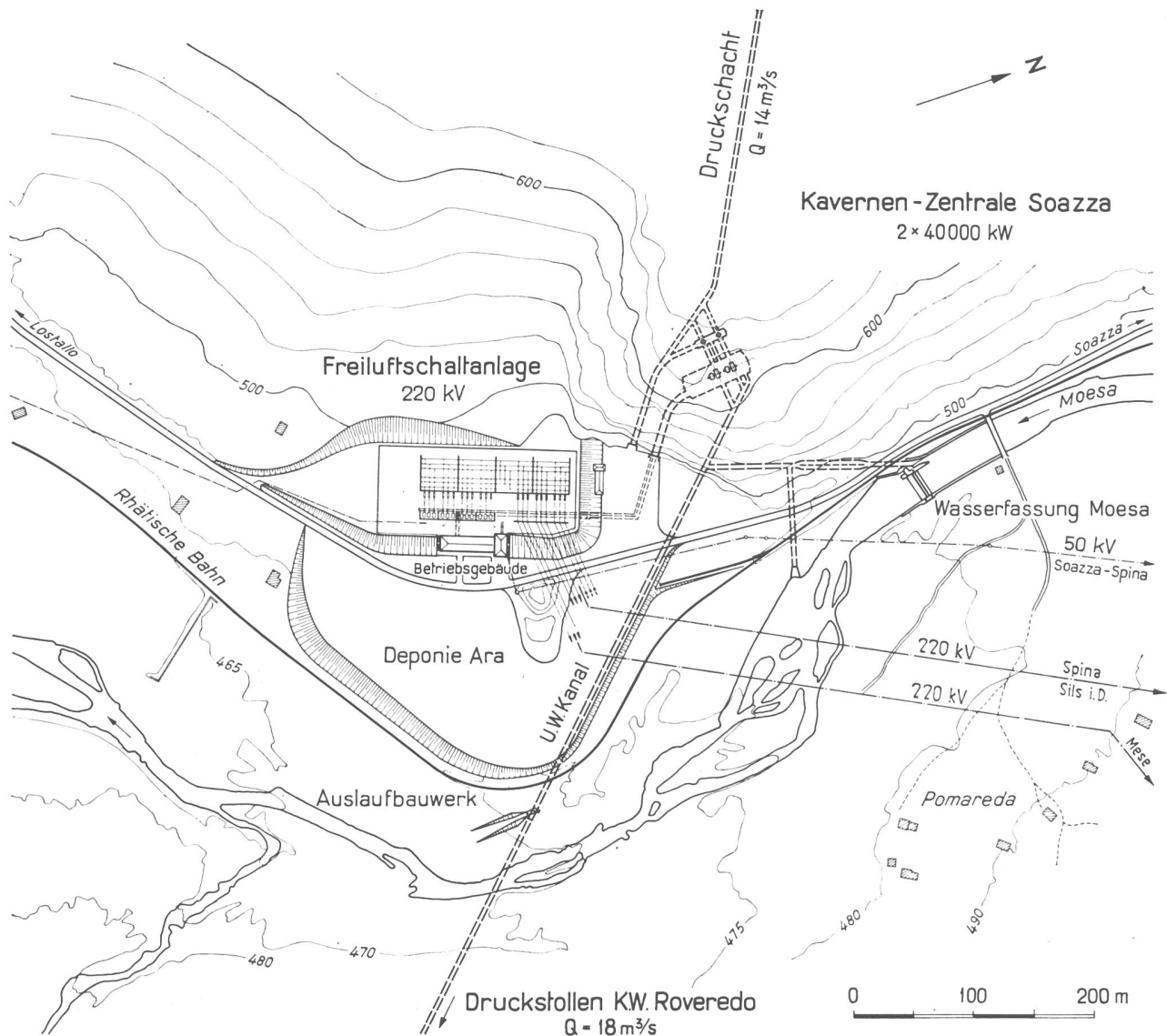


Bild 7 Lageplan der Anlagen in Ara mit Kavernenzentrale Soazza, 220-kV-Freiluftschaltanlage und Betriebsgebäude

wasserkanal vorübergehend, d. h. bis zur Erstellung des Kraftwerkes Roveredo, in die Moesa zurückgeleitet.

Die in der Zentrale Soazza erzeugte Energie wird durch zwei in der Freiluftschaltanlage aufgestellte Transformatorgruppen von der Maschinenspannung von 13,8 kV auf 220 kV transformiert. Ferner gelangt eine Kuppelregulier-Transformatorgruppe für die Kupplung der beiden Netze 50 kV und 220 kV zur Aufstellung. Unmittelbar neben der Freiluftschaltanlage befindet sich das Betriebsgebäude mit den erforderlichen Räumlichkeiten für die zentrale Steuerung sämtlicher Kraftwerke im Misox; ferner sind in diesem Gebäude die 50-kV/30-kV/10-kV-Schaltanlage sowie Montage-räume, eine Reparaturwerkstätte usw. untergebracht.

3. Kraftwerk Roveredo (Projekt)

Unterhalb Soazza nimmt die Gefällkonzentration stark ab. Bei einer Stollenlänge von 14 km beträgt das Gefälle dieser Stufe 181 m. Aus der Zentrale Ara gelangt das Wasser zunächst durch einen Düker unter

dem Flußbett der Moesa in das auf dem linken Ufer befindliche unterirdische Ausgleichbecken. Das Wasser aus dem Zwischeneinzugsgebiet unterhalb der Fassung Corina der Stufe Soazza wird mit Hilfe eines Wehres und eines Einlaufbauwerkes etwa 200 m flußaufwärts der Zentrale Ara gefaßt.

Die Nutzung der sechs linksseitigen Bäche unterhalb Soazza ist den zwei Hochdruckanlagen Lostallo und Grono der Monteforno AG, Bodio, reserviert. Die Traversagna, ein relativ großer Seitenbach mit einem Einzugsgebiet von 30 km², wird durch beide Gesellschaften (MKW und Monteforno) in den Zentralen Roveredo und Grono gemeinsam genutzt. Für das durch die Monteforno dem Einzugsgebiet der oberen Traversagna durch Zuleitung zum Kraftwerk Grono entzogene Wasser wird Realersatz in Form von elektrischer Energie geleistet. Das Wasser der unteren Traversagna wird in einem kurzen Verbindungsstollen dem Wasserschloß der Stufe Roveredo zugeführt. Diese erhält zwei Maschinengruppen von zusammen 26 000 kW Leistung. Der Ab-

Bild 8 Lageplan 1:1000 der Kavernenzentrale Soazza

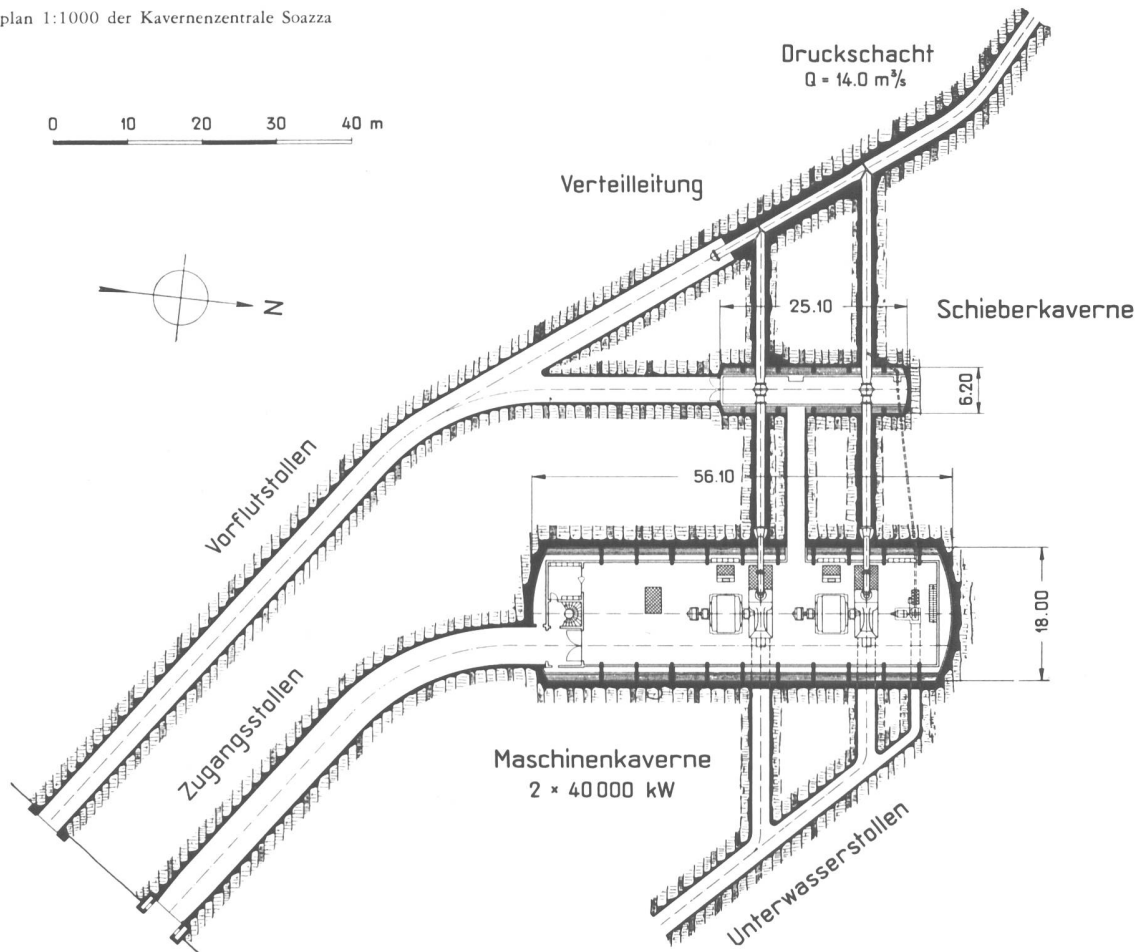
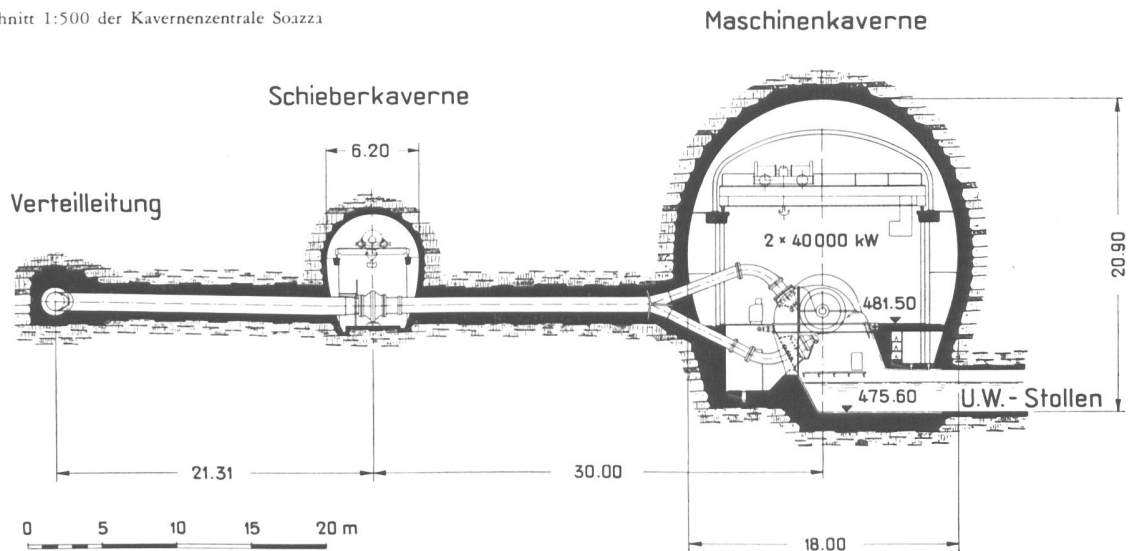


Bild 9 Querschnitt 1:500 der Kavernenzentrale Soazza



transport der Energie zur Hauptschaltanlage Soazza erfolgt über die in unmittelbarer Nähe vorbeiführende, neuerstellte 50-kV-Leitung Sassello—Soazza (Gemeinschaftsleitung der Calancasca AG und der Monteforno AG).

4. Kraftwerk Isola (ausgeführt)

Die topographischen und geologischen Verhältnisse für die Nutzung der Wasserkräfte des Resteinzugsgebietes von 43 km², zwischen den Fassungen an den



Bild 10 Der neugeschaffene Stausee Isola unterhalb des Kurortes San Bernardino; die 45 m hohe Bogenstaumauer Isola wurde 1958—1960 gebaut

Muccia- und Culmagnabächen (Überleitung ins Areal) und der Wasserfassung Corina des Kraftwerkes Soazza, erwiesen sich für die Erstellung einer Hochdruckspeicheranlage als günstig, da durch einen nur 1,56 km langen Druckstollen ein Gefälle von rund 400 m genutzt werden kann.

Rund 4 km unterhalb des Dorfes San Bernardino wird durch die Erstellung einer Staumauer ein Staubecken geschaffen, welches beim konzidierten maximalen Stauziel von 1604 m ü. M. einen nutzbaren Seeinhalt von 6 Mio m³ aufweist; die Länge des Sees beträgt rund 2,8 km, die maximale Breite rund 400 m. Nach eingehenden Vergleichsstudien, unter Berücksichtigung von Richtpreisen für eine Gewichtsmauer und eine Bogengewichtsmauer, wurde der letztere Mauertyp gewählt (Bilder 10 und 11). Die Talsperre weist folgende Hauptabmessungen auf:

Kronenlänge	270 m
Kronenbreite	5 m
Mauerhöhe über tiefster Fundationskote	45 m
Maximale Mauerstärke	22 m
Betonkubatur	70 000 m ³

Der Fels an der Sperrstelle (Zweiglieder- und Muskowit-Gneis der Adula-Decke) ist praktisch durchgehend anstehend und von guter Qualität. Das Becken liegt ebenfalls innerhalb des Kristallins der Adula-Decke und kann als dicht betrachtet werden.

Für die Hochwasserableitung und die Entleerung des Staubeckens sind eine Oberflächen-Hochwasserentlastungsanlage am linken Widerlager und ein Grundablaß durch die Mauer vorgesehen. Das Schluckvermögen der seitlichen Hochwasserentlastungsanlage beträgt bei einem Wasserstand auf Stauziel 150 m³/s, bei einem Meter Überstau 250 m³/s. Der Grundablaß hat bei vollem Stausee ein Abflußvermögen von rund 100 m³/s. Er wird mit zwei vollständig gleich ausgebildeten Gleitschützen, welche mit ölhdraulischen Hubwerken versehen sind, abgeschlossen.

Untersuchungen haben gezeigt, daß die Zentrale Spina, in welche die Maschinengruppen der Stufen Isola und Valbella eingebaut sind, wegen nicht sehr günstiger Felsverhältnisse als Kavernenzentrale mit ähnlichem Querschnitt wie die Zentrale Soazza auszubilden ist. Das Werkwasser der Stufe Isola wird in einer

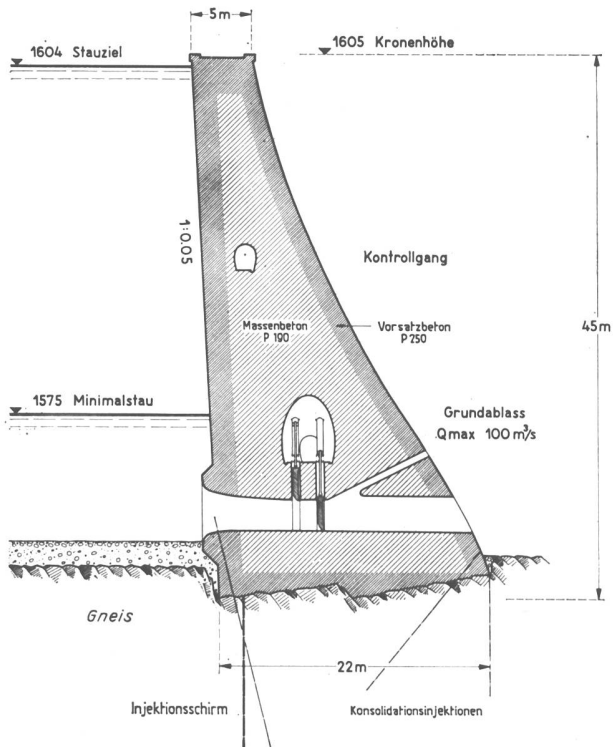


Bild 11 Querschnitt durch die Staumauer Isola

Maschinengruppe mit einer Doppel-Pelton-Turbine vom gleichen Typ, wie sie in der Zentrale Calancasca zur Aufstellung gelangte, genutzt. Der Dreiphasen-Generator weist eine Leistung von 27 500 kW auf. Die erzeugte Energie wird von der Maschinenspannung 7,5 kV auf 50 kV transformiert und in der Schaltanlage, die als Innenraum-Anlage gebaut ist, in die 50 kV-Leitung Spina-Soazza eingespeist. Das Werkwasser ($6 \text{ m}^3/\text{s}$) gelangt hierauf, gemeinsam mit demjenigen der Stufe Valbella ($5 \text{ m}^3/\text{s}$) in eine Schwall- und Überfallkammer und durch einen Fallschacht in den Druckstollen der Stufe Soazza. Zur Gewährleistung eines elastischen Betriebes der Stufen Isola, Valbella und Curciusa kann das Werkwasser durch einen Verbindungsstollen in das Ausgleichbecken Corina geleitet werden.

5. Kraftwerk Valbella (im Bau)

Die Nutzung der Calancasca im eigenen natürlichen Einzugsgebiet erweist sich, in Anbetracht des langgestreckten Tales sowie des Umstandes, daß keine großen Seitenbäche vorhanden sind, als nicht rationell. Lediglich die große Gefällskonzentration am Talausgang von Buseno bis San Vittore ermöglicht in der bestehenden Anlage Calancasca eine zweckmäßige Kraftnutzung. Nachdem feststand, daß die Moesa durch eine Kraftwerk-kette von drei Hochdruckanlagen genutzt werden kann, war es daher naheliegend, in das gleiche Kraftwerk- und Stollensystem auch die Calancasca einzubeziehen. Von verschiedenen untersuchten Möglichkeiten der Wasserüberleitung aus dem Calancatal ins Misox erweist sich die im Übersichtsplan dargestellte Disposition als die zweckmäßigste. Der rund 6 km lange Freispiegelstollen ermöglicht die Zuleitung von rund

60 Mio m^3 Wasser im Durchschnittsjahr aus dem Calancatal in die im Misox gelegenen Kraftwerkanlagen.

Die installierte Leistung der in der Zentrale Spina zur Aufstellung gelangenden Francisgruppe beträgt 4000 kW. Bei Betrieb der Stufe Valbella-Spina als Laufwerk kann praktisch die gleiche Wassermenge verarbeitet werden wie bei der Speicherlösung.

III. Energieübertragung – Verbundbetrieb

Der Schwerpunkt der Energieerzeugung aus den Moesa- und Calancasca-Wasserkräften liegt in Soazza, wo sich auch die Zentrale mit der größten Leistung von 80 MW und der Höchstproduktion von 300 Mio kWh befindet. Es war deshalb gegeben, dort ein Umspannwerk zu erstellen, an das alle Kraftwerke angeschlossen sind und in welchem die Transformierung auf eine höhere Spannung, zunächst 220 kV, später 380 kV für die Fernübertragung, erfolgt.

Für die Verbindung des wichtigen Knotenpunktes Soazza mit dem schweizerischen Hochspannungsnetz baute die Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg AG eine einsträngige 380/220-kV-Leitung über den San-Bernardino-Paß nach der Schaltanlage Sils i. D., d. h. nach jenem Ausgangspunkt der 380/220-kV-Leitungen, welche die Hinterrhein-Kraftwerke mit der Nordostschweiz verbinden.

Die Verbindung mit dem oberitalienischen Leitungsnetz stellt die 380/220-kV-Einfachleitung von Soazza über den Passo della Forcla nach Mese her. Diese Leitung bauten die Società Elettrica Ala und die Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg AG als Gemeinschaftsleitung. Die Verlängerung der Leitung nach Bovisio, einer Schaltanlage in der Nähe von Mailand, ist vorgesehen; Teile dieser Leitung sind bereits ausgeführt. Die San Bernardino-Leitung mit der Leitung von Soazza nach Mese bildet somit auch eine wichtige Verbindung zwischen dem schweizerischen und dem italienischen Höchstspannungsnetz, womit wertvolle Möglichkeiten des Energieaustausches zwischen beiden Ländern geschaffen werden.

Für den regionalen Verbundbetrieb ist eine 50-kV-Doppelleitung von San Vittore bis Soazza neu erstellt worden. Ferner wird in der ersten Etappe die Energie der Kraftwerke Isola und Valbella mit einer einsträngigen 50-kV-Leitung nach der 50-kV-Station Soazza übertragen. Die Rhätische Bahn wird mit einem 50/30-kV-Transformator und die Talversorgung mit einem 50/10-kV-Transformator angeschlossen.

IV. Die Fernsteuerung der Zentralen im Misox

Soazza ist nicht nur Sammelpunkt für die in den verschiedenen Kraftwerken des Misox erzeugte Energie, sondern dient auch als Zentralstelle für die Fernsteuerung dieser Kraftwerke. Eine besonders hierfür vorgesehene Hochfrequenzanlage ermöglicht sowohl die Fernregulierung wie auch die Fernsteuerung zunächst der Kraftwerke Calancasca, Isola, Valbella und Lostalio und später dann auch der Kraftwerke Pian San Giacomo, Roveredo und Grono (Bilder 12, 13).

Die Forderung, in Soazza ein Steuerzentrum aufzubauen, um die verschiedenen Kraftwerke im Misox optimal auszunutzen, hat, insbesondere für die Gestaltung

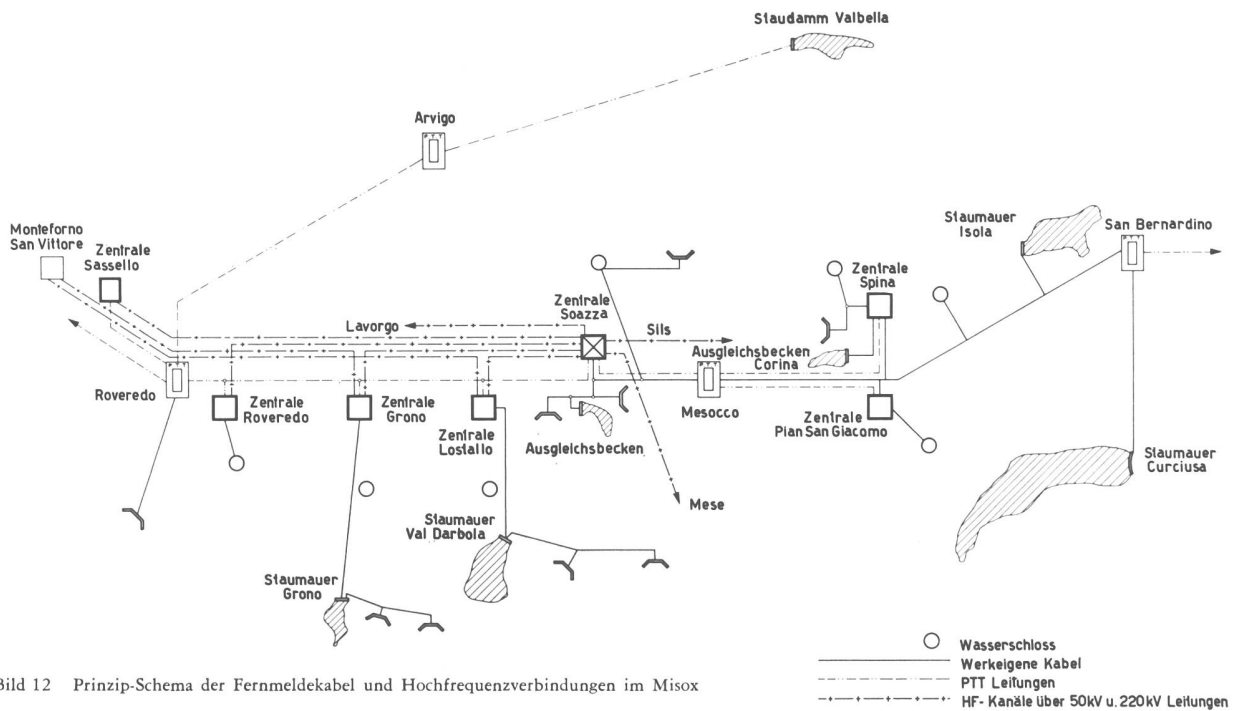


Bild 12 Prinzip-Schema der Fernmeldekabel und Hochfrequenzverbindungen im Misox

des Kommandoraumes, neue Probleme aufgeworfen. Die noch heute vielfach anzutreffende Bauweise mit Schalttafeln, in denen, neben den Steuereinrichtungen, alle elektrischen Apparate für Schutzrichtungen, Meßwertregistrierungen und Energieverbrauchszähler eingebaut sind, bringt naturgemäß eine Überladung, wodurch die Übersichtlichkeit beeinträchtigt wird. Die Aufgabe war deshalb, dem bedienenden Personal den ganzen Kommandobereich in gedrängter, jedoch übersichtlicher Anordnung darzubieten unter Verzicht auf alle Apparate, die nicht unmittelbar zur Bedienung be-

nötigt werden. Es mußten geeignete Bedienungsorgane verwendet werden mit möglichst kleinen Abmessungen, deren Betriebssicherheit jedoch mindestens den konventionellen, im Kraftwerkbau verwendeten Steuerelementen entspricht. Ferner war zu berücksichtigen, daß durch den etappenweisen Ausbau der einzelnen Kraftwerke die Kommandoanlage sinngemäßen Anpassungen bzw. Erweiterungen unterworfen ist, die ohne komplizierte Eingriffe in die bestehenden Anlagenteile vorgenommen werden müssen. Die Erfüllung dieser Anforderungen führte in Soazza zu folgenden Lösungen:

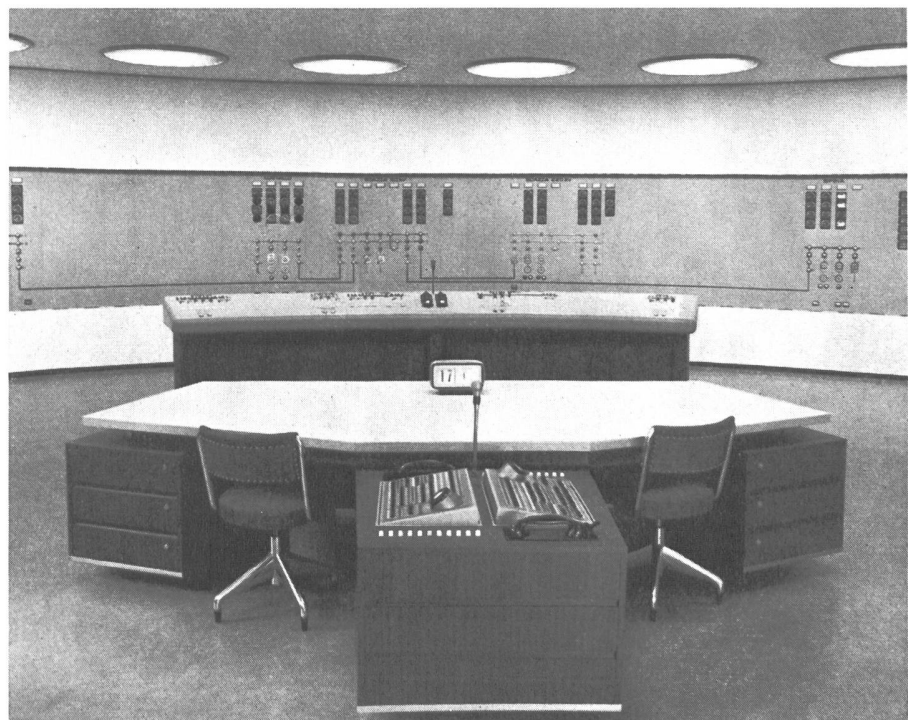


Bild 13 Kommandoraum in der Zentrale Soazza

Die Apparate der Schutzeinrichtungen zu den Hochspannungsschaltstellen sind in Nebenräumen unmittelbar bei den Hochspannungsanlagen auf Apparaterüsten oder in Schalttafeln eingebaut, desgleichen die Energieverbrauchszähler der einzelnen Leitungsabgänge; in der Freiluftschaltanlage dienen hiezu die Apparatehäuschen. Damit konnten die Sekundärkreise der Meßwandler kurz und die betreffenden Kabeldimensionen in vernünftigen Grenzen gehalten werden. Die aus der Freiluftschaltanlage und der Maschinenkaverne nach dem Kommandoraum zu übertragenden Meßwerte werden mittels Meßwertumformern in proportionale Gleichströme umgeformt, so daß für die langen Übertragungsleitungen zwischen Meß- und Empfangsort Telephonadern verwendet werden können. Aus dem gleichen Grunde erfolgt die Übertragung der Steuerbefehle zwischen Anlageteilen mit 48-V-Gleichspannung. Mittels Zwischenrelais werden die Befehle an die für 220-V-Gleichspannung bemessenen Steuermagnete weitergegeben.

Die Schalttafeln im Kommandoraum konnten somit von allen Nebenapparaten entlastet werden. Für die Steuerung der 220-kV- und 50-kV-Anlage wurde das Prinzip der Anwahlsteuerung gewählt. An Stelle eines Bedienungsschaltbildes treten im Blindschema nur Rückmelde-Elemente auf. Die Steuerorgane sind auf einem vor der Rückmeldetafel aufgestellten Schaltpult vereinigt. Durch die Entfernung des Schaltwärters vom Netzbild wird die Übersicht über den Schaltzustand vergrößert. Trenner und Schalter sind im Steuerpult durch Drucktasten symbolisiert. Unterhalb eines jeden Schaltfeldes ist ein gemeinsamer Steuerschalter angeordnet. Je nach Art des Abganges kommen evtl. noch Synchronisierschalter, bei den Generatoren auch Drucktasten für Leistungs- und Spannungsregulierung dazu.

Für die Steuerung der 30- und 10-kV-Schaltanlagen ist auf einer separaten Schalttafel, die hinter der Rückmeldetafel angeordnet ist, das notwendige Bedienungsschaltbild angebracht. Die Steuerung dieser Anlagen erfolgt direkt; eine Anwahlsteuerung im Sinne der vorerwähnten Lösung für die Hauptanlagen war für die nur lokalen Charakter aufweisenden Anlagen der Bahn- und Talversorgung nicht gerechtfertigt.

Um die zur Verfügung stehenden Wassermengen möglichst wirtschaftlich auszunützen, ist eine spezielle Schalttafel vorhanden, auf der die hydraulischen Anlagen im Längenprofil symbolisch festgehalten sind. Das Niveau der Staubecken sowie Durchflußmengen werden darin mit Rollenzählwerken angezeigt.

Die Grundlage einer einwandfreien und zuverlässigen Fernwirkanlage bildet ein betriebssicheres und störungsfreies Übertragungssystem. Im Misox gelangen zwei verschiedene Übertragungssysteme zur Anwendung (Abb. 12). Die nördlich von Soazza gelegenen Stufen Isola/Valbella und Pian San Giacomo sind über ein werkeigenes Fernmeldekabel mit der Kommandostation verbunden. Über die einzelnen Aderpaare dieses 80adrigen Kabels werden Gleichspannungen, Wechselspannungen oder Tonfrequenzen übertragen. Jedes Aderpaar ist beidseitig mit Schutzübertragern oder Isolierrelais abgeriegelt, so daß keine gefährlichen Potentiale übertragen werden können. Zu den südlich von Soazza gelegenen Zentralen sowie über die 220/380-kV-Leitungen nach den Schaltstationen Sils und Mese wurden Hochfrequenzverbindungen erstellt.

V. Die wirtschaftliche Bedeutung der Misoxer Kraftwerke

Vom Bau und Betrieb großer Kraftwerkgruppen gehen mannigfache Impulse aus, welche die wirtschaftliche Basis zahlreicher Alpentäler wesentlich verbreitern. Auch im Misox kann diese Tendenz eindeutig festgestellt werden. Bereits vor Beginn der eigentlichen Bauarbeiten zahlte die Misoxer Kraftwerke AG den Verleihungsgemeinden als Verleihungsgebühr den Betrag von einer halben Million Franken; zudem erbrachte sie im Zusammenhang mit dem Konzessionserwerb verschiedene zusätzliche Leistungen, wie Beiträge an Wegbauten, an den Ausbau von Energieversorgungsnetzen und dergleichen. Eine einmalige Verleihungsgebühr von ebenfalls einer halben Million Franken entrichtete die Misoxer Kraftwerke AG dem Kanton Graubünden.

Für den Bau der Werkgruppe, der sich über 12 bis 15 Jahre erstreckt, werden mindestens 260 Mio Franken investiert. In der ersten Bauetappe, umfassend die Kraftwerke Soazza, Isola und Valbella, erreichten die Bauaufwendungen rund 90 Mio Franken; davon entfallen nicht weniger als zwei Drittel oder 60 Mio Franken auf bündnerische Unternehmer und Lieferanten, bzw. solche, die ein steuerrechtlich anerkanntes Domizil im Kanton Graubünden haben. Von diesen 60 Mio Franken gingen 25 Mio Franken an Unternehmungen, die schon zur Zeit der Konzessionserteilungen im Misox und Calancatal ansässig waren — also an die eigentlichen Einheimischen — und 27 Mio Franken wurden an Unternehmungen bzw. Konsortien ausgerichtet, die im Misox ein Steuerdomizil haben; die restlichen 8 Mio Franken entfallen auf Unternehmungen im übrigen Kantonsteil. Ein beträchtlicher Anteil des durch den Kraftwerkbau geschaffenen zusätzlichen Arbeitsvolumens fiel dem einheimischen Transportgewerbe zu; neben den für jede Großbaustelle üblichen Transporten waren nämlich in den Jahren 1958 und 1959 etwa 350 000 t Kies und Sand von Cabbio bei Lostallo nach Isola bei San Bernardino, also über eine Strecke von 24 km, zu transportieren. Parallel zu den Kies/Sand-Transporten mußten noch an die 50 000 t Zement von Mesocco nach Isola und zu den übrigen Baustellen geführt werden; diese Transporte wurden ebenfalls in vollem Umfange an eine leistungsfähige Transportunternehmung des Tales vergeben. Neben dem Autotransportgewerbe partizipierte auch die Rhätische Bahn mit einem ansehnlichen Anteil an den Transporten für die Misoxer Kraftwerke; unter anderem hat sie den gesamten Zementbedarf auf Silowagen von Castione bei Bellinzona bis Mesocco transportiert. Durch den Einsatz von Silo-Zementwagen, Schemelwagen und stärkeren Traktionsmitteln konnten auch diese umfangreichen Transporte reibungslos abgewickelt werden.

Der Kraftwerkbau bietet auch den einheimischen Arbeitskräften Verdienstmöglichkeiten. Im Maximum wurden auf den Baustellen im Misox und Calancatal 740, im Durchschnitt 600 Mann beschäftigt. Obschon auch hier die überwiegende Mehrzahl Fremdarbeiter waren, konnten zahlreiche Einheimische als Bauarbeiter, Chauffeure, Maschinisten, Magaziner, Aufseher und Handlanger ihr regelmäßiges Einkommen finden; andere einheimische Arbeitskräfte wurden von der Bauleitung beschäftigt. Jedenfalls ist seit Beginn des Kraftwerkbaues die saisonale, regelmäßig im Winter auf-

tretende Arbeitslosigkeit, wie sie sich aus der bisherigen Wirtschaftsstruktur ergab, weitgehend verschwunden.

Auch die öffentliche Hand profitiert weitgehend schon während der Bauzeit vom Ausbau der Wasserkräfte durch vermehrte Steuereingänge, durch gemeinsame Erstellung der elektrischen Übertragungsanlagen, von Grundwasserwerken, Straßen, Wegen und Brücken. Der volkswirtschaftliche Einfluß der Einnahmen und Leistungen aus dem Betrieb der Anlagen, der sich über die ganze Konzessionsdauer von 80 Jahren erstreckt, ist beträchtlich. So werden jährlich den Gemeinden und dem Kanton rund 2,3 Mio Franken Wasserzinsen, Wasserwerksteuern sowie Gemeinde- und Staatssteuern zugehen. Neben den rein finanziellen Leistungen stellt die Misoxer Kraftwerke AG den Konzessionsgemeinden jährlich 1 Mio kWh gratis und 6,6 Mio kWh zu Vorzugsbedingungen zur Verfügung. Da die Verleihungsgemeinden zudem mit insgesamt 2% am Aktienkapital der Misoxer Kraftwerke AG beteiligt sind, haben sie auch Anrecht auf 2% der Produktion und Leistung der Misoxer Kraftwerke, d. h. auf weitere 10 Mio kWh bzw. 3800 kW gegen Bezahlung der anteilmäßigen Jahreskosten; dem Kanton stehen auf Grund seiner 10%igen Beteiligung etwas mehr als 50 Mio kWh mit einer Leistung von 19 000 kW zu. Diese sogenannte Beteiligungenergie stellt somit für die öffentliche Hand eine wertvolle, beständige Energiereserve dar, für die — solange und soweit sie nicht beansprucht wird — die privaten Partner der Misoxer Kraftwerke AG das gesamte Risiko tragen. Schließlich ist zu berücksichtigen, daß die Verleihungsgemeinden und der Kanton auf ihrer Aktienbeteiligung Bauzinsen bzw. Dividenden erhalten, die es ihnen normalerweise gestatten, einen angemessenen Gewinn zu erzielen.

In diesem Zusammenhang ist auch zu erwähnen, daß für den Betrieb der Misoxer Kraftwerk-Gruppe eine beträchtliche Anzahl Einheimischer angestellt werden, die damit eine sichere, dauernde Beschäftigung finden werden. Mit Rücksicht darauf, daß die Zahl der Einheimischen, die sich auf Grund ihrer Vorbildung für den Zentraldienst eignen, äußerst beschränkt ist, hat die Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg AG — der die technische Betriebsleitung der Misoxer Kraftwerke obliegt — bereits zahlreiche junge Leute, zum Teil auf eigene Kosten, ausbilden lassen; sie wird dies auch in Zukunft tun, damit sie ihren Mitarbeiterstab weitgehend im Misox rekrutieren kann. Andererseits verzichtet die Misoxer Kraftwerke AG absichtlich darauf, in das Betriebspersonal Leute aus den verschiedenen Gewerbebranchen aufzunehmen, welche die laufenden Unterhaltungsarbeiten, Reparaturen und Revisionen auszuführen hätten; sie will dieses Arbeitsvolumen vielmehr während der ganzen Konzessionsdauer als weiteren Beitrag an die wirtschaftliche Erstarkung des Misox dem einheimischen Gewerbe vorbehalten.

VI. Bauausführung, Bauprogramm — Baukosten

Die Gliederung einer Werkgruppe in verschiedene Einzelstufen gibt die Möglichkeit, den Ausbau etappenweise durchzuführen, was in bezug auf die Projektierung, die Bauausführung, Finanzierung usw. gewisse Vorteile bietet. Insbesondere können diejenigen Stufen, welche hinsichtlich Geologie, der Zugänglichkeit usw.

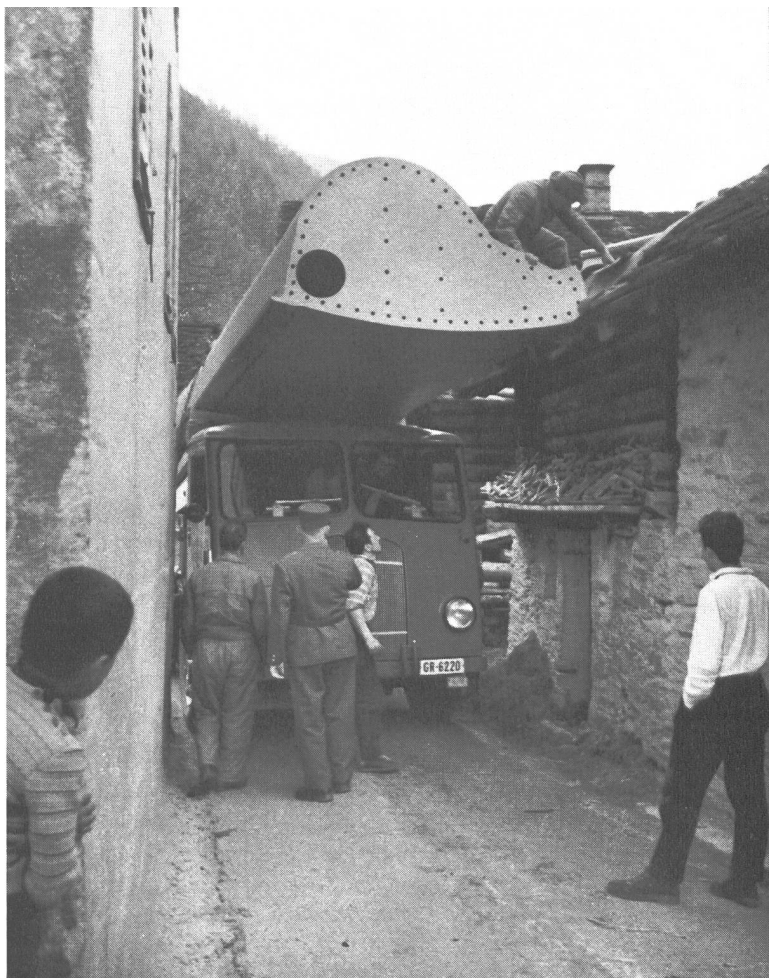


Bild 14 Hindernisse beim Transport sperriger Objekte durch die engebauten Bergdörfer: Transport einer Schütze im Calancatal

günstige Verhältnisse aufweisen, zuerst projektiert und gebaut werden.

Unmittelbar nach der im Juni 1957 erfolgten Gründung der Misoxer Kraftwerke AG ist mit den Bauarbeiten für die Stufe Soazza begonnen worden. Im Jahre 1958 folgten diejenigen für das Kraftwerk Isola; Mitte 1959 wurde das Kraftwerk Valbella in Angriff genommen. Im Dezember 1960 konnte der Probetrieb mit der ersten Maschinengruppe in der Kavernenzentrale Soazza aufgenommen werden; die zweite Gruppe folgte im Februar 1961. Die Maschinengruppe Isola in der Zentrale Spina wurde im Juni 1961 probeweise in Betrieb gesetzt. Die Bauarbeiten für die Stufe Valbella gelangen voraussichtlich auf Ende 1961 zum Abschluß, so daß diese Stufe mit dem zugeleiteten Wasser der Calancasca Anfang 1962 in Betrieb gesetzt werden kann. Für sämtliche Bauarbeiten dieser ersten, drei Kraftwerke umfassenden Bauetappe sind bis Ende Juni 1961 total 4,2 Mio Arbeitsstunden geleistet worden; der Verbrauch an elektrischer Energie betrug rund 24 Mio kWh bei einer installierten Leistung von 7400 kVA.

Das Kraftwerk Pian San Giacomo sowie das Kraftwerk Roveredo werden in der zweiten Ausbauetappe erstellt; die Vorbereitungsarbeiten hierfür sind im Gange.

Die Anlagekosten für die erste Ausbauetappe betragen rund 125 Mio Franken; die Gesamtkosten für die ganze Werkgruppe werden, auf Preisbasis 1956 bezogen, einen Betrag von rund 260 Mio Franken erreichen.

Obering. A. Spaeni

(Photos A. Rieser, Mesocco)