Kraftwerkbauten im Veltlin der Azienda Elettrica Municipiale di Milano

Autor(en): **Passer, Max**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie**

Band (Jahr): **38 (1946)**

Heft 12

PDF erstellt am: **01.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-921379

Nutzungsbedingungen

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

Haftungsausschluss

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

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Kraftwerkbauten im Veltlin der Azienda Elettrica Municipale di Milano

Von Dipl.-Ing. *Max Passet, Basel*

Während in Graubünden grössere Kraftwerksbauten seit Jahren nicht über Projekte hinauskommen, wird an seiner Südgrenze zielbewusst der grosse Reichtum an Wasserkräften nutzbar gemacht. In friedlichem Wettkampf bauen die drei Gesellschaften: Società Edison im Valle S. Giacomo (Liro), Società Lombarda di Distribuzione Elettrica im Val Malenco (Malero) und die Azienda Elettrica Municipale di Milano im oberen Veltlin, die Wasserkräfte aus. Die rege Industriestadt Mailand hat einen stark anwachsenden Energiebedarf, der 2000 Mio kWh jährlich überschritten hat. Wie aus Abb. 1 und 2 hervorgeht, plant die Azienda Elettrica Municipale die vollständige Erfassung der Wasserkräfte der Adda und ihrer Zuflüsse von der Quelle bei S. Giacomo di Fraele auf Kote 1946 m ü. M. bis zur Rückgabe der Kavernen-Zentrale von Stazzona unterhalb Tirano auf Kote 390 m, also auf 1556 m Gefälle. Von den acht Zentralen sind vier in Betrieb, eine im Bau und drei projektiert. Die totale installierte Leistung beträgt ca. 368 000 kW. Es befinden sich zwei Hochspannungsleitungen von 150 kV zur Übertragung der Energie aus dem Veltlin nach Mailand in Betrieb. Zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit soll die Span-

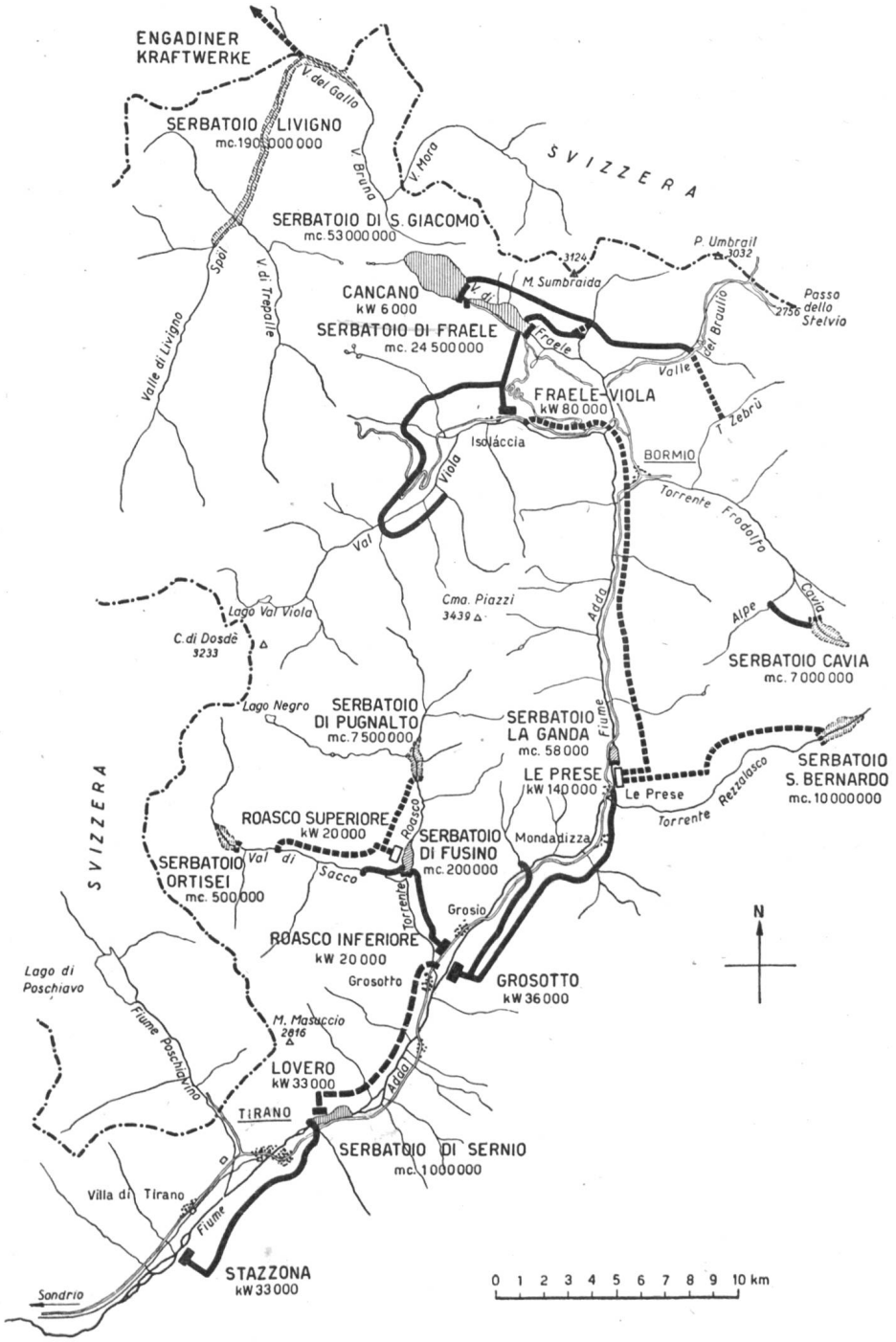

Abb. 1 Uebersichtsplan der Kraftwerkanlagen im Veltlin. Maßstab ca. 1:300000.

nung auf 220 kV erhöht werden. Das wichtigste im Bau befindliche Glied dieser Kraftwerkgruppe ist der grosse Stausee von S. Giacomo di Fraele im Quellgebiet der Adda. Diese Bauten bieten so viel Interessantes und Wertvolles, dass eine kurze Beschreibung den Schweizer Fachkollegen einen Einblick in das Schaffen unserer italienischen Kollegen geben soll. Ein Besuch der grossen, modernen Baustelle in dem schönen Alpental mit prachtvoller Fernsicht auf die Gletscherwelt der Ortlergruppe ist ein Ereignis.

Im Valle di Fraele war schon 1928 das Speicherbecken von Cancano mit 24,5 Mio m³ Nutzinhalt mit der Zentrale Isolaccia in Betrieb genommen worden. Zur Vermehrung der Nutzwassermenge wurde auch das Wasser des Val Viola Bormina mit einer, teilweise als Hangkanal ausgebildeten Zuleitung von ca. 12 km Länge zugeführt. Das nutzbare Gefälle der Anlage von Isolaccia beträgt 500 m. Eine dreisträngige offene Druckleitung führt zur Zentrale Isolaccia, wo gegenwärtig 40 000 kW installiert sind.

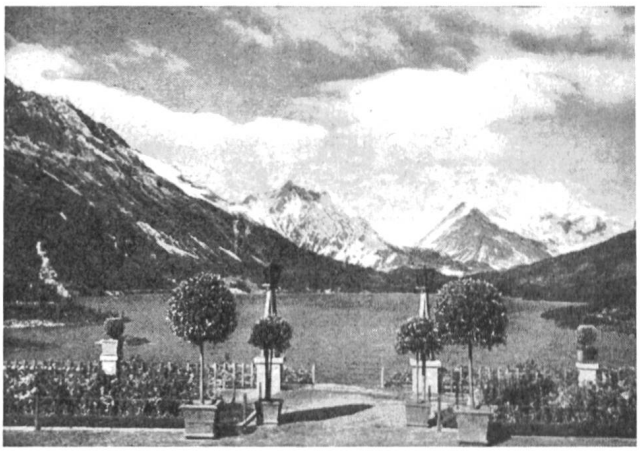

Abb. 3 Lago di Cancano, 1890 m ü. M.

Schon bei der Betriebseröffnung zeigte sich, dass der Stausee von Cancano zu klein war, um dem wachsenden Bedarf an Winterenergie zu genügen, weshalb die Erstellung eines grösseren Stausees von ca. 60 Mio m³ im obersten Teil des Valle di Fraele in Angriff genommen wurde. Dieser Stausee reicht bis zur Passhöhe von S. Giacomo (1947 m). Von hier führen Wege durch das schweizerische Val Mora nach Buffalora am Ofenpass, durch das Val Bruna-Valle del Gallo zum Ponte del Gallo am Spöl und über Alpi-

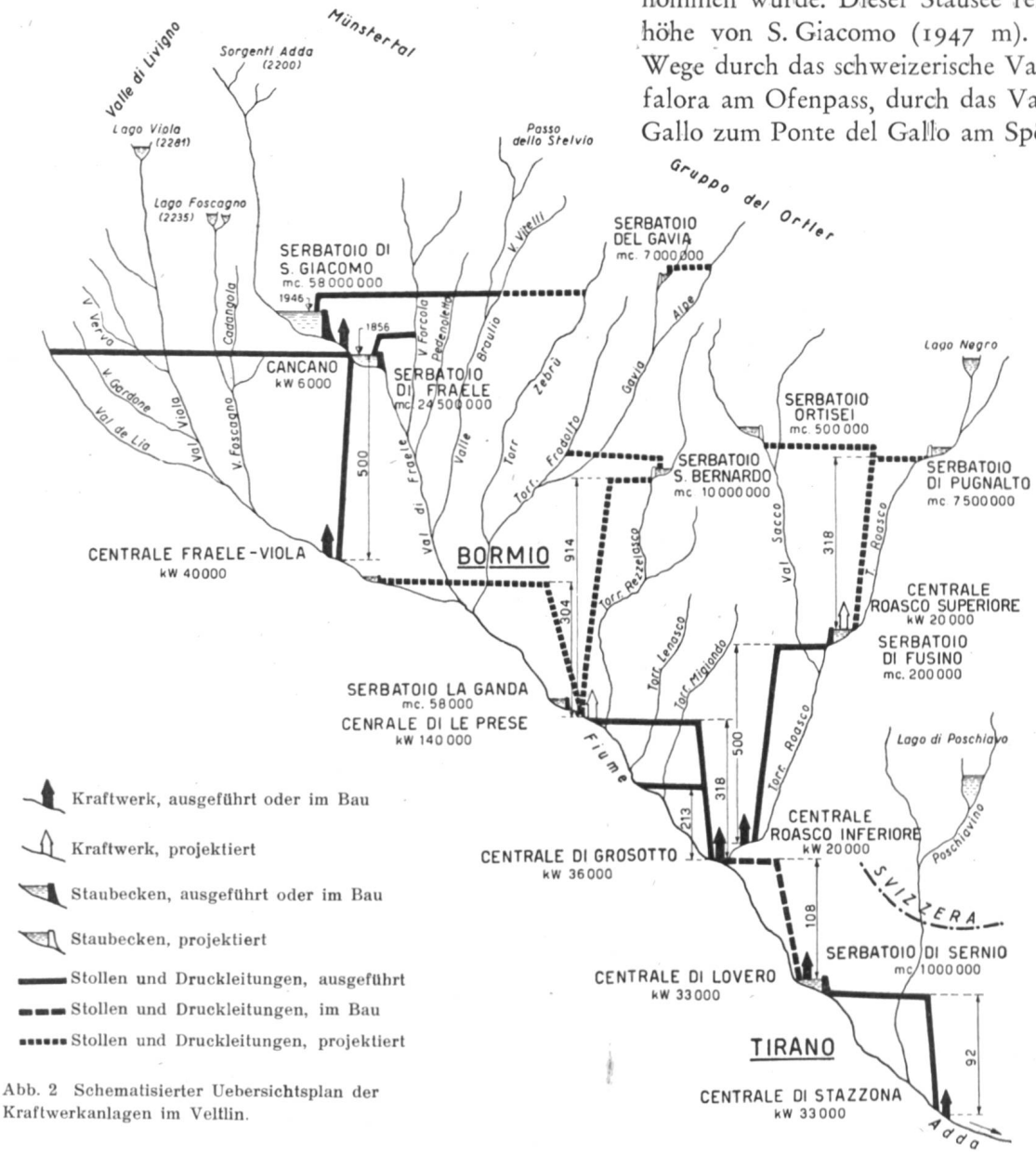

Abb. 2 Schematisierter Uebersichtsplan der Kraftwerkanlagen im Veltlin.

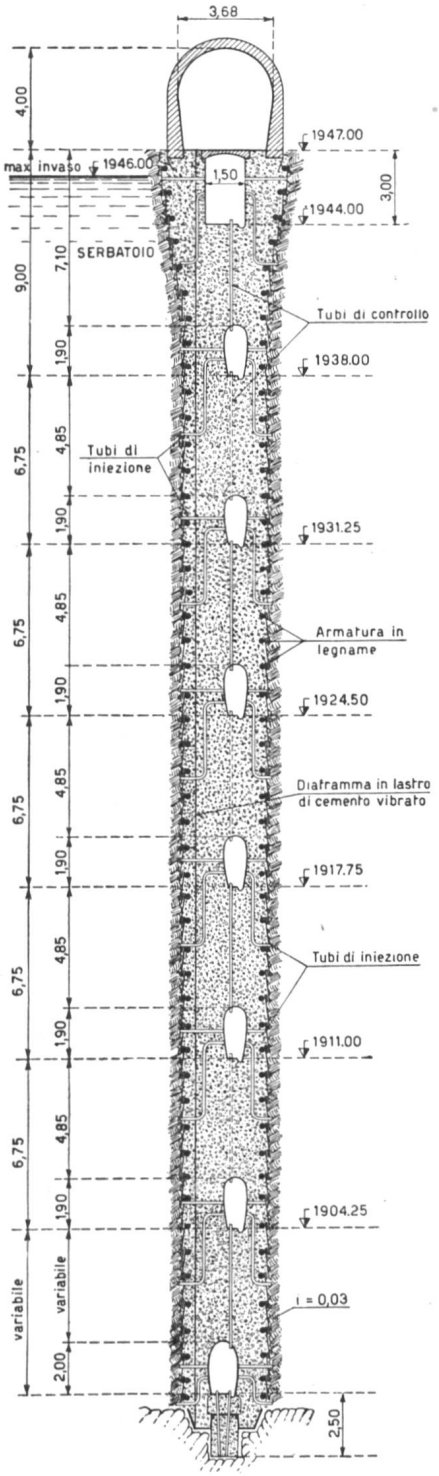

Abb. 4 Diaphragma auf der Passhöhe von S. Giacomo di Fraele.

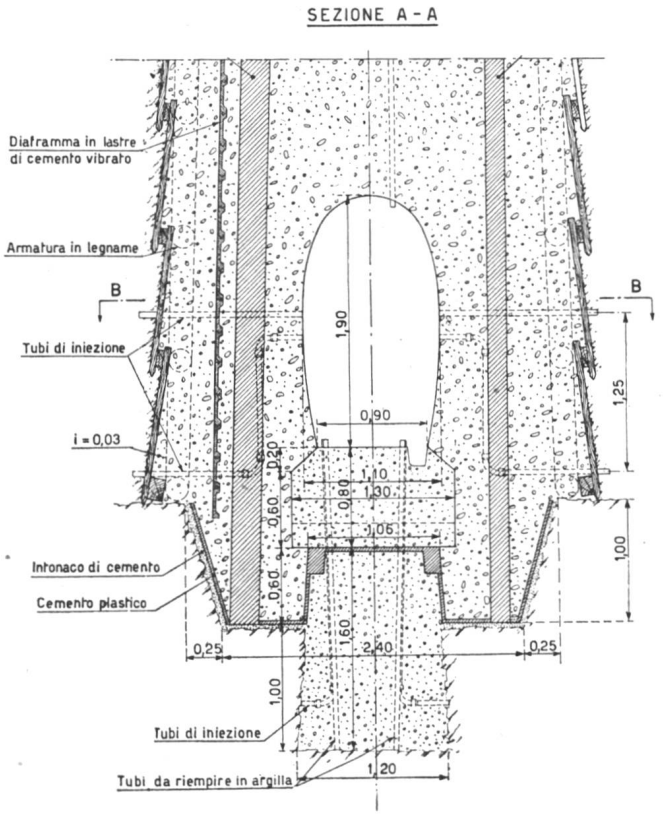

Abb. 5 Diaphragma, Anschluss an den Felsen.

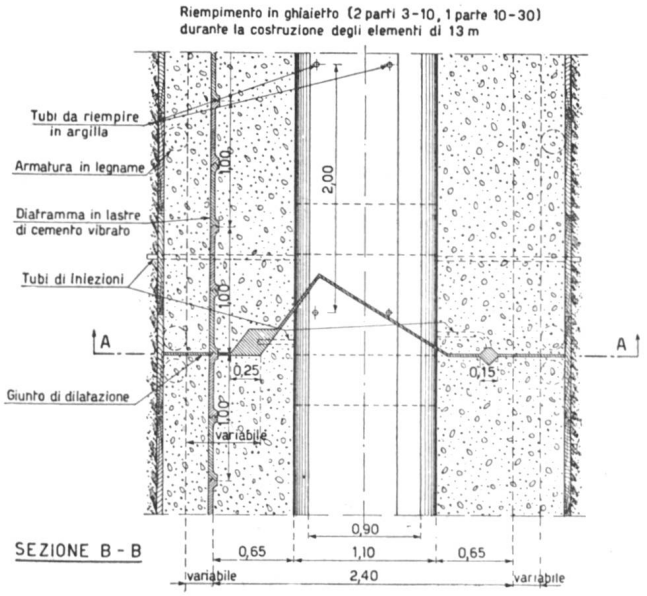

Abb. 6 Diaphragma, Behandlung der Fugen.

sella ins Valle di Livigno. Der Speichersee befindet sich also in nächster Nachbarschaft des projektierten Stausees Livigno der Engadiner Kraftwerke. Da die Passhöhe durch Moräne und Gehängeschutt gebildet wird, befürchtete man eine Durchsickerung gegen den Spöl. Man erstellte daher ein Diaphragma von 40 m max. Tiefe zum dichten Abschluss an den Felsen. Von der Passhöhe wurde ein horizontaler Stollen gegen den Berghang erstellt, und von diesem aus wurden senkrechte Schächte bis zum Felsen abgeteuft. Unter Offenhaltung von Revisionsgängen wurden die Schächte ausbetoniert und der horizontale Stollen auf diese abgestützt. Dann wurden die Zwischenstücke von 13 m Länge ausgehoben und ausbetoniert. Wasserseits erstellte man eine Dichtung durch vibrierte Betonplatten. Von den Revisionsgängen aus wurde das umliegende Terrain mit Zement injiziert. Interessant ist auch der gelenkartige Anschluss an einen in den Felsen eingesetzten Betonzapfen. Dieses Diaphragma ist bereits vollendet.

Der Abschluss gegen Cancano besteht in einer Mauer von max. 80 m Höhe — nach einem Sparsystem vom

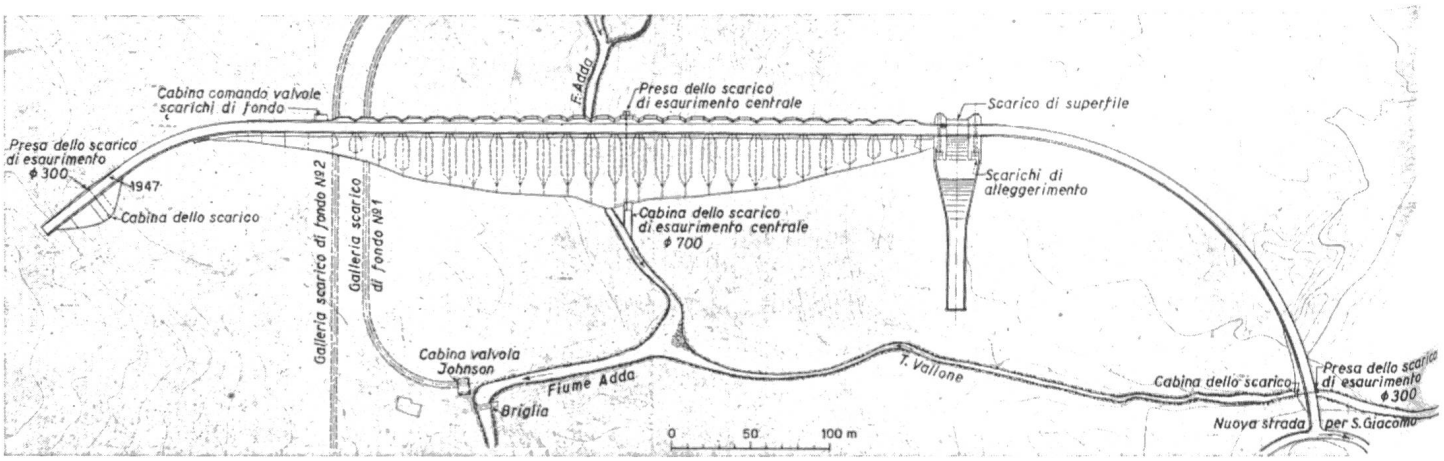

Abb. 7 Lageplan der Staumauer S. Giacomo di Fraele, 1 : 5000.

Typ Nötzli —, einer rechts anschliessenden kleinen Schwergewichtsmauer von 25 m Höhe und einer links im Bogen (R = 210 m) über ein flaches Gelände zum Berghang führenden Mauer von ca. 5 m Höhe. Die gesamte Mauerkrone hat eine Länge von ca. 950 m, wovon auf die Nötzlimauer zirka die Hälfte entfällt. Die einzelnen Elemente der Nötzlimauer sind 15 m lang, mit Rippen von 7 m Stärke. Die Fugen werden durch Bitumenstäbe gedichtet, in die Kupferrohre eingesetzt werden, damit durch Einpressen von heissem Wasser die Stäbe bei Undichtwerden aufgeweicht und frisch angepasst werden können. Die Mauerflächen werden wasserseitig durch Granit-Schichtsteinmauerwerk und luftseitig durch Zyklopenmauerwerk in örtlichem Kalkstein verkleidet. Die gesamte Mauerkubatur beträgt mit den Anschlussmauern ca. 500 000 m³, von der beim Wiederbeginn der Arbeiten in diesem Sommer die Hälfte eingebracht war. Die Aussparungen der Nötzlimauer ermöglichten eine Materialersparnis von ca. 25 %. Rechtsseitig befinden sich die Wasserfassungen von zwei Grundablässen, die in Stollen durchgeführt und durch Johnson-Schieber reguliert werden; sie sollen später zum Betrieb eines kleinen Kraftwerkes zur Ausnützung des Gefälles von max. 90 m zwischen den beiden Stauseen verwendet werden. Auf der linken Seite wird ein Überfall erstellt.

Das Bemerkenswerteste an den Bauten ist die grosszügige Bauinstallation, die einen vollständig mechanisierten Betrieb gestattet. Man hat den Eindruck von einer Menschenleere auf der Baustelle, trotzdem z. Z.

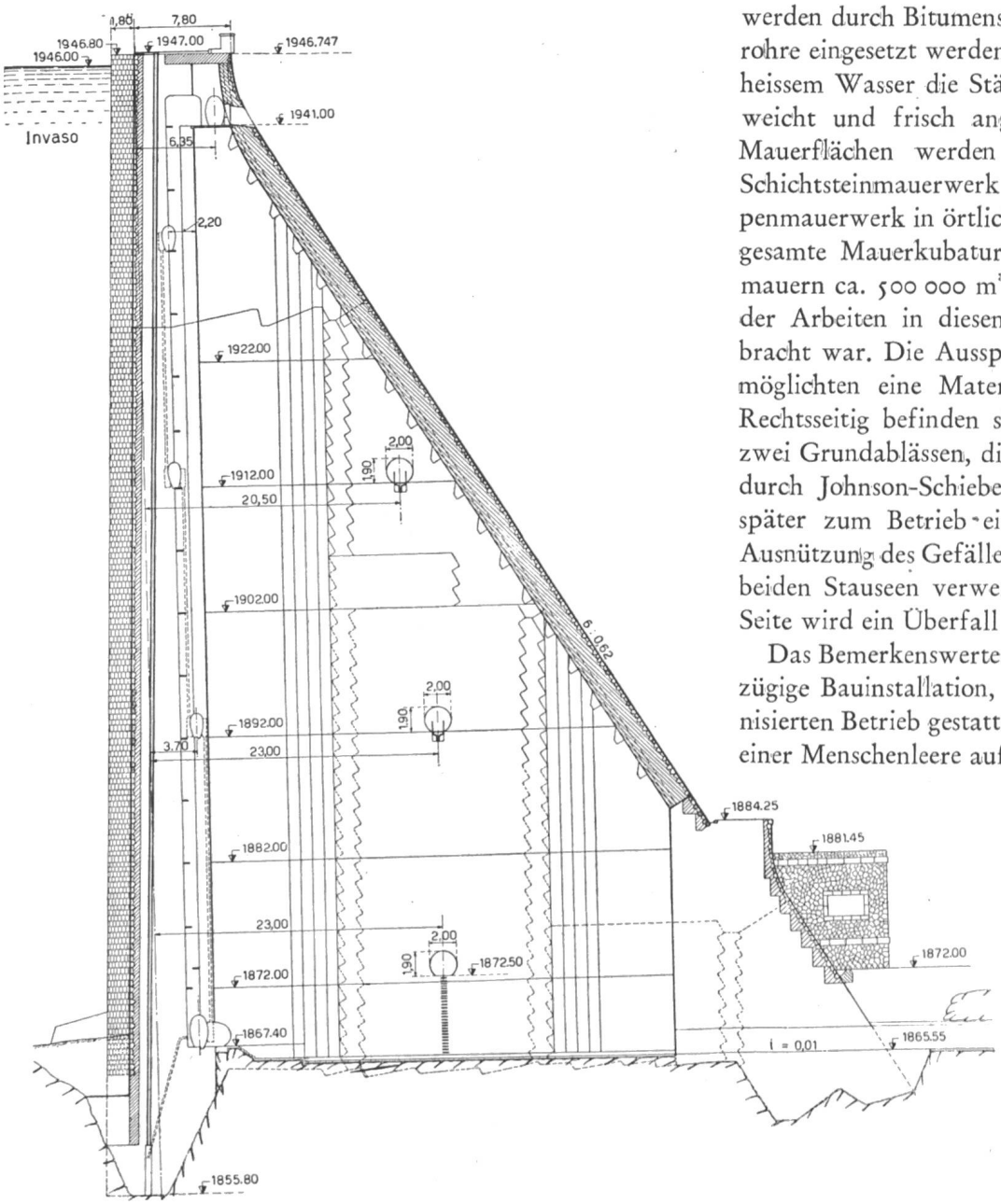

Abb. 8 Staubecken S. Giacomo di Fraele Schnitt, durch die Staumauer, 1 : 600.

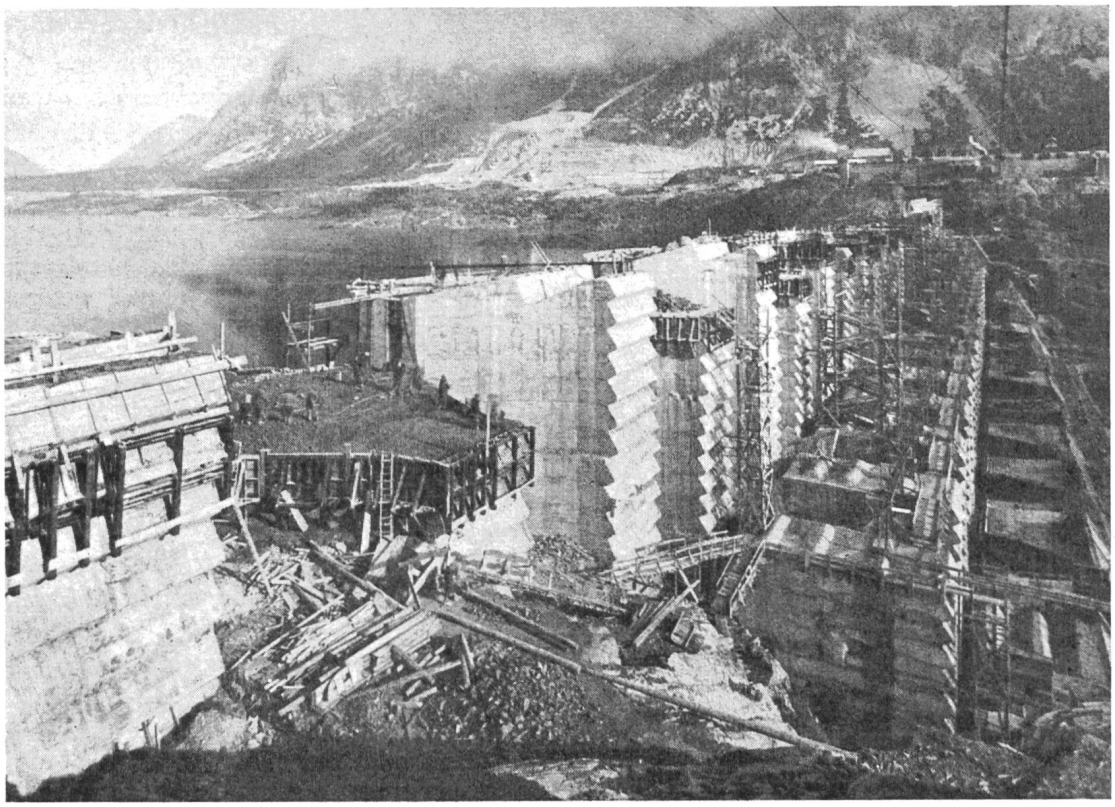

Abb. 9 Staumauer S. Giacomo di Fraele, Stand der Arbeiten am 13. Oktober 1943.

ca. 700 Mann beschäftigt sind. Für die Anlage der Bauinstallationen eignete sich das Plateau auf der linken Seite ausgezeichnet, da es unbeschränkten Raum bietet. Den Ausgangspunkt für die Organisation des Baubetriebes bildete die erforderliche Herstellung von täglich 2500 m³ Beton, mit einer Reserve von 50 %. Für die vielen elektrischen Motoren war eine Anschlussleitung von 5000 kW notwendig. Die Azienda Elettrica Municipale hat daher eine Leitung von 150 kV bis zur Baustelle erstellt. Diese kann bei einem späteren Anschluss an die Schweiz eine Rolle spielen, da sie nur ca. 9 km vom Ponte del Gallo am Spöl entfernt ist. Bei der Herstellung von grossen Mengen Beton auf fast 2000 m ü. M. in einem entlegenen Bergtal spielen die Transportkosten eine grosse Rolle. Der Zementtransport wurde deshalb besonders sorgfältig organisiert. Der Zement wird von der Fabrik Calusco (Bergamo) in eisernen Bidons von ca. 350 kg Inhalt geliefert. Diese Bidons sind mit kleinen Rollen versehen, die ein einfaches und rasches Umladen in der Station Tirano vom Eisenbahnwagen auf die elektrischen Lastwagen gestatten. Von Tirano bis zur Baustelle ist ein Trolleybusbetrieb mit Gleichstrom von 750 V eingerichtet worden. Die Lastwagen werden mit je 24 Bidons oder ca. 8½ t Zement beladen. Die tägliche Transportleistung beträgt ca. 400 t. Der Trolleybus wurde bis Bormio (40 km) als definitive Installation erstellt und ermöglicht schon heute den Personenverkehr. Um den kurvenreichen Aufstieg zum Fraelepass möglichst zu vermeiden, wurde von der Stelviostrasse aus eine Schwebebahn durch das Fraeletal erstellt, die ein Bidon pro Minute (ca. 20 t/h)

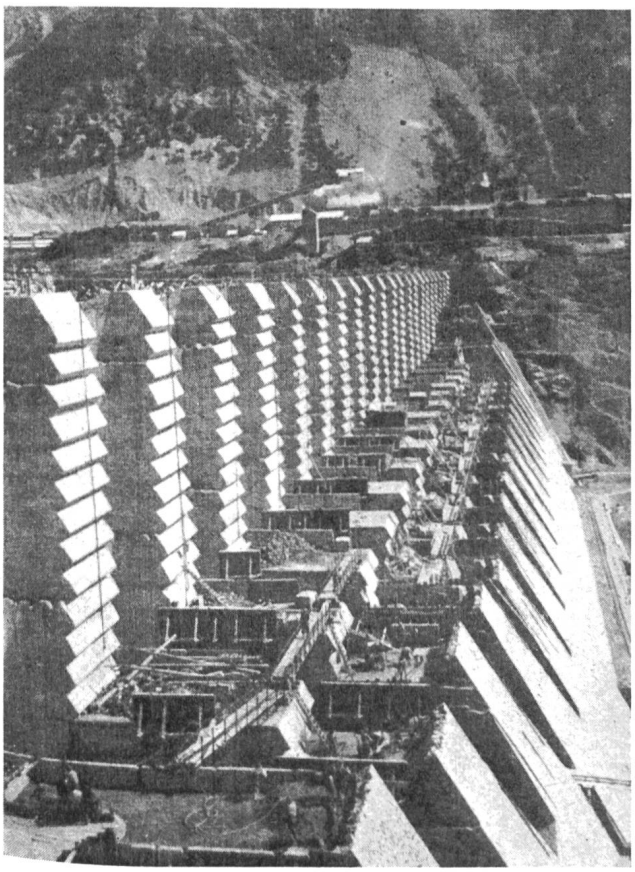

Abb. 10 Staumauer S. Giacomo di Fraele, 27. Juli 1946.

Abb. 11 S. Antonio-Pass, Trolleybuskehre.

transportiert. Gegenwärtig besorgt sie neben dem Transport der Granitmoellons den gesamten Zementtransport. Auf dem Bauplatze werden die Bidons durch hydraulische Pressen gehoben, ausgehängt und in Rohre staubfrei ausgeleert, von wo der Zement durch Schneckengetriebe zum Zementsilo und zur Betonieranlage gebracht wird. Für die Zuschlagstoffe wird Bergschutt (Kalk-Dolomit) durch Bagger abgetragen und an den Fuss der Sortieranlage gefahren, von wo ein leistungsfähiges Transportband das Material zu den vier grossen Sortiertrommeln hebt, die Leistungen von je 40 m^3/h aufweisen. Lange Transportbänder führen das in vier Grössen sortierte und gewaschene Material zu den Silos. Die Transportbänder sind so gekuppelt, dass bei einer Störung automatisch alle Zubringer stillestehen. Ein Teil des gebrochenen Materials wird in grossen Zentrifugen getrocknet und in Mühlen zu Steinpulver gemahlen, das dem Beton zugesetzt wird. Der Silo für das Steinpulver ist ein betonierter trockener Kuppelbau. Für die Herstellung des Betons sind drei kontinuierliche Mischer installiert, von denen jeder ca. 80 m^3/h liefert. Eine der drei Anlagen dient abwechselnd als Reserve. Die Mischer werden durch lange Transportbänder mit dem Betonmaterial beladen, die automatisch durch feinregulierte Ladevorrichtungen in der gewünschten Dosierung die Zuschlagstoffe und den Zement erhalten. Ein Vormischen von Zement und Steinpulver findet nicht statt. Für den Transport des Betons zur Mauer dienen zwei grosse leistungsfähige Blondins, durch die bis 2500 m^3 Beton im Tag eingebracht werden können. Die Betonkübel fassen 4,5 m^3 Beton, sie können an jedem Punkt der Mauer geleert werden. Die bemerkenswerteste Neuerung besteht darin, dass die gusseisernen Rollen in der Hohlkehle mit Gummi überzogen sind, wodurch ein Verschleiss der heute fast unersetzlichen Tragkabel und der Rollen vermieden und damit viel Zeit und Kosten gespart werden. Ein weiterer Blondin dient zum Transport der Schalungen.

Bei dem Hochgebirgsklima und der extremen Lage der Baustelle war es wichtig, einen guten frostsicheren und leicht verarbeitbaren Beton mit möglichst wenig Zement herzustellen. Die Azienda Elettrica Municipale hat daher auf der Baustelle ein modernes Beton-

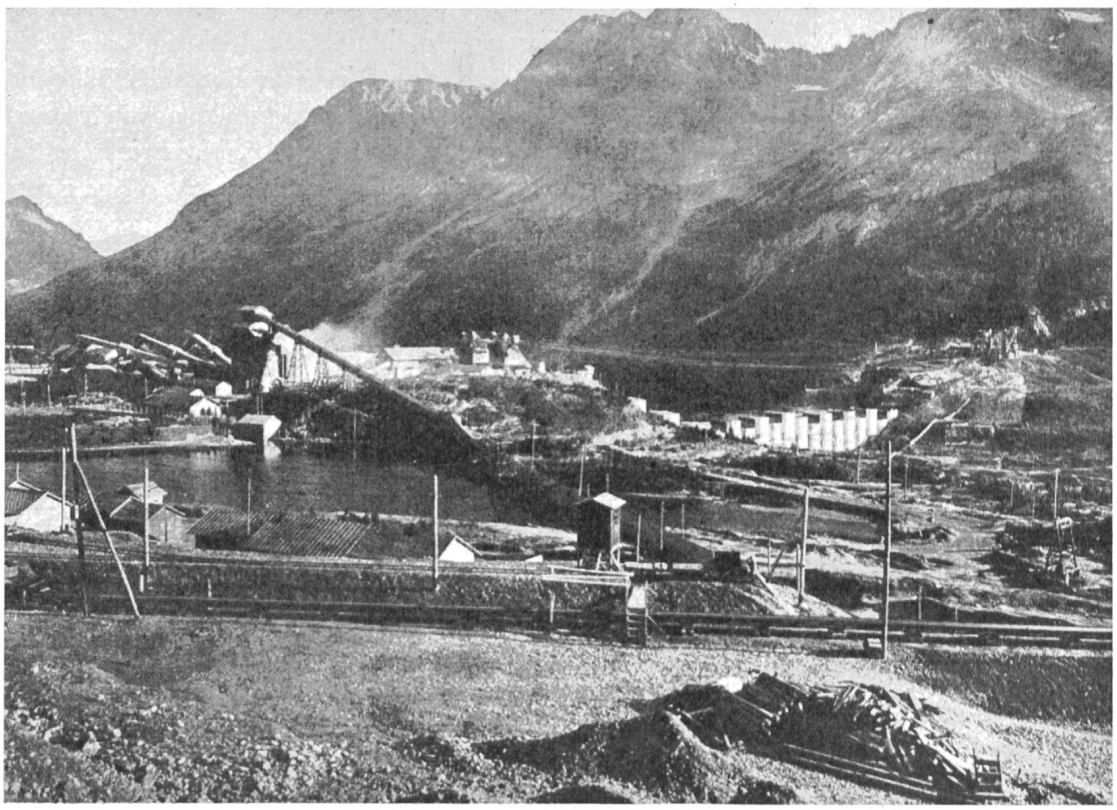

Abb. 12 Staumauer S. Giacomo di Fraele, Baustelle Cornacca.

laboratorium eingerichtet. Durch sorgfältige Versuche wurde die beste Kornzusammensetzung mit Material von 0—180 mm ∅ festgestellt. Dabei zeigte es sich, dass bei Zusatz von Steinpulver die Zementdosierung ohne Nachteil auf 150 kg/m³ fertigen Beton reduziert werden kann. Damit in Pulverform zusammen ca. 350 kg/m³ Material vorhanden sind, müssen ca. 200 kg Steinpulver zugesetzt werden. Wie aus den Abbildungen 14 u. 15 hervorgeht, erhält man nach 28 Tagen Festigkeiten von 180—250 kg/cm², die genügen, wenn das Fünffache der Druckbeanspruchung verlangt wird. Der Beton bewährte sich auch gegen den Einfluss von Frost; vor mehreren Jahren eingebrachter Beton zeigt keine Schäden. Der Beton wird mit 120—130 Liter Wasser pro m³ angemacht und an Ort vibriert. Der zementarme Beton ist nicht nur billiger, er bietet auch Vorteile im Hinblick auf die Erwärmung und das Schwinden. Für die Betonproben im Laboratorium werden Würfel von 40 cm Kantenlänge hergestellt.

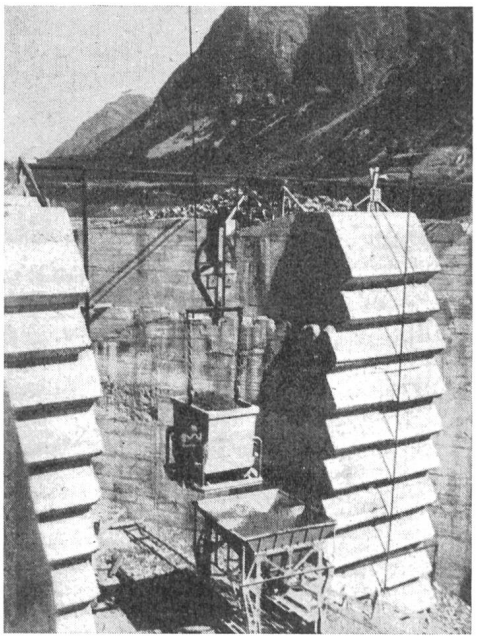

Abb. 13 Staumauer, Einbringen des Betons.

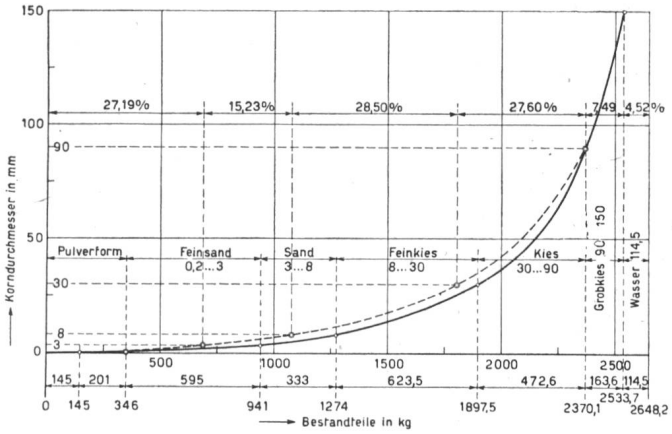

Abb. 14 Kornzusammensetzung des Betons:
——— Probewürfel mit 188 kg/cm² Druckfestigkeit nach sieben Tagen
- - - - Mittlere Zusammensetzung.

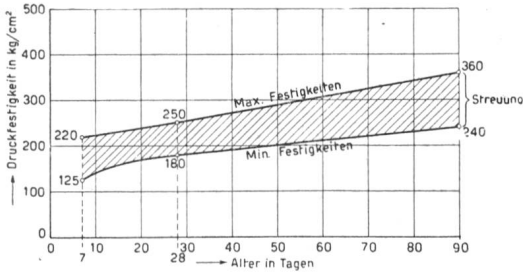

Abb. 15 Betonfestigkeit der Staumauer, Portlandzementdosierung: 150 kg/m³ Beton, Zuschlagstoffe: Gebrochener Kalk.

$$\frac{\text{Zement} + \text{Steinmehl}}{\text{Wasser}} = \sim 2{,}8.$$

Neben der Betonfabrik wurden übersichtliche, solid gebaute und trefflich eingerichtete Werkstätten und Bureaux erstellt. Das ganze Areal ist sauber und in Ordnung gehalten. Auch für die Arbeiter wird aufs Beste gesorgt. Für die Unterkunft im Winter (Stollenbauten) wurden massive Häuser erstellt, die voraussichtlich später für Ferienkolonien verwendet werden. Auch die Sommergebäude sind der Höhenlage entsprechend gebaut, mit Eternit gedeckt und verkleidet.

Das Einzugsgebiet des Stausees genügt nicht, um diesen mit der Sommerabflussmenge zu füllen, weshalb der Braulio, ein vom Stelviopass kommender Zufluss der Adda, zugeleitet wird. An der Wasserfassung ist die einfache rationelle Anordnung mit liegendem Rechen bemerkenswert. Auch aus dem Val Viola Bormina soll später durch einen Stollen Wasser zugeleitet werden, der ca. 100 m höher liegt als die bestehende Zuleitung, da diese zu klein ist.

Die Arbeiten der Azienda Elettrica Municipale, die in eigener Regie ausgeführt werden, sind trotz den schwierigen Zeiten wieder in vollem Gang und an der

Abb. 16 Staumauer, Betonrüttler.

Baustelle herrscht Arbeitsfreudigkeit, Energie und Vertrauen in die Zukunft. Mögen diese den Mailändern eigenen Charaktereigenschaften sich zum Wohle der Azienda Elettrica Municipale und der regsamen Stadt Mailand auswirken! Den leitenden Herren der Azienda Elettrica, Prof. *Marco Semenza*, Ing. *Romeo Interlenghi*, Generaldirektor, und Ing. *Roverselli*, dem örtlichen Bauleiter, dankt der Verfasser für die wertvollen Auskünfte und die Überlassung der Zeichnungen.

Wasser- und Elektrizitätsrecht, Wasserkraftnutzung, Binnenschiffahrt

Der Entscheid des Bundesrates in der Rheinwaldfrage

Am 29. November 1946 hat der Bundesrat zum Rekurs des Konsortiums Kraftwerke Hinterrhein über den Stausee Rheinwald Stellung genommen und folgenden Entscheid gefällt:

1. Die Beschwerde des Konsortiums Kraftwerke Hinterrhein wird als unbegründet in vollem Umfang abgewiesen.

2. Die Beschwerdeführerin hat eine Spruchgebühr von 500 Fr. sowie eine Kanzleigebühr von 140 Fr. zu bezahlen.

3. Mitteilung.

Aus den Erwägungen zu diesem Entscheide, die der «Freie Rätier» in Nr. 288 vom 7. Dezember 1946 auszugsweise wiedergibt, geht hervor, dass der Bundesrat sich auf den Standpunkt stellt, der «wichtige Grund» des Art. 11 EWG müsse ausschliesslich vom Standpunkt des verfügungsberechtigten Gemeinwesens aus beurteilt werden, er sei unabhängig davon, wie gross die Interessen der Allgemeinheit an der Erteilung der Konzession sind. Der Bundesrat darf daher eine solche nicht erteilen, wenn die Gemeinden ein erhebliches Interesse daran nachweisen, dass sie nicht erteilt werde. Dieser Nachweis sei erbracht worden. Die Schlussfolgerungen des Entscheides lauten wie folgt:

a) Der wichtige Grund des Art. 11 EWG ist nur vom Standpunkt des verfügungsberechtigten Gemeinwesens aus zu beurteilen, eine Abwägung seiner Interessen gegenüber denjenigen der Allgemeinheit hat nicht stattzufinden.

b) Als wichtiger Grund im Sinne dieser Bestimmung genügt ein erhebliches Interesse des verfügungsberechtigten Gemeinwesens an der Verweigerung der Konzession.

c) Die Beschwerdeführerin hat nicht bestritten, dass die von den Gemeinden nachgewiesenen Interessen als erheblich zu betrachten seien.

d) Ausserdem geht aus den Beratungen in den eidgenössischen Räten hervor, dass der Bundesrat nicht eine Konzession erteilen oder deren Erteilung verlangen kann, wenn mit dieser die Unterwassersetzung einer Ortschaft notwendig verbunden ist, wie dies bei Splügen zutrifft.

e) Daraus ergibt sich der Schluss, dass der Bundesrat die Beschwerde auf Grund des Bundesgesetzes vom 22. Dezember 1916 betreffend die Nutzbarmachung der Wasserkräfte nicht gutheissen kann.

f) Auch für einen Vollmachtenbeschluss fehlen die Voraussetzungen.

g) Sowohl das Begehren, dass der Bundesrat die Konzession selbst erteilen soll, wie auch der Antrag, dass er die kantonale Regierung anweise, diese Konzession zu erteilen, muss somit abgewiesen werden.

h) Auf die Frage, ob die andern Voraussetzungen des Art. 11 erfüllt sind, insbesondere ob die Angebote angemessen waren (worüber eingehende technische Gutachten vorliegen), und ob die Nichtausnutzung der Wasserkräfte während langer Zeit nachgewiesen ist, braucht nicht eingetreten zu werden.

i) Damit fällt auch die Notwendigkeit dahin, im einzelnen zu prüfen, wie sich diese Konzession im Vergleich zu andern Konzessionen wirtschaftlich auswirken würde; insbesondere betrifft dies die Gestehungskosten und die Qualität der Energie, worüber das Expertengutachten eingehenden Aufschluss gibt, sowie die Baureife der Projekte. Auch braucht nicht untersucht zu werden, ob der Bundesrat den Entscheid des Kleinen Rates nur kassieren und die Angelegenheit an ihn zur Erteilung der Konzession zurückweisen könnte.

k) Unberührt bleibt die Frage, ob die Konzession nicht auf Grund des kantonalen Rechts hätte erteilt werden sollen. Darüber zu entscheiden, wird Sache des Bundesgerichtes sein.

Der Ausbau der bündnerischen Wasserkräfte vor dem bündnerischen Grossen Rat

In der Sitzung des bündnerischen Grossen Rates vom 29. November 1946 begründete Dr. *Cahannes* eine Interpellation über den Stand des Ausbaues der bündnerischen Wasserkräfte. Der Interpellant wollte wissen: 1. welches Angebot der Kanton Tessin Graubünden für die Ableitung der Greina gemacht hat, 2. ob der Kleine Rat die Konzessionsverträge mit den in Frage kommenden Gemeinden abgeschlossen hat, 3. was an der Konferenz mit dem Bundesrat am 25. November 1946 gegangen ist, und was die Regierung nun zu tun beabsichtigt.

Der Antwort des Kleinen Rates ist nach «Der Freie Rätier» vom 30. November 1946 zu entnehmen: 1. Frage: Namens des Konsortiums, an dem der Kanton Tessin beteiligt ist, gab Staatsrat Celio die Erklärung ab, dass der Kanton Graubünden für die abgeleiteten Wasser in jeder Beziehung voll entschädigt werden soll, insbesondere auch in bezug auf die Wasserzinse und Steuern. Weiter sei das Konsortium bereit, gleichzeitig mit dem Baubeginn Greina-Blenio den Bau der beiden Stufen Sufers-Andeer und Andeer-Sils am Hinterrhein in Angriff zu nehmen. Das Angebot des Kantons Tessin auf vollständige Schadloshaltung sei aber gegenüber dem Kanton Graubünden kein Entgegenkommen, wenn man bedenke, dass gestützt auf juristische Gutachten und nach voller Überzeugung des Kleinen Rates ohne Zustimmung des Kantons Graubünden das Greinawasser nicht ins Bleniotal abgeleitet werden könne und der Bundesrat daher auf Grund des geltenden Gesetzes über diese Frage keinen Entscheid fällen könne. Bei Sufers-Andeer-Sils handle es sich um so günstige Ausbaumöglichkeiten, dass dafür nicht noch die Greina abgegeben werden müsse. Graubünden erwüchsen