

**Zeitschrift:** Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 50 (1958)  
**Heft:** 4

**Artikel:** Die Misoxer Kraftwerke  
**Autor:** Spaeni, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-921896>

#### 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:** 19.02.2026

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

# WASSERKRAFTNUTZUNG, ENERGIEWIRTSCHAFT

## Die Misoxer Kraftwerke

Nach einem Vortrag von *A. Spaeni*, Oberingenieur, Elektro-Watt AG., Zürich,  
am 14. März 1958 im Rheinverband und im Bündner Ingenieur- und Architektenverein, Chur

### I. Allgemeines

Der Wettlauf zwischen Energieverbrauch und Bedarfsdeckung in der Schweiz geht unvermindert weiter. Wie prekär unsere Versorgungslage mit elektrischer Energie auch gegenwärtig noch ist, haben die letzten Wochen und Monate gezeigt; mussten doch z. B. im November des vergangenen Jahres 15 %, im Dezember 200% der abgegebenen Energie importiert werden. Vorgängig der Beschreibung der Misoxer Kraftwerkgruppe dürften daher einige grundsätzliche Gedanken über unsere Energieversorgung heute und in nächster Zukunft dazu beitragen, die Notwendigkeit des weiteren und raschen Ausbaues unserer Wasserkräfte darzulegen.

Die zunehmende Industrialisierung sowie der steigende Lebensstandard erfordern eine immer grösser werdende Energieerzeugung; so beträgt der Zuwachs an erzeugter elektrischer Energie in zahlreichen westlichen Ländern sowie in den USA in den letzten 8—10 Jahren über 7 % pro Jahr, was einer Verdoppelung in 10 Jahren entspricht. In der Schweiz liegt die Zuwachsraten bei rd. 5,4 %. Im Diagramm (Bild 1) sind für 17 OECE-Länder auf Grund sorgfältiger Studien ermittelte Prognosen für die weitere Bedarfszunahme an Rohenergie dargestellt. Daraus ist zu entnehmen, dass bis 1965 der Rohenergiebedarf eine Zunahme um rund 40 %, bis zum Jahre 1975 eine solche um rd. 80 % erfahren wird. Bemerkenswert dabei ist die Feststellung, dass sich im Verlaufe der nächsten 10—20 Jahre eine eindeutige Verschiebung des Anteils der einzelnen Energieträger an der Bedarfsdeckung abzeichnet. Während zur Dekoration des zunehmenden Energiekonsums die Kohle und die Wasserkraft nur einen schwachen Beitrag leisten können, wird in vermehrtem Masse Erdöl zur Erzeugung von elektrischer Energie beigezogen werden müssen. Was die Kernenergie betrifft, wird der Anteil im Jahre 1975 von Fachleuten auf rd. 10 % geschätzt.

Unsere landeseigenen Energiequellen vermögen zur Zeit (1956, 1957) nur einen Anteil von rd. 27 % (Wasserkraft 20 %, Brennholz 7 %) des gesamten Rohenergieverbrauches zu decken; der Rest ist Importenenergie in Form von Kohle und Öl, wobei geschätzt wird, dass in 20 Jahren 45 %, also fast die Hälfte des gesamten Energiebedarfes durch Importe von Öl gedeckt werden müssen.

Aus diesen wenigen Zahlen und Ueberlegungen, welche auf Grund von Veröffentlichungen und Mitteilungen namhafter schweizerischer Fachleute zusammengestellt wurden, geht eindeutig hervor, dass die Anstrengungen für den weiteren Ausbau unserer Wasserkräfte fortzusetzen sind.

In Anbetracht dieser besonderen Verhältnisse auf dem Sektor der Energieversorgung ist es daher verständlich, dass die Elektro-Watt, welche sich bereits seit mehreren Jahrzehnten mit dem Problem der Energie-Erzeugung befasst, sich aktiv am Ausbau unserer Wasserkräfte beteiligt. Im Kanton Graubünden hat sie, zusammen mit befreundeten Gesellschaften, in den Jah-

ren 1949—1951 durch den Bau des Kraftwerkes Calancasca einen ersten Beitrag für die Nutzung der bündnerischen Wasserkräfte geleistet. In der Zwischenzeit hat sie, nachdem bereits in den Jahren 1946—1948 in der Zentralschweiz das Kraftwerk Wassen gebaut worden war, sich auch in andern Landesgegenden massgebend am Ausbau der einheimischen Energiequellen beteiligt. So entstanden die Kraftwerke Mauvoisin im Wallis und das Grenzkraftwerk Châtelot am Doubs. Gegenwärtig werden unter der technischen Leitung der Elektro-Watt das Kraftwerk Göschenen sowie die Hochdruckanlage Lizerne im Wallis und die Misoxer Kraftwerk gebaut.

### II. Geschichtlicher Rückblick auf die Projekte zur Nutzung der Misoxer Wasserkräfte

Projekte für die Nutzung der Moesa sind bereits Ende des letzten Jahrhunderts im Zusammenhang mit dem Bau der Bellinzona-Mesocco-Bahn aufgestellt worden. So wurde im Jahre 1907 das Kraftwerk Cebbia oberhalb Mesocco in Betrieb genommen. Dieses kleine Laufkraftwerk, mit einer Energieproduktion von rd. 11 Mio kWh im Durchschnittsjahr und einer installierten Leistung von rd. 2500 kW, ist bei der Uebernahme der Bellinzona-Mesocco-Bahn durch die Rhätische Bahn in deren Besitz übergegangen. Es vergingen hierauf mehrere Jahrzehnte, bis eine weitere Nutzungsmöglichkeit mit dem Bau des Calancasca-Werkes realisiert werden konnte. Schon beim Bau dieses Werkes richteten sich unsere

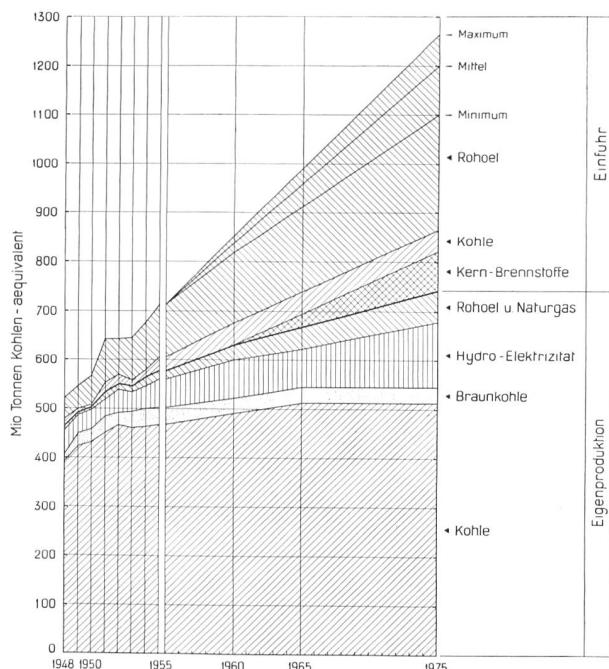


Bild 1 Rohenergie in den 17 Ländern der OECE, Verbrauch und geschätzter zukünftiger Bedarf 1955—1975

Blicke ins obere Calancatal und namentlich ins Misox, wo noch bedeutende Wasserkräfte brach lagen. Bei näherer Untersuchung allfälliger weiterer Nutzungsmöglichkeiten stiessen wir zunächst auf die nämlichen Schwierigkeiten, denen die verschiedenen Gesellschaften begegnet waren, die seit der Jahrhundertwende nacheinander die Nutzungsrechte an der Moesa erworben hatten, nämlich auf das Fehlen von geeigneten Staumöglichkeiten. Wohl waren durch verschiedene Amtsstellen und Gesellschaften zahlreiche Projekte für eine umfassende Nutzung aufgestellt worden, so z. B. durch Einbezug des Greina- und Zervreila-Beckens sowie des auf Boden der Gemeinde Mesocco liegenden Curciusa-Beckens. Doch durfte nicht daran gedacht werden, diese Akkumulierbecken, die sich natürlicherweise nach dem Vorder- und Hinterrhein entwässern, in ein Kraftwerkprojekt für das Misox einzubeziehen. Bei verschiedenen Projektvarianten wurde daher versucht, auf diese in fremden Einzugsgebieten liegenden Becken zu verzichten und durch die Schaffung eines Stausees San Bernardino von 40—60 Mio m<sup>3</sup> Nutzhinhalt eine wirtschaftlichere Nutzung zu ermöglichen. Aus verschiedenen Gründen — wäre doch u. a. das ganze Dorf San Bernardino unter Wasser gesetzt worden — musste von der Ausführung dieses Projektes abgesehen werden. Später zeigte sich dann auf Grund der von Dr. R. Liver, Chur, und von Ing. M. Passet, Thusis, entwickelten Idee des Wasseraustausches zwischen den Einzugsgebieten der Moesa und des Hinterrheins ein Weg für die rationelle Nutzung der Misoxer Wasserkräfte. Im Frühjahr 1953 bewarb sich die uns nahestehende Calancasca AG bei den Gemeinden Mesocco und Soazza um die Konzessionen für die Kraftwerkgruppe Curciusa-Pian San Giacomo und Pian San Giacomo-Soazza, die im Juni des gleichen Jahres erteilt wurden. Die daran anschliessenden weiteren Projektstudien führten hierauf zur Ausarbeitung eines Projektes für die umfassende Nutzung der Misoxer Wasserkräfte unter Einbezug der oberen Calancasca. Die letzten Konzessionen der total 18 Verleihungsgemeinden wurden im Herbst 1956 erteilt und im Februar 1957 durch den Kleinen Rat genehmigt. Nur wenige Monate später, am 7. Juni 1957, wurde die Misoxer Kraftwerke AG in Mesocco gegründet und am gleichen Tag der Bau beschluss für die Erstellung des Kraftwerkes Soazza

gefasst. An dieser neuen Kraftwerksgesellschaft, mit Sitz in Mesocco, sind folgende fünf Aktionäre beteiligt:

- der Kanton Graubünden
- die Elektro-Watt, Elektrische und Industrielle Unternehmungen AG, Zürich
- die Elektrizitätsgesellschaft Laufenburg AG., Laufenburg
- die Centralschweizerischen Kraftwerke, Luzern
- die Schweizerische Kreditanstalt, Zürich.

Ferner haben die Verleihungsgemeinden das Recht, sich zu Lasten der 12% betragenden Quote des Kantons mit insgesamt 20% an der Gesellschaft zu beteiligen.

### III. Allgemeine Werkdisposition (Bilder 2 und 3)

Zur wirtschaftlichen und umfassenden Nutzung der Wasserkraft der Moesa und Calancasca wird eine Werkgruppe, bestehend aus fünf Stufen erstellt. In den Kraftwerken

Pian San Giacomo

Soazza

Roveredo

Isola und

Valbella,

denen ein Einzugsgebiet von 215 km<sup>2</sup> zur Verfügung steht, können im langjährigen Mittel 230 Mio kWh Winterenergie (Oktober-März) und 300 Mio kWh Sommerenergie (April-September), insgesamt also 530 Mio kWh pro Jahr, erzeugt werden. (Bild 4.) Die gesamte installierte Leistung beträgt 190 000 kW.

Das den Wasserrechtsverleihungen zugrunde liegende Projekt ist im Uebersichtsplan wiedergegeben. Zu den einzelnen Kraftwerken ist folgendes zu bemerken:

Das Kraftwerk Pian San Giacomo nutzt den oberen Areuabach, dessen Zufluss aus dem Val Rossa, sowie den Bach aus dem Val Balscio, vom Stausee Curciusa bis Pian San Giacomo. Die Füllung des 28 Mio m<sup>3</sup> fassenden Staubeckens erfolgt mittels der natürlichen Abflüsse der genutzten Gewässer. Bei einem max. Bruttogefälle von 967 m und einer Ausbauwassermenge von 7 m<sup>3</sup>/s ergibt sich eine installierte Leistung von 56 000 kW und eine Energieproduktion von 68 Mio kWh. Der mit der Nutzung des oberen Areuabaches und seines Zuflusses aus dem Val Rossa verbundene Entzug

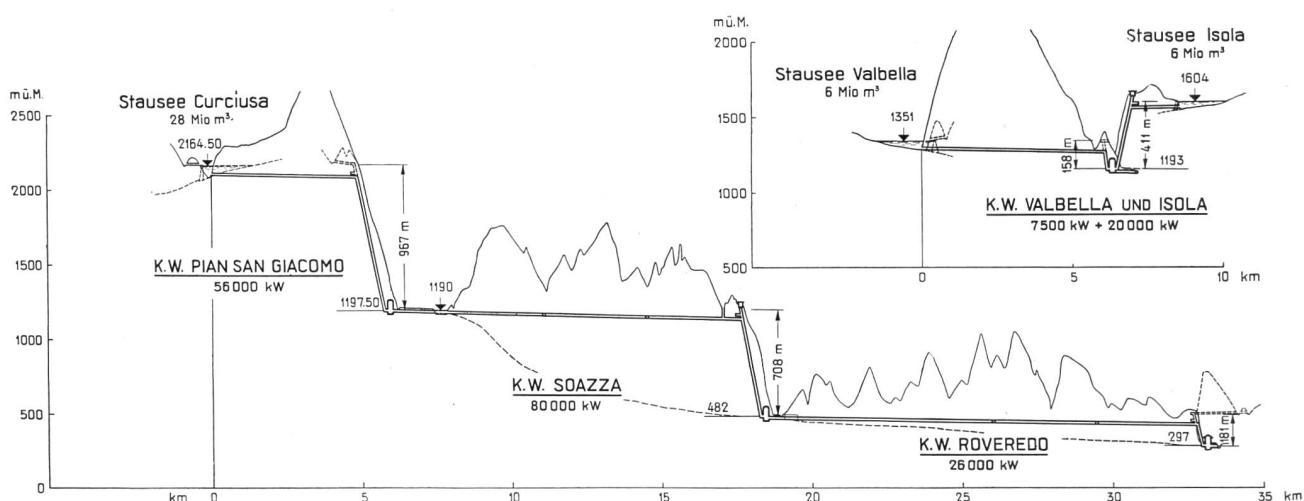
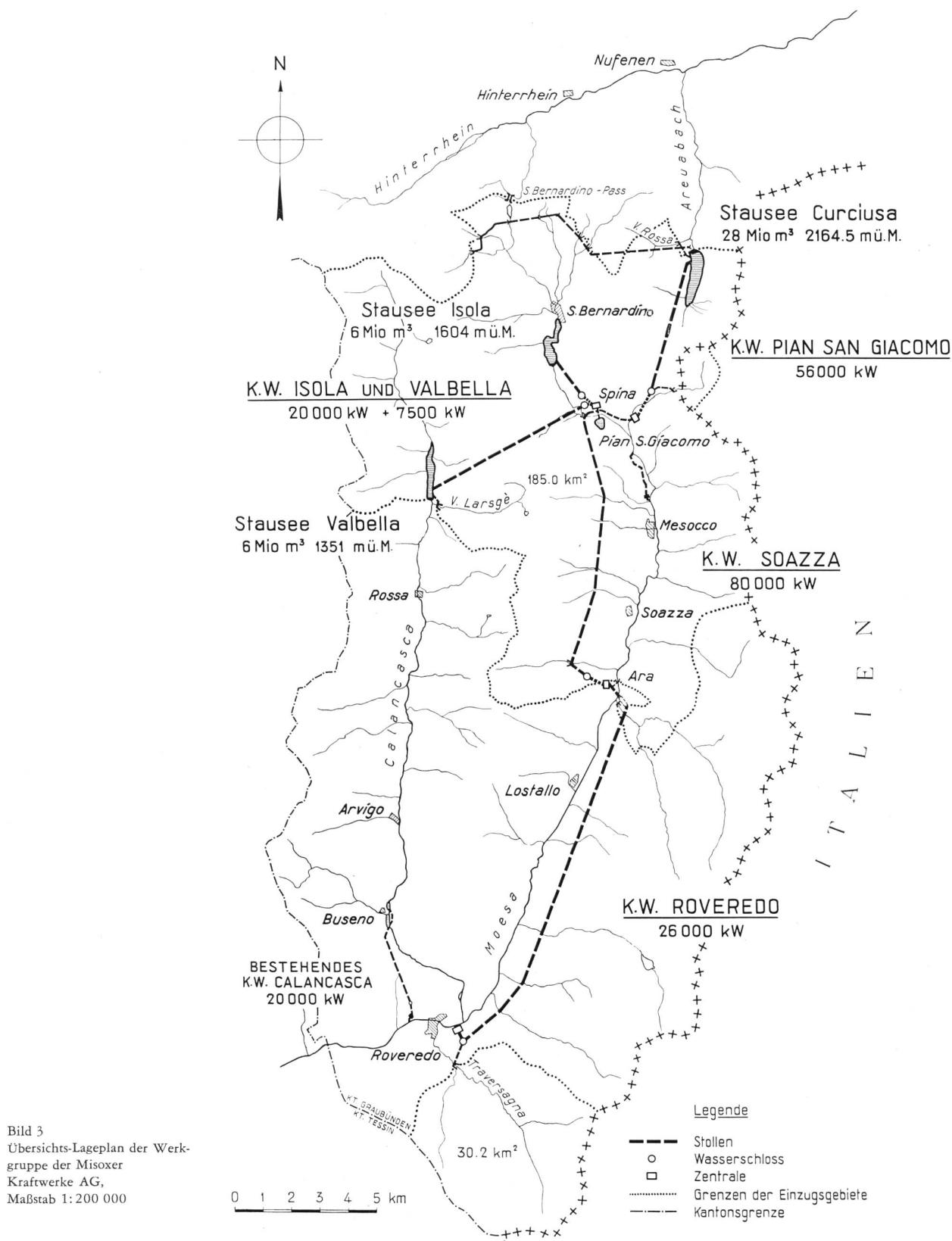


Bild 2 Übersichts-Längenprofil 1: 250 000 / 50 000



von Wasser aus dem Einzugsgebiet des Hinterrheins, wird durch Zuleitung einer gleich grossen Wassermenge aus dem Moesagebiet in den Areuabach (unterhalb der Staumauer Curciusa) kompensiert.

Das Kraftwerk Soazza, mit einem Ausgleichsbecken in Pian San Giacomo, verarbeitet das aus dem Zwischeneinzugsgebiet der Moesa fassbare Wasser, sowie das aus den Kraftwerken Pian San Giacomo, Isola

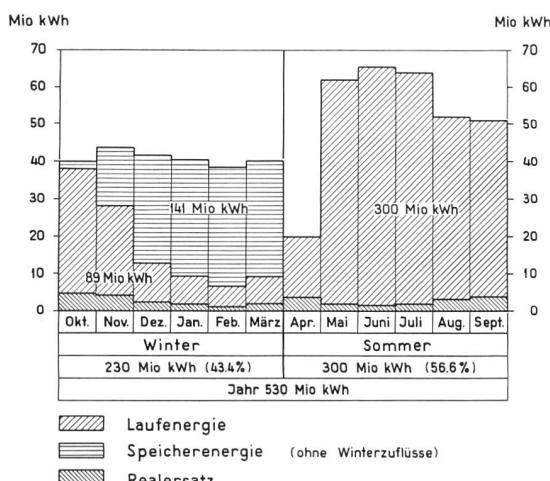


Bild 4 Netto-Energieproduktion nach Abzug von Realersatz für bestehende Anlagen

und Valbella anfallende Werkwasser in einer Zentrale nahe der Gemeindegrenze Soazza-Lostallo. Die Nutzung erfolgt mit einem Bruttogefälle von 708 m und mit einer Maschinenleistung von 80 000 kW. Nach Abzug der Energielieferungen an die Rhätische Bahn, als Realersatz für die Stilllegung ihres kleinen Cebbiawerkes, beträgt die jährliche Erzeugung des Kraftwerkes Soazza 198 Mio kWh im Winter und 175 Mio kWh im Sommer.

Das Kraftwerk Roveredo nutzt die Wasserkraft der Moesa und der Traversagna in einer Zentrale oberhalb Roveredo. Das Bruttogefälle, vom Ausgleichsbecken bis zur Wasserrückgabe, beträgt 181 m. Die Maschinenleistung wurde auf 26 000 kW festgelegt. Es lassen sich durchschnittlich 38 Mio kWh Winterenergie und 69 Mio kWh Sommerenergie erzeugen.

Das Kraftwerk Isola, mit einem Stausee von 6 Mio m<sup>3</sup> Inhalt, nimmt das verfügbare Wasser der Moesa unterhalb San Bernardino-Dorf auf und erzeugt mit einem max. Bruttogefälle von 411 m bei einer Ausbauleistung von 20 000 kW in der Zentrale Spina 15 Mio kWh Winterenergie und 37 Mio kWh Sommerenergie.

Das Kraftwerk Valbella, mit einem Stausee von ebenfalls 6 Mio m<sup>3</sup> Inhalt, nutzt das Wasser der oberen Calancasca und des Baches aus dem Val Larsgè in der mit der Stufe Isola gemeinsam betriebenen Zentrale Spina (im Talboden von San Giacomo) und führt das Calancascawasser den unterhalb Pian San Giacomo gelegenen Werken Soazza und Roveredo zu. Durch diese Projektanordnung wird die umfassende Nutzung der Wasserkraft der Calancasca ermöglicht. Bis Spina beträgt das Bruttogefälle 158 m. Die Maschinengruppe mit der Ausbauleistung von 7 500 kW liefert 6 Mio kWh Winterenergie und 14 Mio kWh Sommerenergie.

Die durch Ueberleitung erzeugte Mehrenergie in den Anlagen im Misox, wie auch eine gewisse Minderproduktion im bestehenden Kraftwerk Calancasca, sind in den oben erwähnten Produktionswerten der einzelnen Stufen bereits berücksichtigt.

Im Verlaufe der Konzessionsverhandlungen haben wir zu Gunsten der Monteforno AG., Bodio, auf den Erwerb der Wasserrechtsverleihungen für die beiden Kraftwerke Lostallo und Grono, in welchen sechs Bäche der linken Talseite unterhalb Soazza genutzt werden, ver-

zichtet, nachdem feststand, dass die Monteforno einen angemessenen Anteil der Energieproduktion dieser Werke in einem im Misox zu errichtenden Industriebetrieb verbrauchen würde.

#### IV. Hydrologische Verhältnisse

Die durch die Misoxer Kraftwerke ausnützbaren Wasserkräfte weisen ein Gesamteinzugsgebiet von 215 km<sup>2</sup> auf. Als wasserwirtschaftliche Grundlagen zur Projektierung der Misoxer Kraftwerke dienten die Aufzeichnungen der folgenden, vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft betriebenen Limnigraphenstationen:

Moesa - Pian San Giacomo 1909—1929

Moesa - Lumino seit 1913.

Auf die langjährige Periode 1913—1951 bezogen ergeben sich folgende Abflusswerte:

	mittl. Jahresabfluss 1/s.km <sup>2</sup>	Abflußhöhe in m Wi So Jahr
Pian San Giacomo	54	0,35 1,35 1,70
Lumino	46	0,35 1,10 1,45

Im Monat April ist im Gegensatz zu den meisten Flüssen der Alpennordseite schon relativ viel Wasser vorhanden, ein Umstand, der sich energiewirtschaftlich günstig auswirkt. Für das natürliche Einzugsgebiet des Kraftwerkes Soazza wurden die Abflusswerte der Messstation Pian San Giacomo übernommen. Für die Werk-einzugsgebiete der übrigen Kraftwerkstufen ergeben sich je nach Höhenlage etwas niedrigere oder etwas höhere spezifische Abflüsse. Während den Jahren 1919 bis 1923 wurden von privater Seite die Abflussmengen der Calancasca bei Buseno gemessen, allerdings nur bis zu einer Wasserführung von 15 m<sup>3</sup>/s. Seit 1952 hat das Amt für Wasserwirtschaft an derselben Stelle eine Limnigraphenstation im Betrieb, die uns wertvolle Aufschlüsse über die Richtigkeit der angenommenen Abflusswerte der Calancasca geben kann. Zur Kontrolle der gemachten Annahmen und im Hinblick auf den vorgesehenen Was-seraustausch zwischen Moesa- und Hinterrheingebiet werden durch die Elektro-Watt folgende mit Limnigraph ausgerüstete Wassermesstationen betrieben:

Mucciabach-Alpe Muccia seit Dezember 1953

Gulmagna-Pian Lumbrif seit Juni 1954

Areuabach-Curciusa di fuori seit Juni 1954

Areuabach-Nufenen seit Dezember 1953.

#### V. Übersicht über die geologischen Verhältnisse

(Bild 5)

Am Aufbau des Gebietes im Bereich der Kraftwerkgruppe zwischen Valbella - San Bernardino - Val Curciusa im Norden und Soazza/Ara im Süden, sind drei tektonische Zonen beteiligt. Den Westen vom Val Calanca bis ins Misox nimmt die kristalline Adula-Decke ein, deren plattige Gneise im allgemeinen ausgesprochen gleichförmig mit 30—45° ostwärts eingefallen. Sie taucht nordostwärts der Linie Hinterrhein-SanBernardino-Spina-Ruine Mésocco-Val de Forcola unter. Sie wird überlagert von einem schmalen, gegen Süden nurmehr lückenhaft vorhandenen Zug triadischen Gesteins, bestehend aus Rauhwacke, Gips, Dolomit und zuckerförmigem Dolomit. Ueber der Trias folgt sodann die Misoxer Muldenzone, ein komplexes Gebilde bestehend aus Bündner Schiefern mit glimmerführenden Wechsellsagerungen von Tonschiefern und Kalkbändern. Inmitten der Misoxer-Zone befindet sich ein schmaler, ca. 20 m mächtiger Zug

triadischer Gesteine, begleitet von Gneis-Linsen und Grünschiefern. Hierauf folgt die Trias-Zone der Tambò-Decke; auf dieser Trias liegt die kristalline Tambò-Decke. Bemerkenswert ist die Feststellung, daß die einzelnen tektonischen Zonen beinahe geradlinig und parallel Nord-Süd verlaufen und in grossen Zügen einförmig gegen Osten eintauchen.

Auf Grund dieser geologischen Situation ergeben sich für praktisch sämtliche Bauwerke der fünf Kraftwerkstufen günstige bautechnische Verhältnisse. So liegen die Staubecken Curciusa und Isola im Kristallin der Tambò- bzw. Adula-Decke. In dem gleichen, vom Geologen als standfest und wenig wasserführend bezeichneten Gestein liegen ferner

- der 5 km lange Druckstollen, der Druckschacht und die Kavernenzentrale der Kraftwerkstufe Curciusa-Pian San Giacomo
- der rd. 6 km lange Verbindungsstollen Calancatal-Misox
- der rd. 10 km lange Druckstollen, der Druckschacht und die Kavernenzentrale des Kraftwerkes Soazza
- der rd. 14 km lange Druckstollen des Kraftwerkes Roveredo.

Komplexere geologische Verhältnisse bestehen beim Staubecken Valbella, auf die später noch eingegangen werden soll. Ferner sind beim rd. 2 km langen Druckstollen des Kraftwerkes Isola ein 50 m mächtiger Trias-Zug bestehend aus Rauhwacke, Gips und vielleicht zuckerförmigem Dolomit sowie eine ca. 1 km lange Bündner Schiefer-Zone zu durchfahren. Der Druckschacht und die Kavernenzentrale Spina liegen ebenfalls im Bündner-Schiefer, der als standfest bezeichnet wird.

Die geologische Detailkartierung wurde bei verschiedenen Objekten durch ausgedehnte Sondierungen ergänzt. So wurden bei den Sperrstellen Isola und Valbella zahlreiche Sondierbohrungen abgeteuft, in welchen Wasserabpress-, Injektions- und Färbeversuche durchgeführt wurden. Im Bereich des zukünftigen Ausgleichbeckens Corina untersuchte man eingehend die Untergrundverhältnisse mit zahlreichen Schächten und Schürfungen. Zur Beobachtung der Grundwasserverhältnisse wurde ein Netz von Messpunkten (3–10 m tiefe Messrohre) angelegt. Mit Sondierstollen und Sondierschächten konnten ferner für die Projektierung der Kavernenzentralen Soazza und Spina wertvolle Unterlagen geschaffen werden.

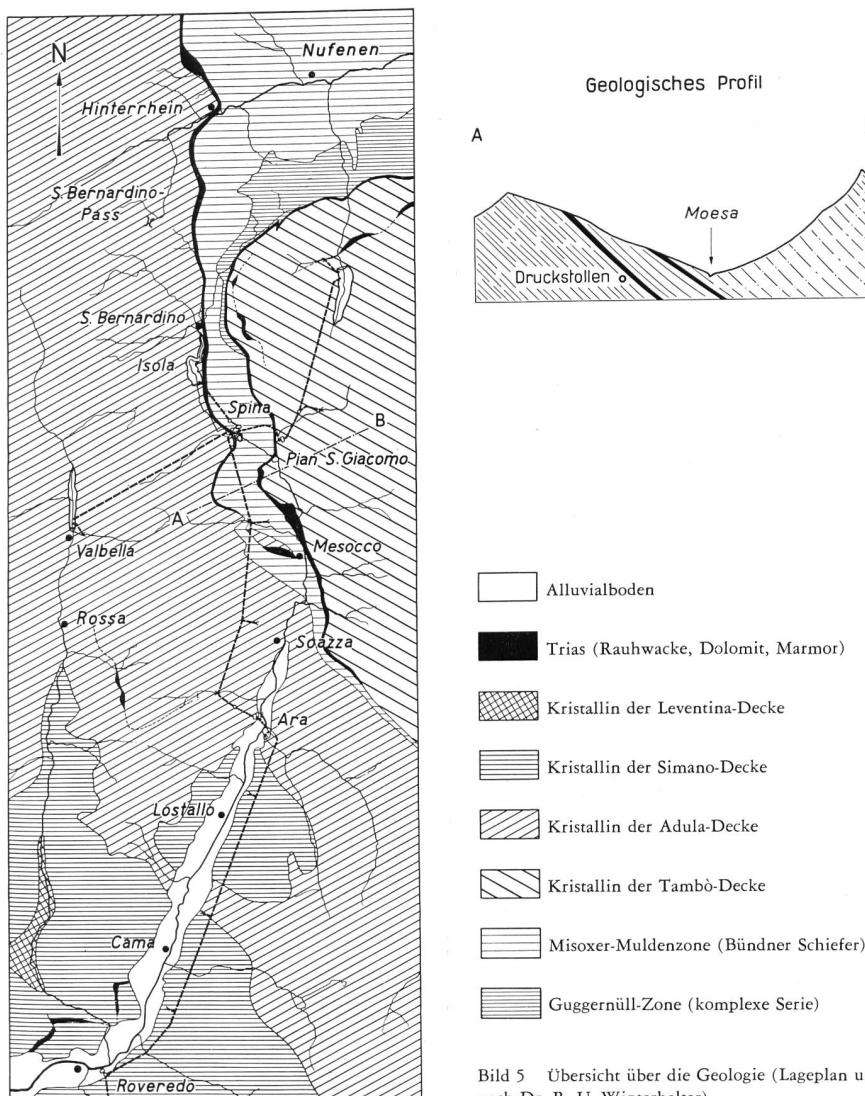


Bild 5 Übersicht über die Geologie (Lageplan und Profil Pian San Giacomo nach Dr. R. U. Winterhalter)

## VI. Festlegung der Ausbaugröße der Kraftwerk-anlagen

Die Festlegung der installierten Leistungen und damit der Werkwassermengen von Hochdruckanlagen mit Speicherbecken erfolgt am zweckmässigsten von der Betriebsseite her durch Wahl der Betriebsstundenzahlen. Eine grundsätzlich andere Methode besteht z. B. durch Berechnung der wirtschaftlichsten Ausbaugrösse, unter Anwendung der «Richtlinien für die vergleichende Beurteilung der relativen Wirtschaftlichkeit von Wasserkraftanlagen», (Bestimmung des Bewertungs-Quotienten). Auf Grund der bei verschiedenen Werkgruppen durchgeföhrten Berechnungen nach dieser Methode hat sich gezeigt, dass die Kurve der Bewertungs-Quotienten für verschiedene Ausbaugrössen im Bereich des Maximums sehr flach verläuft, oder sich überhaupt kein Maximum feststellen lässt. In den meisten Fällen geben daher betriebliche Ueberlegungen den Ausschlag für die Festlegung der Ausbaugrössen. Bei den Misoxer Kraftwerken wurde auf die umfangreiche Bewertungs-Quotient-Methode verzichtet.

Bei der Festlegung der Betriebsstundenzahlen für die einzelnen Kraftwerkstufen war dem Umstand Rechnung zu tragen, dass bei der vorgesehenen Gesamtdisposition in Corina drei Speicherwerke (Curciusa, Isola und Valbella) das Werkwasser an eine vierte Stufe (Kraftwerk Soazza) abgeben. Ferner war zu berücksichtigen, dass die Werkwassermengen der obenliegenden drei Anlagen von einer Grössenordnung sind, welche erlaubt, die Druckstollen mit dem für die Herstellung minimal möglichen Ausbruchquerschnitt auszuführen. Auf Grund von Wasserwirtschaftsplänen, welche für verschieden-

gewählte Werkwassermengen resp. Betriebsstundenzahlen der obenliegenden Stufen sowie unter Berücksichtigung der regulierenden Wirkung des Ausgleichbeckens Corina (Nutzinhalt 120 000 m<sup>3</sup>) aufgestellt wurden, erwiesen sich folgende Betriebsstundenzahlen und Werkwassermengen als zweckmässig:

Kraftwerk	Werkwassermengen m <sup>3</sup> /s	Betriebsstundenzahl im Winterhalbjahr	Inst. Leistung in kW
Pian San Giacomo	7	1 200	56 000
Isola	6	800	20 000
Valbella	6	1 200	7 500
Soazza	14	1 600	80 000
Roveredo	18	1 700	26 000
Total rd.			190 000

## VII. Beschreibung der Anlagen

### 1. Kraftwerk Pian San Giacomo

Ein Blick auf eine topographische Uebersichtskarte zeigt deutlich, dass die Nutzung des nach Norden fliessenden Areuabaches in Richtung Süden, d. h. nach dem Misox infolge der grösseren Gefälls-Konzentration wesentlich günstiger ist, als nach dem Hinterrheingebiet. Bezogen auf die gleiche Meereshöhe (Unterwasserspiegel der Stufe Roveredo 297 m ü. M.) und ein Bruttogefälle von rd. 1860 m, ergibt sich eine erforderliche Nutzungsstrecke in der Richtung Süden von rd. 30 km gegenüber einer solchen von rd. 280 km in Richtung Norden. (Lauferburg rd. 300 m ü. M.). Diesem erheblichen Vorteil der grösseren Gefällskonzentration steht jedoch der Umstand gegenüber, dass die Sperrstelle Curciusa nicht zu

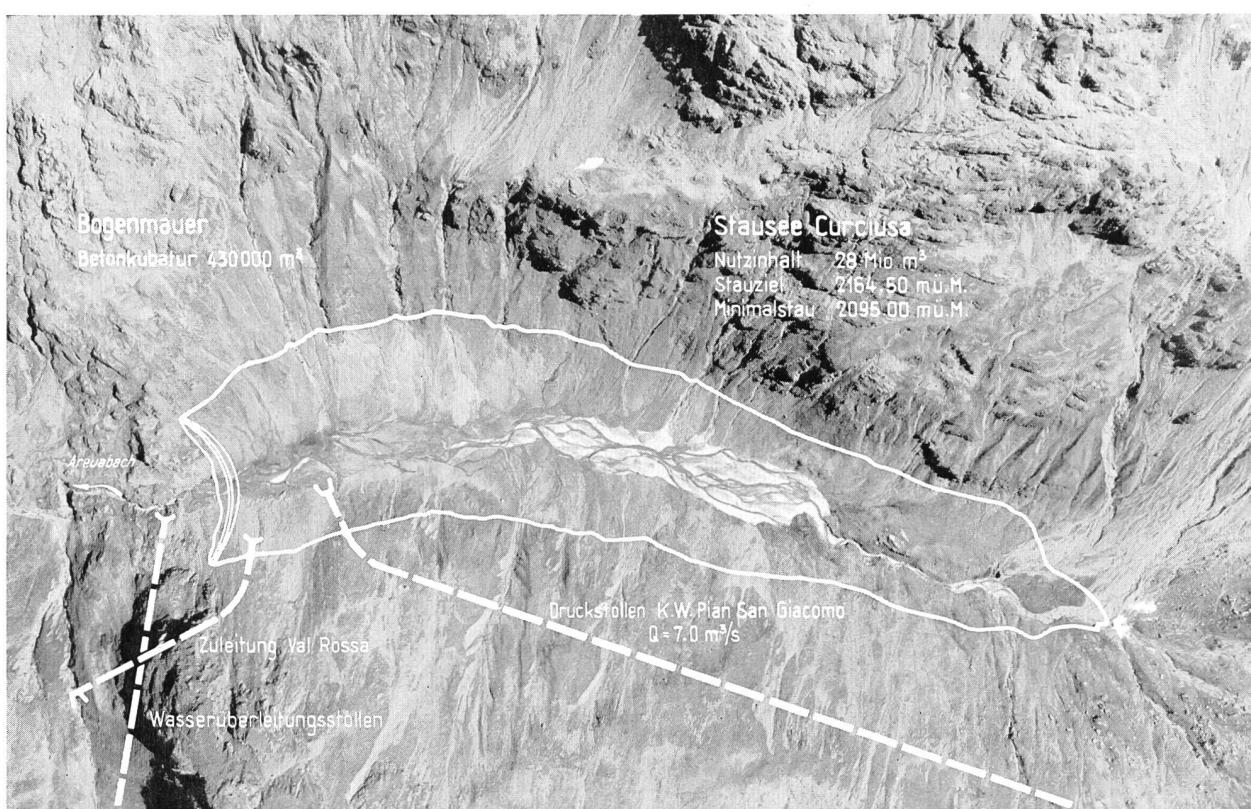


Bild 6 Lageplan oberes Val Curciusa mit Bogenstaumauer und Stausee Curciusa  
(Aufnahme Eidg. Vermessungsdirektion, Reprod.-Bewilligung vom 7. Mai 1958)

den günstigeren gehört; das Verhältnis Nutzvolumen des Staubeckens zu Betonkubatur beträgt 28 Mio m<sup>3</sup>: 0,43 Mio m<sup>3</sup> = 65 (Mauvoisin 180 Mio m<sup>3</sup> : 2 Mio m<sup>3</sup> = 90 und Livigno 180 Mio m<sup>3</sup> : 0,75 Mio m<sup>3</sup> = 240). Zudem ist die natürlich zufließende Wassermenge mit rd. 24,5 Mio m<sup>3</sup> im Durchschnittsjahr relativ gering. Wie einleitend erwähnt, stellt jedoch dieses Becken in Anbetracht des konzentrierten Gefälles von rd. 1000 m bis auf den Talboden von San Giacomo in Verbindung mit den Hochdrucklaufwerken an der Moesa eine wertvolle Ergänzung zur umfassenden Nutzung der Wasserkräfte dieses Tales dar.

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 m<sup>3</sup> geplant. (Bild 6.) Bei der max. Staukote 2164,50 m ü. M. weist der Stausee eine Länge von rd. 2 km und eine max. Breite von 470 m auf. Durch den Aufstau werden lediglich wenig nutzbares Weideland sowie grosse Schuttgebiete unter Wasser gesetzt. An den beiden Talflanken ist der Fels (Kristallin) anstehend. Lediglich im Bereich des linken Widerlagers muss einer versackten Zone die notwendige Beachtung geschenkt werden. Sondierungen zur näheren Abklärung der Untergrundverhältnisse, insbesondere auch in der Talsohle, sind in diesem Jahr vorgesehen. Das Becken, welches ebenfalls vollständig im Kristallin liegt, wird vom Geologen als dicht bezeichnet.

Da das natürliche Einzugsgebiet nur 10,6 km<sup>2</sup> beträgt, wird mit einem kurzen Verbindungsstollen Wasser aus dem Val Rossa sowie durch den Druckstollen aus dem Balniscio-Bach zugeleitet. Für die Durchführung des Wasseraustausches mit dem Hinterrheingebiet ist die Zuleitung des Wassers aus dem Einzugsgebiet der Muccia- und Gulmagna-Bäche durch Hangleitungen, einem Düker und im letzten Abschnitt durch einen rd. 3,5 km langen Rohrstollen vorgesehen. Dieser wird so gebaut, dass er sowohl für die Erstellung der Staumauer als Transportstollen als auch später während des Betriebes als wintersicherer Zugang verwendet werden kann. Die Mündung dieses Stollens liegt unterhalb der Staumauer auf Kote 2095 m ü. M.

Das Entnahmehbauwerk ist am linken Ufer angeordnet; der Druckstollen, welcher als Minimal-Stollen ausgebildet wird, (lichter Durchmesser 2,20 m) liegt auf der ganzen Länge von 5,0 km im Kristallin; er wird mit Beton verkleidet. Vergleichsstudien unter Berücksichtigung der geologischen und topographischen Verhältnisse haben gezeigt, dass ein Druckschacht gegenüber einer offen verlegten Druckleitung zweckmässiger ist. Mit einer Länge von 1360 m wird dieser Druckschacht das längste Bauwerk dieser Art in der Schweiz. In der Kavernenzentrale, welche an den östlichen Rand des Talbodens von San Giacomo zu liegen kommt, werden, bei einem Schluckvermögen der Turbinen von zusammen 7 m<sup>3</sup>/s zwei Maschinengruppen von 56 000 kW installiert. Das Werkwasser wird durch einen unterirdisch angelegten Verbindungskanal dem Ausgleichsbecken Corina des Kraftwerkes Soazza zugeführt. Da es sich beim Kraftwerk Pian San Giacomo um ein Speicherwerk handelt, ist der Betrieb dieser Anlage auf die Wintermonate beschränkt. Die Energie wird in einer Freiluftschaltanlage von der Maschinenspannung auf 220 kV transformiert und in die unmittelbar neben der Anlage vorbeiführende Leitung Soazza-Sils i. D. eingespeisen.

## 2. Kraftwerk Soazza

Diese zweite Hauptstufe im Misox erstreckt sich von Pian San Giacomo über eine Länge von rd. 11 km bis unterhalb des Dorfes Soazza; das genutzte Gefälle beträgt 708 m. Vergleichsstudien haben ergeben, dass die Stollenführung am rechtsseitigen Talhang zweckmässiger ist, als am Gegenhang. Die Lage des Ausgleichsbeckens im nördlichen Teil des Talbodens von San Giacomo hat sich auf Grund der verschiedenen untersuchten Varianten, unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten als günstigste Lösung erwiesen. (Bilder 7 und 8.) Insbesondere war auf die im vorderen Teil des Talbodens mit umfangreichen Sondierbohrungen festgestellte Feinsandschicht mit Torfeinlagen Rücksicht zu nehmen. Durch die vorgesehene Disposition des Verbindungsstollens zwischen der Wasserfassung im Ausgleichsbecken und dem Unterwasser-Stollen der Zentrale Spina wird erreicht, dass die Zentrale Soazza, unter Benützung des Werkwassers aus der Zentrale Spina (Stufen Isola/Valbella) und der Zentrale Pian San Giacomo (Stufe Curciusa), auch bei Durchführung von Unterhaltsarbeiten im Ausgleichsbecken im Betrieb bleiben kann. Auf Grund der bei andern Kraftwerkbauden 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 vorgesehen. Für die Schüttung der Dämme kann das Ausbruchmaterial aus der Kavernenzentrale Spina und dem Druckstollen des Kraftwerkes Soazza gut verwendet werden; zusätzlich erforderliches Material wird den in der näheren Umgebung des Beckens liegenden Materialgewinnungsstellen entnommen. Die Wasserfassung an der Moesa mit Stauwehr, Entsander, Fallschacht und Sandablasstollen liegt unmittelbar flussaufwärts des Ausgleichsbeckens an 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 ist für ein Schluckvermögen von 4 m<sup>3</sup>/s ausgebaut.

Der Druckstollen, welcher einen lichten Durchmesser von 2,5 m aufweist, schliesst unmittelbar an den Unterwasser-Stollen der Zentrale Spina an. Er liegt in den ersten 170 Metern im Bündner Schiefer, welcher vom Geologen als standfest bezeichnet wird, quert hierauf eine Trias-Zone von wenigen Metern Mächtigkeit, unterfährt dann die Moesa in den anstehenden Gneisschichten, welche bis zur Zentrale Soazza bautechnisch ähnliche Eigenschaften aufweisen. Sie werden nach dem Gutachten des Geologen keine wesentlichen bautechnischen Schwierigkeiten verursachen; man darf annehmen, dass im Berginnern keine grossen Wasseradern vorkommen. Auf Grund der beim Kraftwerk Calancasca gemachten Erfahrungen sind aber besonders in den harten Gesteinen geringe Wasserzirkulation aus Klüften und das lokale Auftreten von Stollenquellen nicht ausgeschlossen. Der Druckstollen wird auf die gesamte Länge mit Beton verkleidet; die wichtigsten Profiltypen sind in Bild 9 dargestellt. Unmittelbar vor dem Wasserschloss liegt die Buffalora-Fassung; sie ist derart dimensioniert, dass bei guter Entsandung 1 m<sup>3</sup>/s gefasst werden kann. Das Wasserschloss besteht aus einer oberen und unteren Kammer; sie sind durch einen schrägen Steigschacht von 110 m Länge miteinander verbunden. Der Druck-

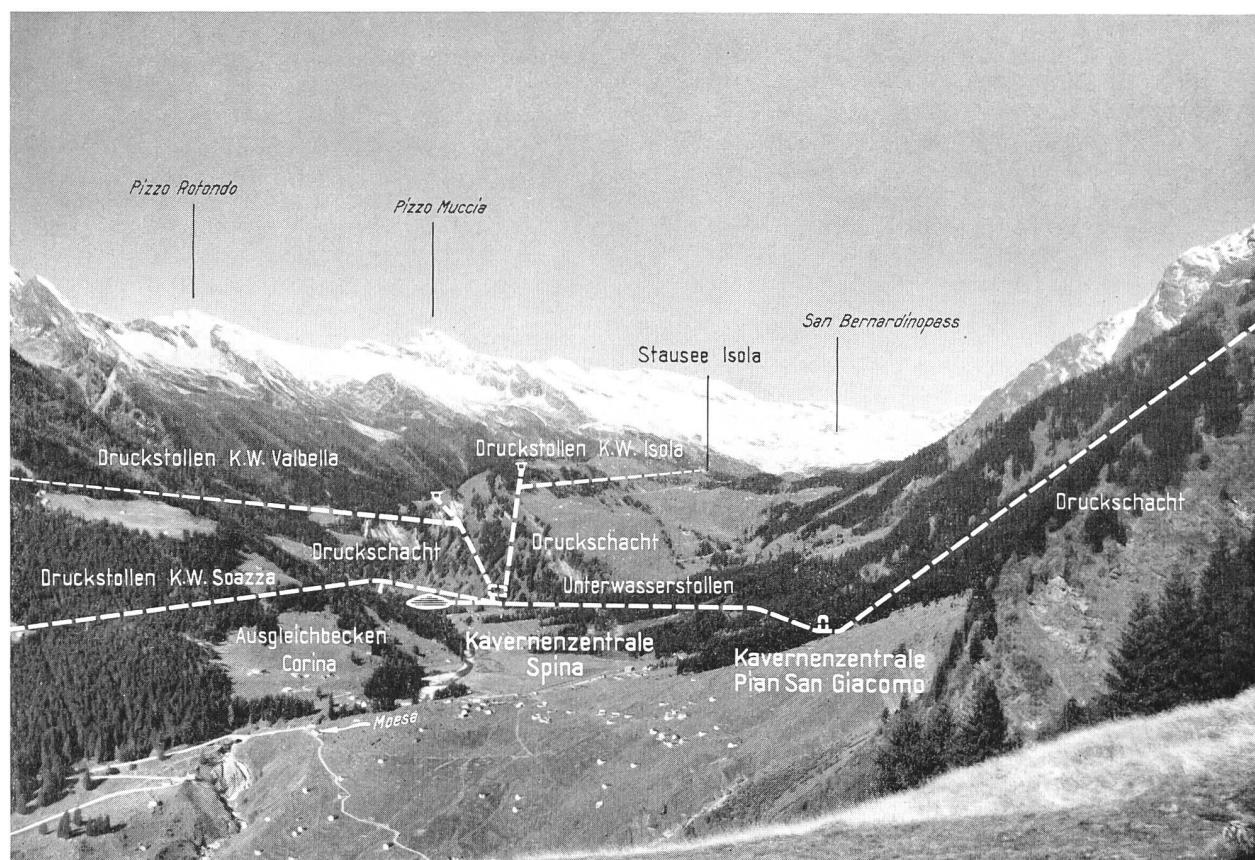


Bild 7 Gesamtübersicht der Kraftwerkstanlagen im Gebiete von Pian San Giacomo  
(Photo A. Rieser, San Bernardino)

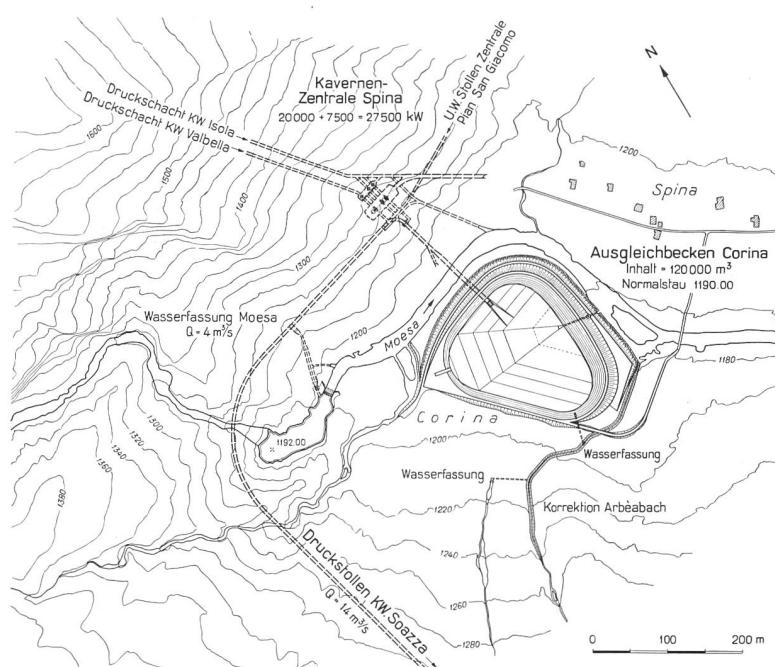


Bild 8  
Lageplan der Kraftwerkstanlagen Spina/Corina  
im Gebiete von Pian San Giacomo,  
Maßstab 1:10 000

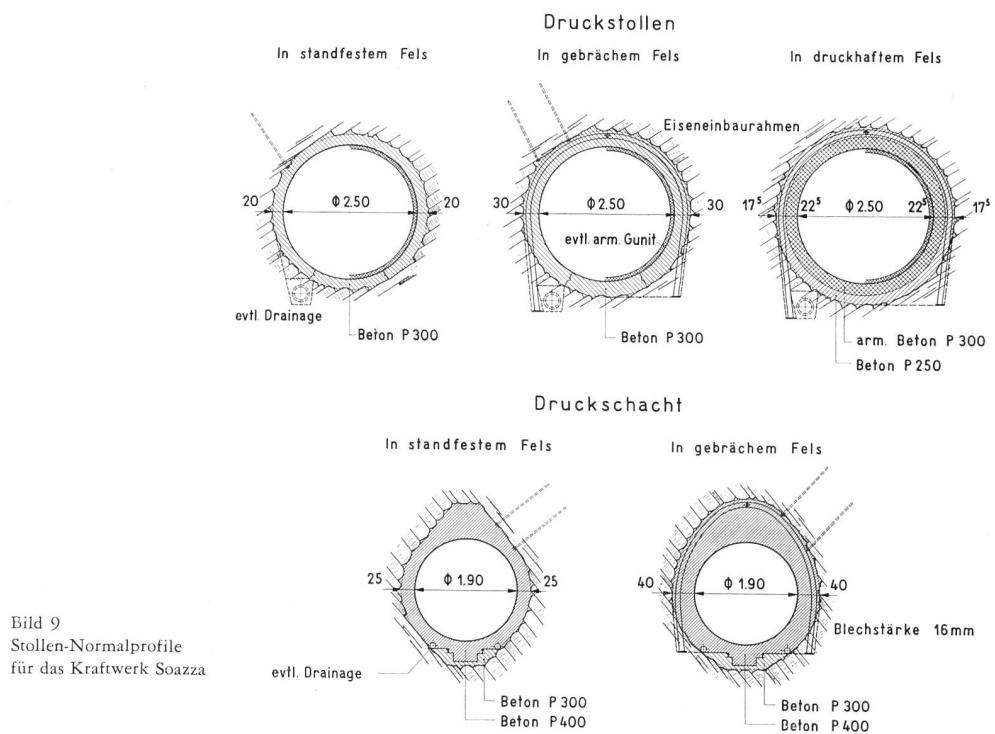


Bild 9  
Stollen-Normalprofile  
für das Kraftwerk Soazza

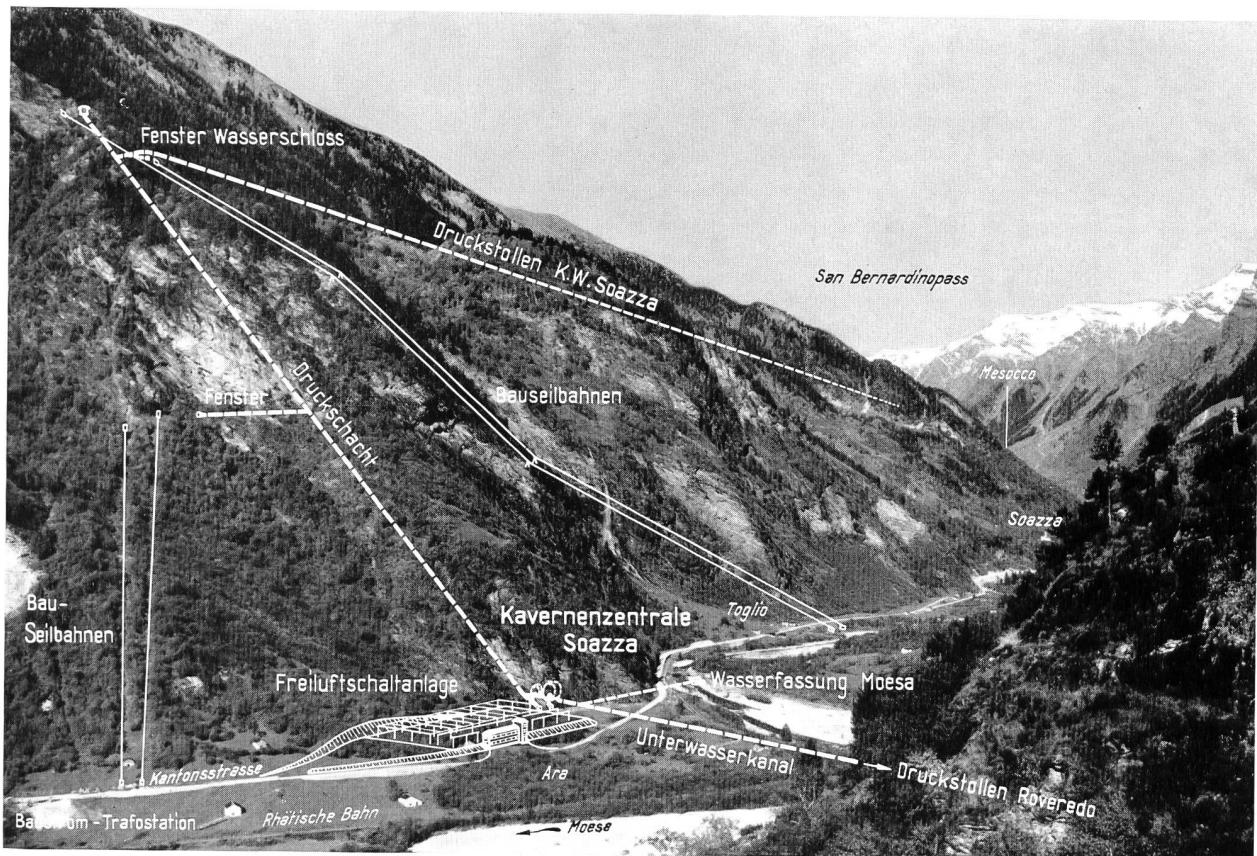


Bild 10 Rechter Talhang unterhalb Soazza mit eingezeichneten Anlagen des Kraftwerkes Soazza  
(Photo A. Rieser, San Bernardino)

schacht von 980 m Länge ist ein durchgehender Schrägschacht mit einem Durchmesser von 1,90 m und ca. 87% Neigung vom Krümmer vor der Verteilung bis zur Sohle der oberen Wasserschlosskammer. Aus Termingründen wurde ein Zwischenfenster angeordnet, um den Ausbruch sowie die Montage und das Ein-

betonieren der Panzerrohre von zwei Angriffsstellen her ausführen zu können

Die Zentrale kann als Kavernenzentrale in einer topographisch günstigen Lage ca. 2 km unterhalb des Dorfes Soazza in einer Felsrippe, unmittelbar neben der San Bernardino-Strasse und der Rhätischen Bahn ange-

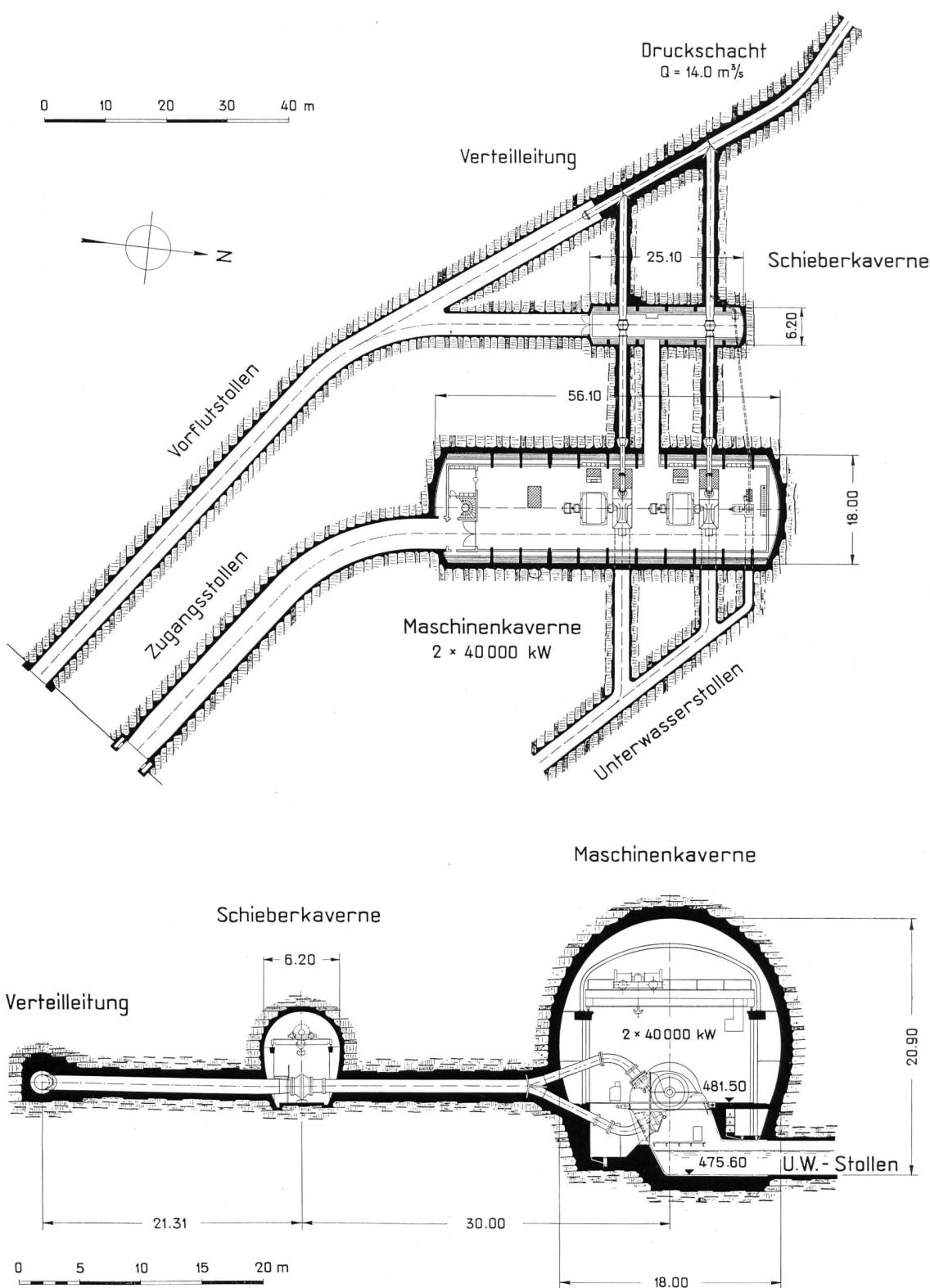


Bild 11 Lageplan (1:1000) und Querschnitt (1:500) der Kavernenzentrale Soazza

ordnet werden. (Bild 10) Die durchgeführten Sondierungen sowie die geologische Detailkartierung haben gezeigt, dass das Gestein durchaus standfest, jedoch z. T. eher weich und infolge starker Schieferung verwitterungsanfällig ist. Die Ausführung der Maschinenkaverne sowie der Schieberkammer ist daher in Form eines bahn-tunnelähnlichen Profiles, welches vollständig mit Beton verkleidet wird, vorgesehen. Diese Querschnittsausbildung ermöglicht die Durchführung von allfällig sich als notwendig erweisenden Injektionen zur Konsolidation des Gebirges im Bereich des Gewölbes.

In der Maschinenkaverne, welche eine Länge von 56,00 m, eine Breite von 18,00 m und eine Höhe von 21,00 m aufweist, ist der erforderliche Raum für die Aufstellung von zwei Maschinengruppen von je 40 000 kW sowie einer Hausgruppe vorgesehen. Installiert werden je zwei horizontalachsige Pelton-Turbinen mit einem Schluckvermögen von zusammen 14 m<sup>3</sup>/s. (Bild 11.) Als Turbinenabschlussorgane werden zwei Drehschieber eingebaut. Das Werkwasser wird durch einen rd. 400 m langen Unterwasser-Kanal vorübergehend, d. h. bis zur Erstellung des Kraftwerkes Roveredo, in die Moesa zurückgeleitet. Für die definitive Festlegung der Abmessungen der Schwallkammer und des anschliessenden Unterwasser-Kanals sind Modellversuche an der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau der E. T. H. in Zürich im Gange.

Die in der Zentrale Soazza erzeugte Energie wird mit zwei in der Freiluftschaltanlage aufgestellten Transformatorengruppen 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 Schaltanlage sowie Montageräume, eine Reparaturwerkstatt usw. untergebracht. (Bild 12.)

### 3. Kraftwerk Roveredo

Wie aus dem Uebersichtslängenprofil hervorgeht, nimmt die Gefällskonzentration unterhalb Soazza stark ab; das mittlere Sohlengefälle der Moesa beträgt nur noch 1,2 %, sodass bei der vorgesehenen Nutzungshöhe von 181 m eine Stollenlänge von rd. 14 km erforderlich ist. Das Werkwasser der Zentrale Soazza (max. 14 m<sup>3</sup>/s) wird mit einem unter dem Flussbett der Moesa angeordneten Düker in das auf dem linken Ufer befindliche unterirdische Ausgleichsbecken der Stufe Roveredo geführt. Die Fassung des Wassers aus dem Zwischeneinzugsgebiet unterhalb der Wasserfassung Corina der Stufe Soazza (rd. 4 m<sup>3</sup>/s), erfolgt mit Hilfe eines Wehres und eines Einlaufbauwerkes rd. 200 m flussaufwärts der Zentrale Ara. Da das bis Roveredo zur Verfügung stehende Gefälle relativ klein ist, erweist sich für die Aufrechterhaltung eines elastischen Betriebes der beiden Zentralen Soazza und Roveredo ein Nutzvolumen des Ausgleichbeckens von rd. 30—40 000 m<sup>3</sup> als ausreichend.

Die Nutzung der sechs unterhalb Soazza liegenden Seitenbäche der linken Talseite erfolgt, wie bereits erwähnt, in den zwei Hochdruckanlagen Lostallo und Grono der Monteferno AG., Bodio. Die Unterwasserkanäle dieser beiden Seitenkraftwerke münden direkt in die Moesa, sodass eine beträchtliche Restwassermenge im Flussbett verbleibt. Hingegen ist vorgesehen, die Traversagna, einen weiteren relativ grossen Seitenbach mit einem Einzugsgebiet von rd. 30 km<sup>2</sup> an der Fassungsstelle, in der Stufe Roveredo zu nutzen. Das Wasser wird durch einen kurzen Verbindungsstollen von rd. 1 km Länge dem Wasserschloss zugeführt. Bei einer Ausbaugrösse von 18 m<sup>3</sup>/s ergibt sich eine installierte Leistung der beiden Maschinengruppen von zusammen 26 000 kW. Der Abtransport der Energie zur Hauptschaltanlage Soazza erfolgt über die in unmittelbarer Nähe vorbeiführende, neuerstellte 50 kV-Leitung Sassello-Soazza.

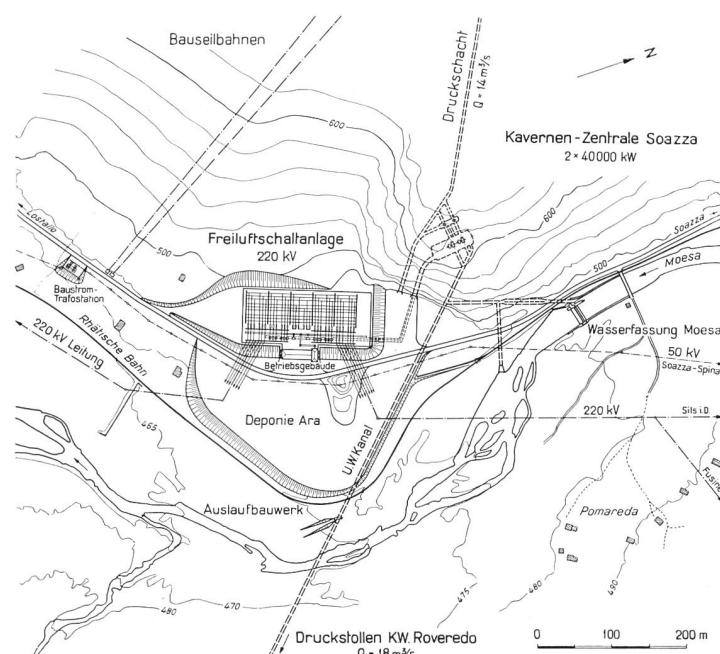


Bild 12  
Lageplan der Anlagen in Ara mit Kavernenzentrale Soazza, 220-kV-Freiluftschaltanlage und Betriebsgebäude  
Maßstab 1:10 000

#### 4. Kraftwerk Isola

Die topographischen und geologischen Verhältnisse für die Nutzung der Wasserkräfte des Resteinzugsgebiets von 43 km<sup>2</sup> zwischen den Fassungen an den Muccia- und Gulmagnabächen (Ueberleitung ins Areatal) und der Wasserfassung Corina des Kraftwerkes Soazza, erweisen sich für die Erstellung einer Hochdruckspeicheranlage als günstig, kann doch durch einen nur 1,56 km langen Druckstollen ein Gefälle von rd. 400 m genutzt werden.

Rund 4 km unterhalb des Dorfes San Bernardino wird durch die Erstellung einer Staumauer ein Stausee geschaffen, welches beim konzidierten max. Stauziel von 1604 m ü. M. einen nutzbaren Seeinhalt von 6 Mio m<sup>3</sup> aufweist; die Länge des Sees beträgt rund 2,8 km, die max. Breite rd. 400 m. (Bilder 13 bis 15.) Nach eingehenden Vergleichsstudien, unter Berücksichtigung von Richtpreisen für eine Gewichtsmauer und eine Bogengewichtsmauer, wurde der letztere Mauertyp gewählt. Die Talsperre weist folgende Hauptabmessungen auf:

Kronenlänge	270 m
Kronenbreite	5 m
Mauerhöhe über tiefster Fundationskote	45 m
Max. Mauerstärke	24 m
Betonkubatur	70 000 m <sup>3</sup>

Der Fels an der Sperrstelle (Zweiglimmer- 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.

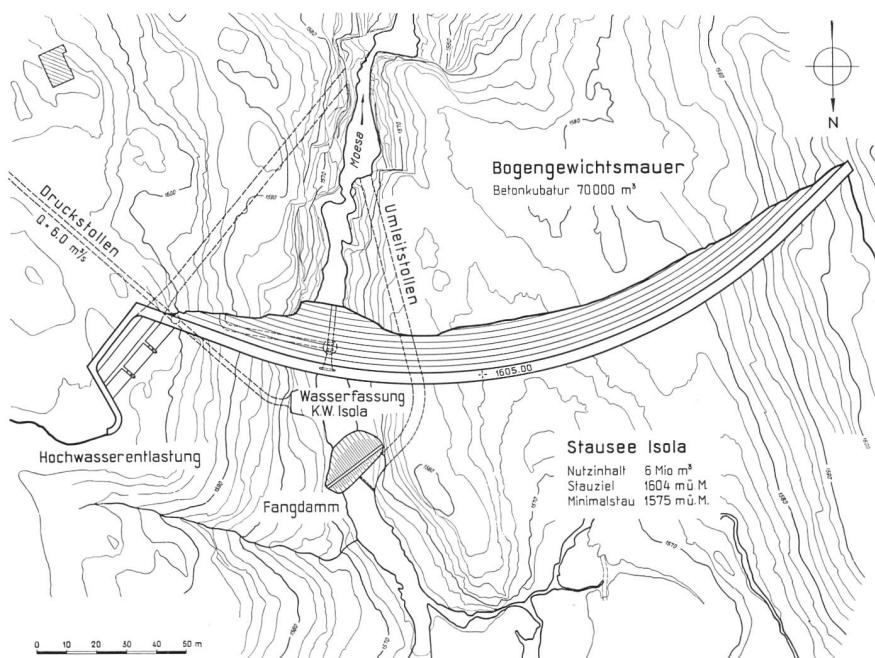
Verschiedene Probleme bot die Beschaffung der für den Staumauerbeton erforderlichen Zuschlagstoffe. Auf Grund der eingehenden Sondierungen hat sich gezeigt, dass sowohl das im Seebecken als auch das oberhalb des Stausees vorhandene Kies-Sand-Material namentlich infolge ungenügender Frostbeständigkeit (sehr hoher Glimmergehalt, teilweise stark eisenhaltige und verwitterte Kiese und Sande) sich für die Erstellung einer

Betonmauer auf dieser Meereshöhe nicht eignet. Günstige Stellen für die Beschaffung von Betonzuschlagstoffen finden sich erst unterhalb des Dorfes Soazza. Nach durchgeföhrten Vergleichsstudien wurde, unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten, der Entschluss gefasst, eine zentrale Aufbereitungsanlage in Lostallo zu erstellen, welche sämtliche Baulose der Kraftwerke Soazza und Isola sowie die im Misox liegenden Bauwerke der Curciusa- und Valbella-Stufe mit Kies und Sand beliefert

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 Wasserspiegel auf Stauziel 150 m<sup>3</sup>/s, bei einem Meter Ueberstau 250 m<sup>3</sup>/s. Die Regulierung des Stauziels erfolgt mit drei Stauklappen mit mechanischen Windwerken, wovon eine automatisch gesteuert ist (drei Oeffnungen von je 10 m Breite und 1,90 m Verschlusshöhe). Das überströmende Wasser fällt in ein Sammelgerinne und wird hierauf durch einen rd. 120 m langen Ablaufstollen (lichter Durchmesser 4,00 m) unterhalb der Staumauer in die Moesa-Schlucht zurück geleitet. Der Grundablass weist bei vollem Stausee ein Leistungsvermögen von rund 100 m<sup>3</sup>/s auf. Er wird mit zwei vollständig gleich ausgebildeten Gleitschützen, welche mit ölydraulischen Hubwerken versehen sind, abgeschlossen.

Für die Ableitung der Moesa während den Bauarbeiten wird auf dem rechtsseitigen Ufer ein Umleitstollen gebaut, welcher ein Schluckvermögen von 75 m<sup>3</sup>/s aufweist, entsprechend einem mittleren spezifischen Hochwasserabfluss von rd. 2 m<sup>3</sup>/s pro km<sup>2</sup> Einzugsgebiet.

Die Wasserfassung liegt auf dem linken Moesa-Ufer, unmittelbar neben der Staumauer. Auf Grund der bei anderen ähnlichen Fassungen gemachten Erfahrungen wird auf die Erstellung einer Rechenreinigungsanlage verzichtet. Der Stollen kann durch einen in einem Vertikalschacht eingesetzten Schieber abgeschlossen werden;



Eild 13  
Lageplan der Staumauer Isola,  
südlich San Bernardino  
(Maßstab 1:2500)

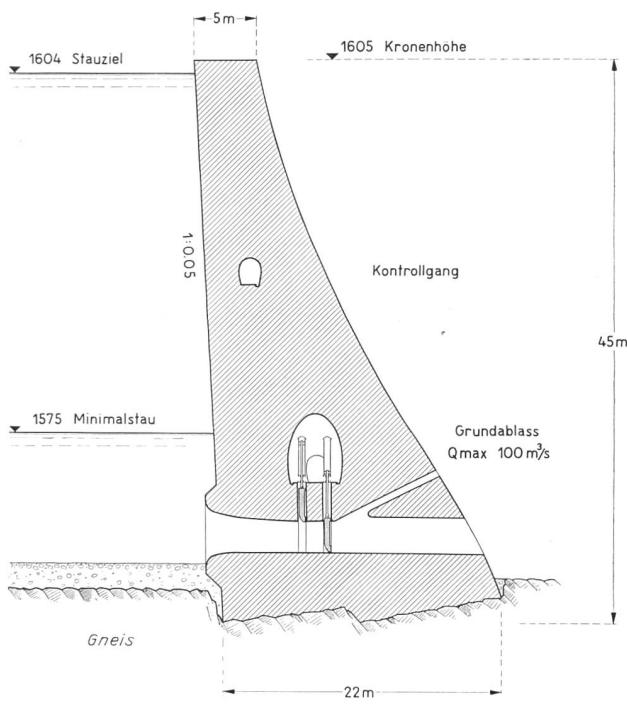


Bild 14 Querschnitt durch die Staumauer Isola

dieser wird für den Schliessvorgang von der Zentrale Spina, resp. vom zentralen Kommandoraum der Zentrale Soazza aus ferngesteuert. Der Druckstollen weist einen minimalen Querschnitt von 2,00 m auf und wird auf seine ganze Länge (1,56 km) mit Beton verkleidet. Wasserschloss und Druckschacht werden ähnlich wie bei der Stufe Soazza ausgebildet. Durchgeführte Untersuchungen haben gezeigt, dass die Zentrale Spina, in welche die Maschinengruppen für die Stufe Isola und die Stufe Valbella eingebaut werden, als Kavernenzentrale mit ähnlichem Querschnitt wie bei der Zentrale Soazza auszubilden ist. Mit einem Sondierstollen werden die Felsverhältnisse (Bündner Schiefer) noch näher abgeklärt. Das Werkwasser der Stufe Isola wird in einer 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 kVA auf. Die erzeugte Energie wird von der Maschinenspannung 7,5 kV auf 50 kV transfor-

miert und in der Schaltanlage, die als Innenraum-Anlage gebaut wird, in die 50 kV-Leitung Spina-Soazza eingespielen. Das Werkwasser ( $6 \text{ m}^3/\text{s}$ ) gelangt hierauf, gemeinsam mit demjenigen der Stufe Valbella ( $6 \text{ m}^3/\text{s}$ ) in eine Schwall- und Ueberfallkammer und durch einen Fallschacht in den Druckstollen der Stufe Soazza. Zur Gewährleistung eines elastischen Betriebes der Stufen Isola, Valbella und Curiusa kann das Werkwasser durch einen Verbindungsstollen in das Ausgleichsbecken Corina geleitet werden.

##### 5. Kraftwerk Valbella

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 Gefällkonzentration am Talausgang von Busseno bis San Vittore ermöglicht in der bestehenden Anlage Calancasca eine zweckmässige Kraftnutzung. Nachdem feststand, dass die Moesa durch eine Kraftwerkskette 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 Uebersichtsplan dargestellte Disposition als die zweckmässigste. Bei Valbella, im hintersten Teil des Calancatales, rd. 3 km nördlich des Dorfes Rossa, ist die Errichtung eines Staubeckens von rd. 6 Mio  $\text{m}^3$  Nutzhalt (Stauziel 1351 m ü. M.) vorgesehen. Das gefasste Wasser (rd. 70 Mio  $\text{m}^3$  im Durchschnittsjahr) wird durch einen 6,2 km langen Druckstollen mit einem lichten Durchmesser von 2,30 m dem Wasserschloss oberhalb der Zentrale Spina zugeführt und auf ein Gefälle von max. 158 m mit einer Maschinengruppe (Francis-Turbine mit einem Schluckvermögen von  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  bei gefülltem Stausee) genutzt.

Nachdem die ersten geologischen Aussagen über die Sperrstelle Valbella eher günstig lauteten, hat sich im Verlaufe der zwei Sondier-Etappen 1956 und 1957 gezeigt, dass wesentlich komplexere geologische Verhältnisse vorliegen, als ursprünglich vermutet wurde. Auf Grund der im Bereich der Talsperre (Damm mit einer Steinschüttung von 400—500 000  $\text{m}^3$ ) durchgeföhrten Sondierbohrungen sowie eines Sondierstollens zeigte sich, dass der anstehende Fels (Kristallin) rd. 125 m unter der Terrainoberfläche liegt. Die oberste, rd. 55 m mächtige Zone umfasst stark durchlässigen Gehängeschutt

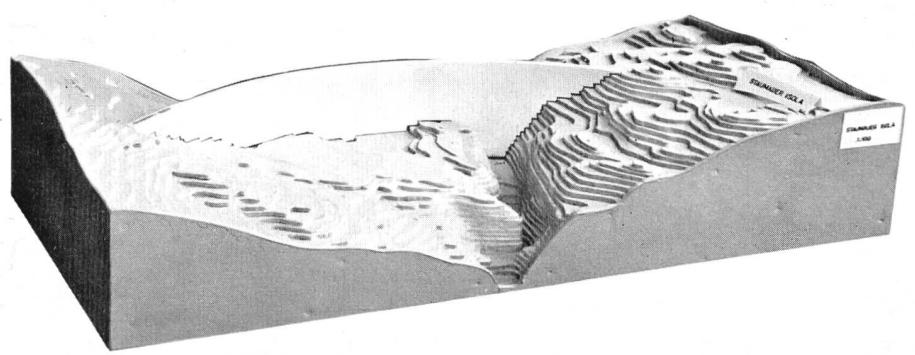


Bild 15 Modell der Staumauer Isola

und verrutschte Moräne; die untere rd. 70 m mächtige Schicht besteht aus mehr oder weniger dichten, versackten Felsspartien. Die bisherige Auswertung der Sonderresultate weist darauf hin, dass für die Abdichtung des Staubeckens an der Sperrstelle, die Errichtung eines mehrere 1000 m<sup>2</sup> umfassenden Dichtungsschirmes erforderlich ist. Sollte sich im Verlaufe der weiteren Studien zeigen, dass die Erstellung dieses Staubeckens auf Grund der heutigen Erkenntnisse mit zu grossen Risiken verbunden wäre, wird grundsätzlich an der vorgesehenen Disposition des Überleitungsstollens Calancatal/Misox trotzdem festgehalten, um die allfällige spätere Erstellung des Staubeckens Valbella nicht zu präjudizieren.

Bei Betrieb der Stufe Valbella-Spina als Laufkraftwerk kann praktisch die gleiche Wassermenge gefasst und verarbeitet werden, wie beim Einsatz als Speicherwerk, wobei jedoch der Anteil der Winterenergie etwas kleiner wird. Mit Rücksicht auf das bestehende Kraftwerk Calancasca wird von einer Erhöhung der auf 6 m<sup>3</sup>/s festgelegten Ausbauwassermenge abgesehen.

### **VIII. Energieversorgung der Baustellen – definitive Energieübertragungsanlagen – Fernsteuerung**

Die Versorgung der diversen Baustellen der Misoxer Kraftwerke mit elektrischer Energie erfolgt von der bestehenden Zentrale Sassello des Kraftwerk Calancasca aus. Die Energie wird mit 50 kV über eine doppelsträngige Betonmastleitung nach Soazza (Zentralenbaustelle Ara) übertragen, in einer temporären Unterstation auf 16 kV transformiert und in dieser Spannung den Transformatorenstationen auf den einzelnen Bauplätzen zugeführt.

Die Betonmastleitung zwischen Sassello und Soazza ist eine Gemeinschaftsleitung der Monteforno AG., Bodio, und der Calancasca AG. Sie verbindet die im unteren Misox liegenden Zentralen Sassello und Roveredo sowie die Zentralen Lostallo und Grono der Monteforno AG. mit dem Knotenpunkt Soazza. Auch die vorläufig der Bauenergieversorgung dienende Hauptleitung zwischen Soazza und Spina, wurde schon heute für eine Betriebsspannung von 50 kV ausgelegt, um im definitiven Betrieb die in der Zentrale Spina (Gemeinschaftszentrale der Isola- und Valbella-Stufe) erzeugte Energie nach Soazza übertragen zu können.

Soazza bildet das Zentrum aller Kraftwerke im Misox. Die in dieser Anlage erzeugte Energie wird ab Generatorklemmen direkt auf 220 kV transformiert. Für den Abtransport sind folgende Leitungen vorgesehen:

- Von Soazza über den Passo San Bernardino nach Sils i. D. Mit dieser Leitung — mit den Vorarbeiten ist bereits begonnen worden — wird eine weitere wichtige Alpentraversierung geschaffen
- Verbindung über den Passo Forcola nach Italien
- Leitung talabwärts mit Anschluss an die bestehenden Uebertragungsanlagen im Tessin.

Ferner erfolgt in Soazza die Erzeugung der für den Eigenbedarf erforderlichen Energie, sowie die Netz-Kupplung 50/220 kV, indem die dem Knotenpunkt Soazza mit 50 kV zugeführte Energie der oben erwähnten Zentralen auf das 220 kV-Netz übergeben wird.

Um die verschiedenen Zentralen im Misox optimal auszunützen, ist vorgesehen, alle Anlagen von Soazza aus fernzusteuern, derart, dass jede Maschinengruppe der anderen sechs Zentralen vom Kommandoraum So-

azza aus in Betrieb gesetzt, reguliert und abgeschaltet werden kann. Auch die Durchführung der Schaltprogramme in den Schaltanlagen erfolgt durch Fernsteuerung von Soazza aus. Die Aufrechterhaltung eines störungsfreien Betriebes erfordert eine umfangreiche Fernübertragungsanlage zur Uebermittlung der zahlreichen Messwerte für Rück- und Störungsmeldungen. Ferner werden sämtliche Wasserstände der Staubecken und der Wasserfassungen, Schützenstellungen usw. aller im Misox liegenden Kraftwerk anlagen nach Soazza übertragen.

### **IX. Bauausführung – Bauprogramm – Natur- und Heimatschutzfragen – Baukosten**

#### *Bauausführung — Bauprogramm*

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 der Geologie, der Zugänglichkeit usw. günstige Verhältnisse aufweisen, zuerst projektiert und gebaut werden.

Für das Misox erweist sich folgender Ausbauplan als zweckmässig:

- |                        |  |
|------------------------|--|
| 1. Bauetappe 1957—1960 | Kraftwerke Soazza und Isola                        |
| 2. Bauetappe 1958—1961 | Kraftwerk Valbella                                 |
| 3. Bauetappe 1960—1965 | Kraftwerk Pian San Giacomo mit Staubecken Curciusa |
| anschliessend          |  |
| 4. Bauetappe           | Kraftwerk Roveredo.                                |

Nachdem bereits in den Jahren 1953/54 mit der Bereitstellung der topographischen und geologischen Unterlagen, der Aufstellung eines Lawinen- und Quellenkatasters begonnen worden war, folgte im Herbst/Winter 1956/57 für die Energieversorgung der Baustellen der Bau der 50 kV Leitung Sassello-Soazza und anschliessend im Frühjahr und Sommer 1957 die Leitung Soazza-Spina. Parallel hierzu wurden die Projekt- und Submissionsunterlagen für die Stufe Soazza ausgearbeitet und die Verhandlungen über den Landerwerb durchgeführt. Unmittelbar nach der im Juni 1957 erfolgten Gründung der Misoxer Kraftwerke AG. gelangten die ersten Bauarbeiten für das Kraftwerk Soazza zur Ausschreibung, sodass bereits Ende Juli mit dem Bau des 10 km langen Druckstollens Corina-Soazza begonnen werden konnte. Im Dezember 1957 waren sämtliche fünf Baulose dieser Stufe vergeben. Bei der Arbeitsübertragung war die Misoxer Kraftwerke AG. bestrebt, im Sinne der einschlägigen Konzessionsbestimmungen möglichst die im Misox und im Kanton Graubünden ansässigen Unternehmungen zu berücksichtigen. Die Bauarbeiten sind gegenwärtig im vollen Gange. Die Turbinen und Generatoren wurden, in Anbetracht der langen Lieferfristen, bereits im August letzten Jahres bestellt.

Die Projektierungsarbeiten für das Kraftwerk Isola sind soweit fortgeschritten, dass im Monat April 1958 die Bauarbeiten für sämtliche Baulose zur Submission ausgeschrieben werden konnten. Die Turbinen und Generatoren wurden zusammen mit den Turbinenschiebern und Transformatoren für die Stufe Soazza Ende letzten Jahres bei den Maschinenfabriken in Auftrag gegeben.

Für das Kraftwerk Valbella werden gegenwärtig die Projektierungsarbeiten durchgeführt, sodass voraussichtlich im Herbst dieses Jahres die Bauarbeiten für den Verbindungsstollen vom Calancatal nach dem Misox begonnen werden können.

Zur weiteren Abklärung der geologischen Verhältnisse bei der Staumauer Curciusa ist in diesem Sommer eine Sondier-Etappe in Aussicht genommen.

Für das Kraftwerk Rovredo sind noch weitere geologische Erhebungen durchzuführen, insbesondere im Gebiet des unterirdischen Ausgleichbeckens und bei der Zentrale. Um für die Beurteilung von allfälligen Veränderungen der Grundwasserverhältnisse im Gebiet von Cabiolo/Lostallo die erforderlichen Unterlagen zu erhalten, ist die Errichtung eines Beobachtungsnetzes vorgesehen.

#### Natur- und Heimatschutzfragen

Bei der Wahl der Disposition der Misoxer Kraftwerke ist außer den topographischen, geologischen und wasserwirtschaftlichen Gegebenheiten den Belangen des Natur- und Heimatschutzes weitgehend Rechnung getragen worden. So werden z. B. im Gebiet von Corina, wo vier Kraftwerkstufen zusammengeschlossen sind, von den Werkanlagen nur das Ausgleichbecken und die Schaltanlagen der Zentralen Spina und Pian San Giacomo sichtbar sein. Durch geeignete Gestaltung werden auch diese Objekte in unauffälliger Weise der Landschaft angepasst.

Der Restwasserführung der Moesa und der Calanca wird besondere Aufmerksamkeit geschenkt. So konnte insbesondere dadurch, dass die Misoxer Kraftwerke auf die Nutzung des Werkwassers des Kraft-

werkes Lostallo in der Zentrale Rovredo (durch direkte Einleitung in den Druckstollen Rovredo) verzichten, erreicht werden, dass unterhalb der Einmündung des Unterwasser-Kanals des Kraftwerkes Lostallo in die Moesa eine erhebliche Wassermenge verbleibt.

In enger Fühlungnahme mit den zuständigen kantonalen Amtsstellen wurde sodann für das Gebiet von San Bernardino durch besondere Betriebsvorschriften für die Nutzung des Stautees Isola eine Lösung geschaffen, welche den touristischen Belangen weitgehend Rechnung trägt. Eine Regelung in ähnlichem Sinne wurde ebenfalls für die Nutzung des Buffalorabaches unterhalb des Dorfes Soazza vereinbart.

#### Baukosten

Die Anlagekosten betragen für die gesamte Werkgruppe, auf Preisbasis 1956 bezogen, rd. 250 Mio Franken.

Mit der Ausführung dieses grossen Bauvorhabens wird das gesamte Misox auf Jahre hinaus eine bedeutende wirtschaftliche Belebung erfahren. Günstig wirkt sich dabei die zeitliche Staffelung in der Durchführung der Bauarbeiten sowie die räumlich beträchtliche Ausdehnung der Anlagen aus. Nach erfolgter Inbetriebnahme bilden die weiteren Leistungen, welche durch die Kraftwerksgesellschaft jährlich zu erbringen sind (Wasserzins, Steuern, Abgabe von Gratis- und Vorzugsenergie) sowie die dauernde Beschäftigungsmöglichkeit einer Anzahl geeigneter Leute für den Betrieb und Unterhalt, auf Jahrzehnte hinaus einen wertvollen Beitrag für die wirtschaftliche Erstärkung der ganzen Talschaft und, in einem gewissen Ausmass, auch des Kantons Graubünden.



Misoxertal mit Moesa in der Gegend von Lostallo, Blick talaufwärts  
(Photo A. Steiner, St. Moritz)

## Kraftwerk Lostallo

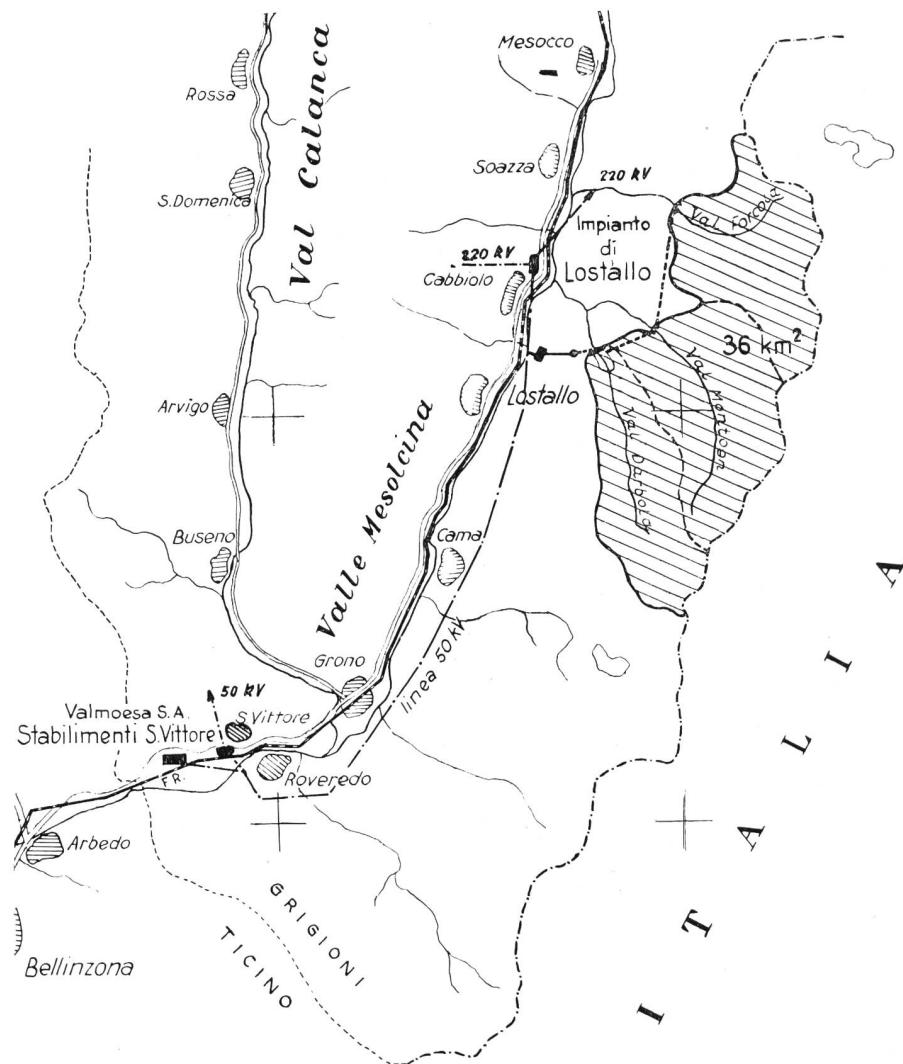
der Monteforno AG, Stahl- und Walzwerke, Bodio

Beim Ausbau der bündnerischen Wasserkräfte im Misoxertal ist nicht nur die vorgängig ausführlich beschriebene große Kraftwerkgruppe der Misoxer-Kraftwerke AG in Angriff genommen worden; vor einiger Zeit bewarb sich die Monteforno S. A., eine seit etlichen Jahren im Tessin niedergelassene Industrieunternehmung, die nun auch ein Zweigunternehmen im Misox eröffnet hat, um die Verleihung von Wasserkräften. Sie erhielt von den zuständigen Bündner Gemeinden die Konzessionen für die *Laufkraftwerke Lostallo* und *Cama-Grono*; es handelt sich dabei um die Nutzung linksseitiger Zuflüsse zur Moësa im mittleren und südlichen Misox.

Die Bauarbeiten für das *Kraftwerk Lostallo* wurden im Juni 1956 in Angriff genommen; bereits am 8. Februar 1958 konnte die erste Maschinengruppe und kürzlich auch die zweite Gruppe den Betrieb aufnehmen.

In diesem Kraftwerk werden die Abflüsse der Täler Val Forcola, Val Montogn und Val Darbola (Einzugsgebiet 36 km<sup>2</sup>) mit einem max. Bruttogefälle von 711 m genutzt; die Nutzwassermenge beträgt 4 m<sup>3</sup>/s. In der bei Lostallo im Freien erbauten Zentrale sind zwei horizontalachsige Pelonturbinen mit einer gesamten Leistung von 22 000 kW installiert; die durchschnittliche Jahresproduktion beträgt 78 Mio kWh, wovon nur 18,5 Mio kWh oder weniger als  $\frac{1}{4}$  auf das Winterhalbjahr entfallen. Die Betonierungsarbeiten für die 22 m hohe und 122 m lange Gewichtsstaudamm zur Schaffung eines Ausgleichbeckens von 125 000 m<sup>3</sup> Nutzhinhalt in Val Darbola sollen im Herbst 1958 zum Abschluß gelangen. Die Bauarbeiten verliefen bis heute in sehr erfreulicher Weise, und es war kein tödlicher Unfall zu beklagen.

Projektierung und Bauleitung dieses Kraftwerks wurden der *Idroelettra S. A.*, Dr. ing. Lombardi e ing. Geliera, Locarno, anvertraut. (Idroelettra S. A.)



Lageplan 1:200 000 der unteren Mesolcina und Val Calanca mit Situation der Kraftwerkanlagen Lostallo