Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 47 (1955)
Heft: 1

Artikel: Die Bergeller Kraftwerke der Stadt Zürich
Autor: Zingg, W.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-921934

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: 23.08.2025

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

Abb. 1 Fornogletscher (Photo H. Steiner, St. Moritz)

Die Bergeller Kraftwerke der Stadt Zürich [1]

Obering. *W. Zingg*, Zürich

DK 621.29 (494.261.7)

1. Einleitung

Um dem stetig wachsenden Energiebedarf in ihrem Versorgungsgebiet genügen zu können, muß sich die Stadt Zürich rechtzeitig die Erschließung neuer Energiequellen sichern. Seit der Fassung des Baubeschlusses für das Juliawerk Marmorera im Jahre 1949 hat sich der Gesamtumsatz des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich von 670 Mio kWh im Geschäftsjahr 1947/48 auf rund 1000 Mio kWh im soeben abgelaufenen Geschäftsjahr 1953/54 erhöht. Die Zunahme in dieser Zeitspanne macht wesentlich mehr aus als der Energiezuwachs von 216 Mio kWh jährlich aus dem seit dem Herbst 1953 in Betrieb stehenden Juliawerk Marmorera.

Am 24. Oktober 1954 bewilligten die Stimmberechtigten der Stadt Zürich mit großer Mehrheit (9:1) einen Kredit von 175 Mio Fr. für den Bau der Bergeller Kraftwerke. Das Bauprojekt wurde vom Büro für Wasserkraftanlagen der Stadt Zürich ausgearbeitet. Die im Kanton Graubünden befindlichen Kraftwerke der Stadt Zürich reihen sich zu einer organisch gewachsenen Kette an, die vom Domleschg über das Oberhalbstein und den Septimerpaß bis hinunter an die südliche Landesgrenze reichen wird. (Abb. 2.) Obering. *H. Bertschi* und a. Stadtrat *J. Baumann* haben sich um das Zustandekommen dieser Kraftwerke in hohem Maße verdient gemacht.

Es ist gut zu verstehen, daß die Bergeller Bevölkerung den positiven Ausgang der Zürcher Abstimmung am 24. Oktober 1954 mit Glockengeläute feierte, denn er bedeutete den mit Ungeduld ersehnten Abschluß einer 50 Jahre dauernden Wartezeit. Die Wasserkraftnutzung im Bergell hat aus folgenden drei Gründen so lange auf sich warten lassen: ausgesprochen ungünstige Verkehrslage des Tales in bezug auf die Zufuhr von Baumaterialien und Maschinen aus der Schweiz, große Distanz für den Energietransport nach den Verbrauchszentren nördlich der Alpen (Leitungslänge Bergell—Chur—Zürich 175 km) und unbändige Wildheit und Launenhaftigkeit der Bergeller Bäche, welche dem Wasserbauer heikle Probleme stellen.

2. Geographisches

Die Fläche des nach Süden in Richtung Comersee—Adda — Po entwässernden Teiles des Bergells mißt 190 km². Politisch sind auch das zum Inngebiet gehö-

[1] Auszug aus dem Vortrag vom 30. November 1954 im Linth–Limmat-Verband in Zürich.

rende Val Fedoz und die westliche Hälfte des Silsersees, als Teil der Gemeinde Stampa, Bergeller Territorium. Die sechs politischen Bergeller Gemeinden sind Casaccia, Vicosoprano, Stampa, Bondo, Soglio und Castasegna. Die zur Kraftnutzung geeigneten Gefälle liegen zum überwiegenden Teil in den Gemeindegebieten von Vicosoprano und Stampa.

Der Talfluß, die *Maira,* mit Ursprung im Val Maroz, biegt bei Casaccia scharf nach Südwest um und verläßt bei Castasegna auf 670 m ü. M. das Gebiet der Schweiz; ihre wildere Schwester, die *Orlegna,* aus dem Fornogletscher gespiesen, vereinigt sich wenig südlich von Casaccia mit der Maira; bei Vicosoprano mündet die *Albigna,* aus dem gleichnamigen Gletscher stammend, in den Talfluß, und schließlich gesellt sich bei Bondo noch die *Bondasca,* ebenfalls von Süden her, zur Maira.

Die Talgefälle sind auf einige auffallend steile Stufen konzentriert: z. B. Maroz—Casaccia 500 m auf 2,5 km, Maloja—Casaccia 400 m auf 2 km, Val Forno—Casaccia 500—600 m auf 4 km, dann Löbbia—Vicosoprano 300 m auf 2,5 km; besonders bemerkenswert ist die Albignastufe von 1000 m Höhendifferenz auf weniger als 2 km Horizontaldistanz. Von Vicosoprano bis Castasegna, auf einer Strecke von 8,5 km fällt das Tal mit nahezu 5% insgesamt noch rund 400 m.

3. Geologie (Abb. 3)

Der berufene Kenner der Bergeller Geologie, Prof. Dr. *R. Staub,* beurteilt die *geologische Situation* des Tales so, daß zwei voneinander stark verschiedene Gebiete zu unterscheiden sind:

I. Ein komplizierter Ausschnitt aus dem penninischen Deckengebirge der Alpen, in den nördlichen zwei Dritteln des Bergells. Von unten nach oben liegen als wichtigste Zonen übereinander:

1. die Kristallinmasse der südlichen Tambo-Decke, vorwiegend Orthogneise, bis zur «Porta» bei Promontogno reichend;
2. der Sedimentzug Splügen—Soglio, eine schmale Zone aus Quarziten, Triaskalken und Dolomiten;
3. der Kristallinkern der Suretta-Decke, vorwiegend Paragneise;
   südlich der Maira bilden diese Kristallinzonen den Rand des Granitmassives;
4. über dem Kristallin folgt wieder ein schmaler Triaszug, der die Basis bildet für
5. die mächtige Bündnerschiefermasse des Piz Duan und des Piz Cam; mit kalkigen Schiefern wechseln hier Grünschiefer und seltener auch Serpentin;
6. darüber aufgeschoben liegt ein Komplex von Grüngesteinen (Grünschiefer und Diabase), vom Val Ma-

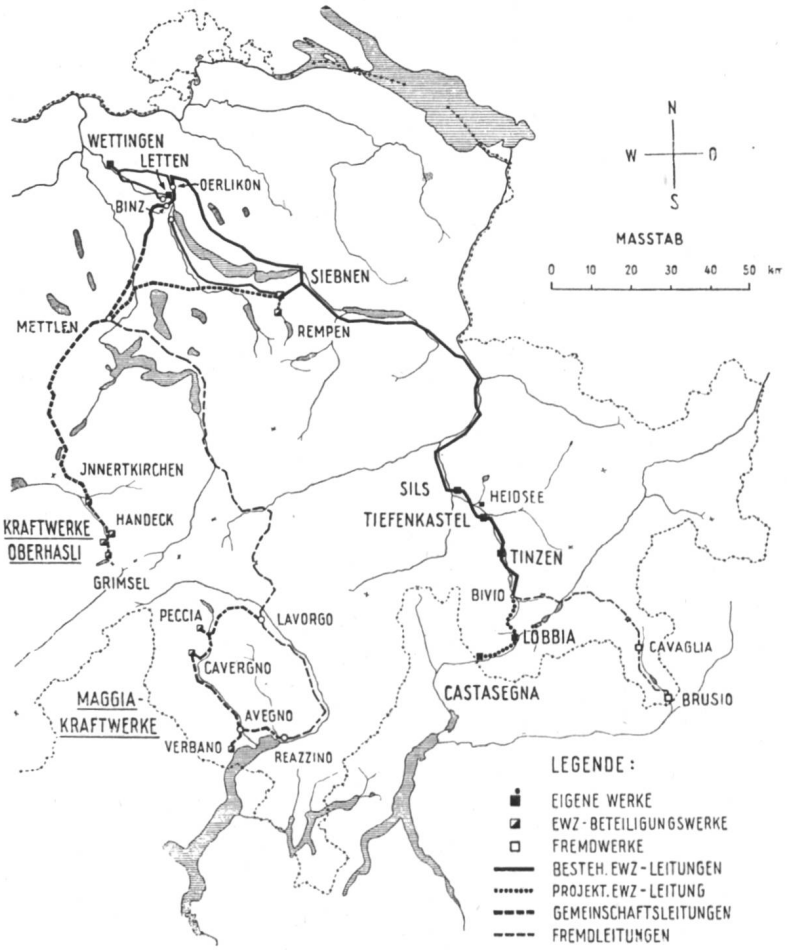


Abb. 2
Kraftwerke und Übertragungsleitungen des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich

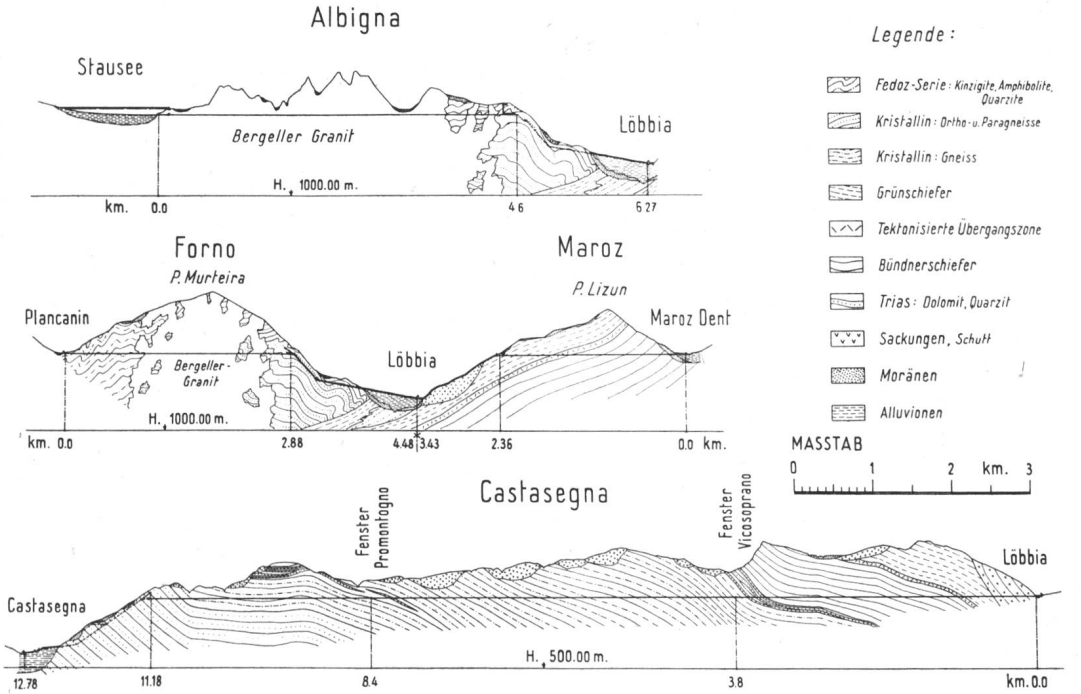


Abb. 3
Geologische
Längenprofile

roz über Casaccia bis hinüber ins nördliche Fornogebiet reichend;

7. als oberste, in diesem Zusammenhang interessierende Zone sind noch die Kristallinkerne der Margna-Decke zu nennen.

II. Das einfach gebaute, einheitliche Bergeller Granitmassiv im südlichen Drittel des Tales. Die Entstehung dieser einheitlichen Masse von Eruptivgesteinen ist jünger als die Alpenfaltung. Der Bergeller Granit ist das frischeste Gestein der ganzen schweizerischen Alpen.

Nicht minder interessant ist die *geologische Talgeschichte.* Entstanden aus dem einstigen langen Oberlaufgerinne des Inn (Val Maroz—Oberengadin) wurde das Bergell erst in geologisch sehr junger Zeit eingetieft. Die gefällsreiche Maira eroberte Schritt für Schritt das alte Quellgebiet des Inn bis zur heutigen Wasserscheide beim Malojapaß. Die glaziale Erosion in der Haupteiszeit besorgte ein weiteres Unterschneiden der steilen Hänge. Nach dem Rückzug des Eises entstanden zahlreiche Sackungen, Rutschungen und Bergstürze, die ihre Schuttströme weit ins Haupttal vordringen ließen, dieses stellenweise überfuhren und an der Gegenseite aufbrandeten (Beispiele: eine ausgedehnte Rutschung bei Roticcio nordöstlich von Vicosoprano, Bergsturzmassen an beiden Talhängen von Vicosoprano bis unterhalb Stampa, der große Schuttstrom von Soglio—Castasegna).

4. Hydrologische Verhältnisse, Hochwasserschäden

Die Tabelle 1 zeigt mit Deutlichkeit das für die Kraftnutzung ungünstige Verhältnis zwischen Winter- und Sommerabfluß, besonders bei den Gletscherbächen Orlegna (Forno) und Albigna. Anderseits ist die hohe spezifische Jahresabflußmenge der Albigna bemerkenswert; ihre 82 l/s, km² entsprechend einer Abflußhöhe von 2600 mm, gehören zu den höchsten bekannten Mengen in den Alpen. Die Abflußhöhe ist nicht wesentlich kleiner als die mittlere jährliche Niederschlagshöhe von 2800 mm über dem südlichen Grenzkamm. Im unteren Bergell beträgt das langjährige Mittel der Niederschläge 1400 mm.

Abflußmengen Tabelle 1

Meß-Stelle m ü. M.	Einzugsgebiet Total km²	Einzugsgebiet Gletscher %	Mittlere Abflußmengen Mio m³ Wi	Mio m³ So	Mio m³ Jahr	m³/s Jahresmittel	l/s. km² Jahresmittel	% Wi	Bekannte Hochwasser m³/s
Albigna 2055	20,5	58	4,6	48,8	53,4	1,7	82	8,6	125
Val Forno 1980	21,8	52	4,9	51,7	56,6	1,8	82	8,6	90
Maroz dent 1980	15,4	5	4,6	19,4	24,0	0,8	50	19	—
Löbbia 1400	75	17	21	117	138	4,4	59	15	300
Castasegna 675	190	15	45	265	310	9,8	52	14	435

Wi = 6 Wintermonate Oktober — März So = 6 Sommermonate April — September

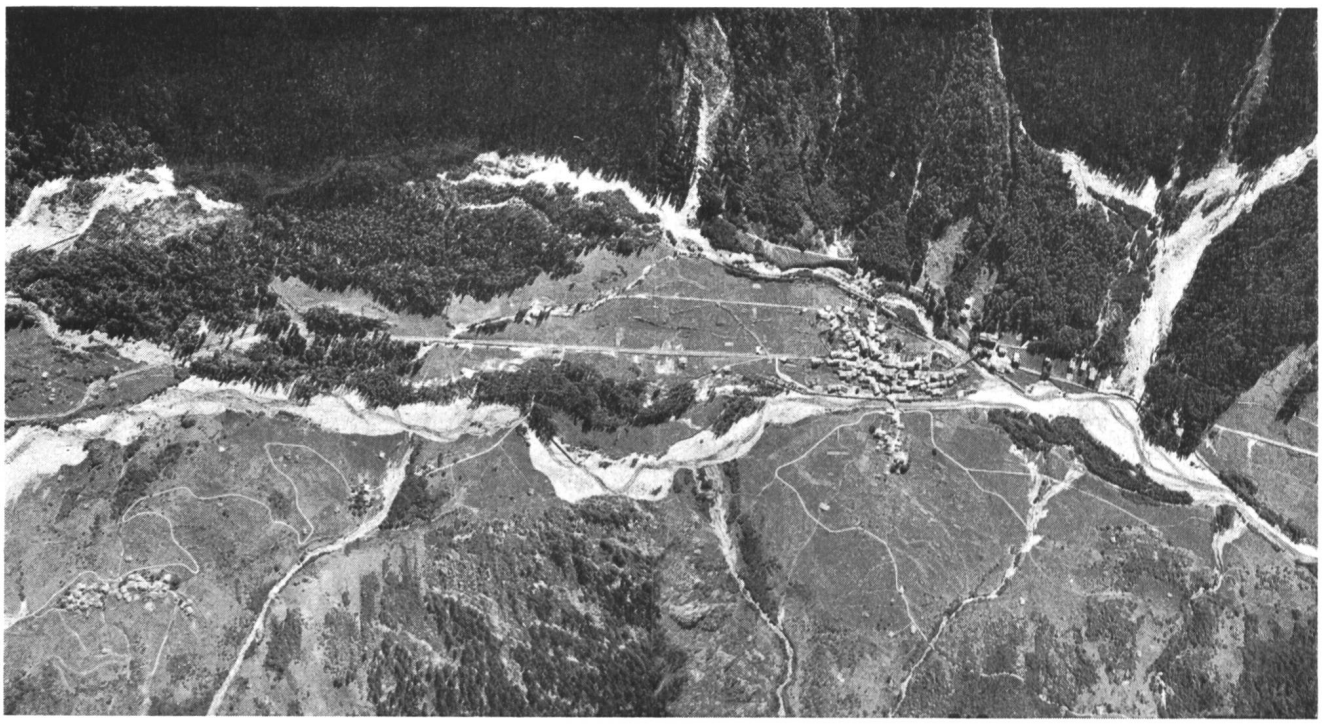


Abb. 4 Luftaufnahme von Vicosoprano (Aufnahme Eidg. Vermessungsdirektion, Bern, Bewilligung vom 8. 1. 55)

Das Eidg. Amt für Wasserwirtschaft mißt seit 1926 den Abfluß der Albigna am nördlichen Rand der gleichnamigen Alp (2055 m ü. M.). Von 1923 bis 1933 bestand auch an der Maira bei Pranzaira östlich von Vicosoprano eine Meßstelle (etwa 1150 m ü. M.) Seit einigen Jahren mißt die Società Edison an der Wasserfassung Villa ihres Werkes Chiavenna den Abfluß der Maira. Leider fehlten bis 1953 direkte Messungen an der oberen Maira (Val Maroz) und an der Orlegna (Val Forno). Da aber das Fornogebiet hinsichtlich Größe, Grad der Vergletscherung und Höhenlage fast genau dem Albignagebiet entspricht, darf für die Orlegna mit genügender Sicherheit das gleiche Abflußregime wie bei der Albigna vorausgesetzt werden. Und aus der Differenzbildung der gemessenen Mengen von Pranzaira einerseits und der mutmaßlichen Werte der Orlegna anderseits kann einigermaßen brauchbar auf die Abflußmengen der oberen Maira im Val Maroz geschlossen werden.

Infolge der sehr steilen Talflanken, der mächtigen Anhäufung von altem Geschiebe in den Runsen der Seitenbäche und in den Talrinnen der Orlegna und der Maira und infolge der beträchtlichen Niederschlagsmengen in den höheren Lagen steht das Bergell seit jeher unter der ständigen Bedrohung durch Hochwasser und durch gewaltige Murgänge. Allein aus den hundert Jahren von 1827 bis 1927 sind 12 Hochwasserkatastrophen überliefert. Seither wurde das Tal an verschiedenen Stellen wieder schwer heimgesucht in den Jahren 1944, 1951, 1953 und im August 1954 (am 21. August 1954 fielen in Vicosoprano 146 mm Regen innerhalb 24 Stunden). Abb. 4 zeigt einen Talausschnitt bei Vicosoprano.

Anläßlich des Septemberhochwassers von 1927 wies die *Albigna* auf der Alp Albigna eine Abflußspitze von 120—130 m^3/s auf, entsprechend etwa 6 m^3/s, km^2; die Überschwemmung mit Geschiebeablagerungen östlich von Vicosoprano war verheerend. Der Kanton Graubünden baute dann mit Beitrag des Bundes in den Jahren 1929/30 eine Hochwasser-Schutzmauer auf dem Granitriegel am Nordrande der Albigna-Alp. Im Retentionsraum hinter dieser Mauer wurden seither alle Hochwasserspitzen unschädlich gemacht. Am 21. August 1954 wurde neuerdings eine Spitze von etwa 100 m^3/s Wasserzufluß auf der Albigna gemessen; dank der Schutzmauer blieb aber die Albigna in ihrem Unterlauf ruhig. Die Verheerungen jenes Tages wurden im Bergell durch die noch ungebändigte Orlegna verursacht.

Schon 1904 schlug Prof. Alb. Heim vor, den Albignabach beim Granitriegel der Albigna-Alp zu stauen, zu drosseln und durch einen Stollen nach der Felswand des Spazzacaldera oberhalb Vicosoprano abzuleiten, um ihn von den riesigen latenten Geschiebemassen der untern Albignaschlucht fernzuhalten. Damals dachte noch niemand an eine Kraftnutzung der Albigna.

Menschlichen Eingriffen und Schutzmaßnahmen unzugänglich bleiben aber die in den Unterlauf der Albigna von Osten einmündenden unheimlich steilen Geschiebekehlen der Cima del Largh und des Piz Bacun; sie bilden eine ständige latente Bedrohung des Tales.

5. Geschichtliches über Kraftwerkprojekte im Bergell[2]

In den 1890er Jahren bewarben sich verschiedene Gesellschaften um Konzessionen für die Gefällsstufen Löbbia—Vicosoprano und Stampa—Promontogno. Es wurde damals, ähnlich wie in andern Alpentälern, die Erzeugung von Calcium-Carbid erwogen. Bei 5000—7000 PS Ausbaugröße hätten die beiden Anlagen jährlich 20 bis 30 Mio kWh elektrische Energie produziert.

Um die Jahrhundertwende projektierte Ing. *Froté* eine Werkdisposition mit Ausnützung des gesamten Gefälles von Maloja bis Castasegna von rund 1100 m. Er gedachte, den *Silsersee* als Ausgleichbecken zu benützen, um den geringen Winterabfluß von Maira und Orlegna etwas zu verbessern. Damit tauchte erstmals der Gedanke einer künstlichen Einflußnahme auf den Spiegel dieses großen Oberengadiner Sees auf.

Abbildung 5 vermittelt eine Übersicht über einige bezeichnende Etappen in der Weiterentwicklung der Bergeller Kraftwerkideen:

Im Projekt *Zschokke/Lüscher 1904* war die Zuleitung der Orlegna und des Fexbaches zum Silsersee vorgesehen. Die Projektverfasser rechneten mit einer Spiegelschwankung im Silsersee von 4—5 m, wobei zur Erhöhung des Sommerwasserstandes an beiden Seenden Abschlußdämme notwendig gewesen wären. Dem Inn-Einzugsgebiet sollten jährlich 70 Mio m³ entnommen werden, allerdings zu einem namhaften Teil kompensiert durch die Zuleitung der Orlegna. Das Projekt hatte jahrelange Kontroversen zwischen den Gemeinden, den kantonalen und den eidgenössischen Behörden zur Folge.

Ein weiteres Projekt mit dem Silsersee als Ausgleichbecken ist dasjenige von *Salis/Meuli 1921*. Im Unterschied zu ihren Vorgängern verzichteten diese Interessenten auf einen Höherstau des Sees und beschränkten die Absenkung auf etwa 5 m und auf die Wintermonate zwischen anfangs Januar und der Frühjahrs-Schneeschmelze. Den durch diesen Kompromiß bedingten Aus-

[2] Siehe auch «Wasser- und Energiewirtschaft» 1953, S. 30/32.

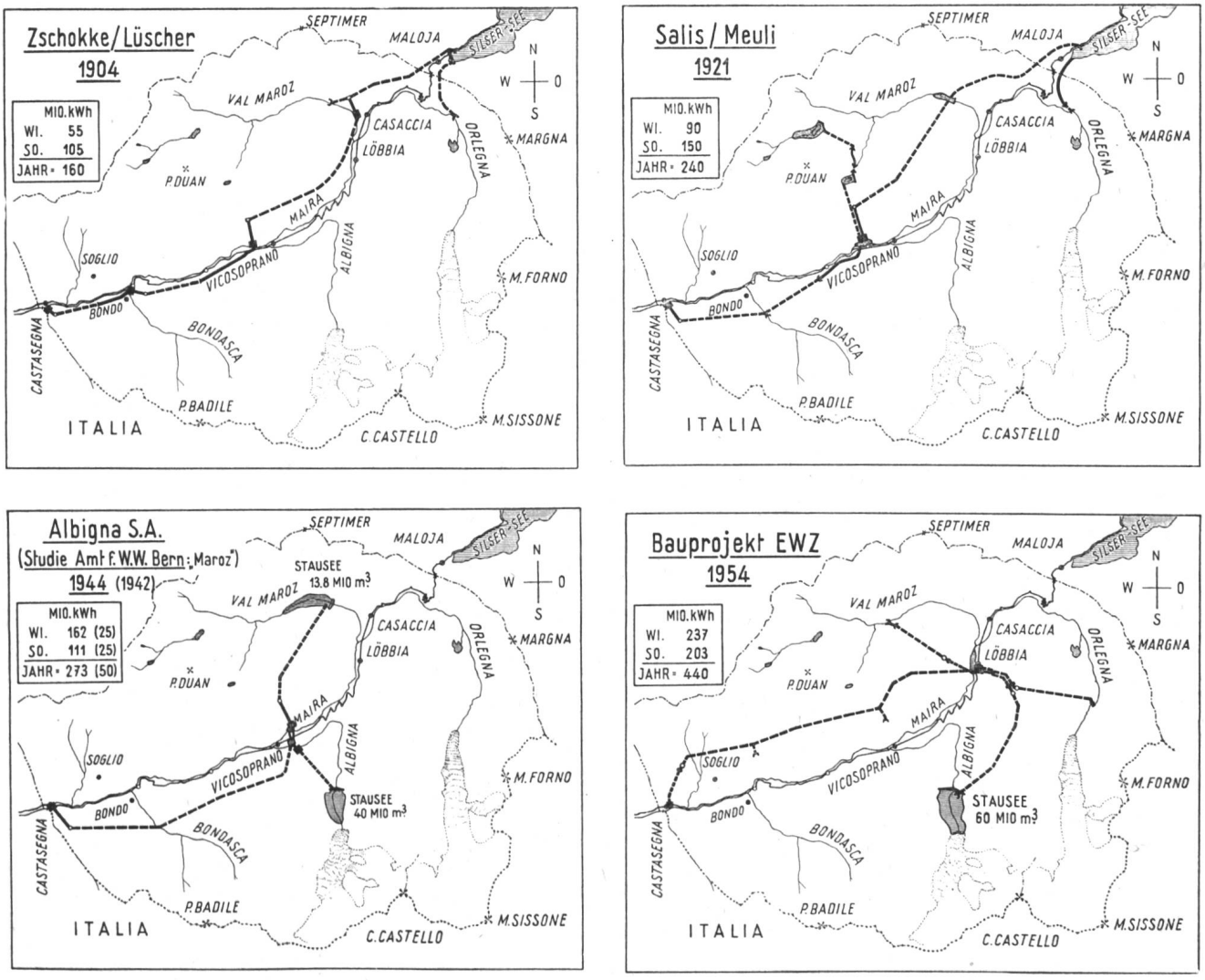


Abb. 5 Geschichtliche Entwicklung der Kraftwerkprojekte

fall an nutzbarem Speicherraum gedachten die Projektverfasser im Val Maroz und im Val Duan zu kompensieren. Der Kampf pro und contra Einbeziehung des Silsersees in eine Bergeller Kraftwerkgruppe war in den Jahren 1926/27 besonders heftig. Die direkt zuständigen Gemeinden Sils und Stampa erteilten die Wasserrechtskonzessionen; die anderen Gemeinden des oberen Engadins hingegen und viele Kreise aus der ganzen Schweiz widersetzten sich diesem Vorgehen. Ein Rekurs der Konzessionsbewerber gegen den 1934 erfolgten abschlägigen Entscheid des Kleinen Rates des Kantons Graubünden wurde 1936 vom Bundesgericht abgewiesen, womit die Verleihungen dahinfielen. Später wurde mit Unterstützung der Pro Helvetia, der Schweiz. Vereinigung für Heimatschutz, des Bundes für Naturschutz sowie weiester Kreise von Privaten der Silsersee in eine Schutzzone einbezogen, womit im Jahre 1947 der Kampf um den Silsersee ein Ende fand. Die Gemeinde Sils erhielt dabei eine Abfindungssumme von Fr. 100 000.—, Stampa eine solche von Fr. 200 000.—.[3]

Wie bereits erwähnt, veranlaßte die Hochwasserkatastrophe von 1927 Kanton und Bund, auf der Albigna die Hochwasserschutzmauer zu errichten. Von diesem Zeitpunkt an bildet der Speicher Albigna ein im weiteren Verlauf der Jahre zunehmend an Bedeutung gewinnendes Objekt aller späteren Kraftwerkstudien. Die Größe dieses Speichers wuchs in den seitherigen Projektierungsetappen ständig. Bei einem Projekt der Albigna AG aus dem Jahre 1933 hatte man mit 30 Mio m^3 Seeinhalt gerechnet; in den beiden Zentralen Vicosoprano und Castasegna wären zusammen 75 Mio kWh Winter- und 37 Mio kWh Sommerenergie erzeugt worden.

Die Elektro-Watt veröffentlichte *1944* ein für die *Albigna AG* ausgearbeitetes Projekt mit einem auf 40 Mio m^3 vergrößerten Speichervolumen bei sonst ähnlicher Werkdisposition; anstelle der offenen Druckleitung am 1000 m hohen Steilabsturz oberhalb Vicosoprano wurde nun ein Druckschacht vorgeschlagen. Die «Wasser- und Energiewirtschaft» brachte in Nr. 5/6 des Jahrganges 1946 eine Beschreibung des Projektes 1944 aus der Feder von Ingenieur O. Heim.

Zur Vervollständigung des geschichtlichen Überblickes ist in Abb. 5 im Übersichtsplan «Albigna AG 1944» noch eine 1942 veröffentlichte Studie des Amtes für Wasserwirtschaft in Bern eingezeichnet. Das Amt prüfte die Möglichkeit eines Staubeckens im Val Maroz mit Ausnützung dieses Wassers in einer selbständigen Zentrale nördlich der Maira bei Vicosoprano. Die Gestehungskosten dieser Energie würden aber weit über den wirtschaftlich tragbaren Grenzen liegen, weshalb die Studie später nicht mehr weiter verfolgt wurde.

[3] Näheres hierüber siehe auch «Wasser- und Energiewirtwirtschaft» 1952, Seiten 143/144.

Die letzte Verleihung an die Albigna AG für die Wasserkräfte der Albigna und der Mairastufe Vicosoprano—Castasegna erfolgte durch die Gemeinden im Sommer 1942; ihre Dauer war bis zum Frühjahr 1953 begrenzt. Die Stadt Zürich erwarb im Herbst 1952 von der Albigna AG die Konzessionsrechte. Die entsprechenden Wasserrechtsverleihungen der Bergeller Gemeinden an die Stadt Zürich datieren vom 22. Dezember 1952; am 23. Februar 1954 wurden Zusatzkonzessionen erteilt, weil die im Sommer 1953 im Bergell durchgeführten geologische Untersuchungen und die näheren Studien des Büros für Wasserkraftanlagen der Stadt Zürich zu einschneidenden Änderungen des Projektes und zu dessen Erweiterung führten.

6. Ausbauprojekt 1954

Auf die früher nahe bei Vicosoprano vorgesehenen Wasserfassungen an Maira und Albigna mit dem zugehörigen Ausgleichbecken wird wegen der Baugrundverhältnisse und wegen der in den letzten zehn Jahren dort beobachteten stark zunehmenden Verwilderung der Maira verzichtet. An deren Stelle tritt im «Projekt 1954» eine Wasserfassung rund 4 km weiter flußaufwärts an der Maira beim südlichen Ende des langgestreckten Talbodens von Casaccia—Löbbia. Nach dem Befund des geologischen Experten Prof. Dr. Staub muß die ganze linke Talflanke zwischen Bondasca und Landesgrenze als tiefreichend versackt angesehen werden. Der Bau von Druckstollen, Wasserschloß und Druckleitung in diesem Hang südlich von Castasegna müßte auf große Schwierigkeiten stoßen. Diese Überlegungen führten dazu, den Druckstollen der unteren Stufe auf der gegenüberliegenden, nördlichen Talseite vorzusehen, die bessere geologische Voraussetzungen bietet.

Das Büro für Wasserkraftanlagen der Stadt Zürich prüfte gleichzeitig die Möglichkeit einer wirtschaftlichen Ausnützung der Wasserkräfte von Orlegna und Maira oberhalb Löbbia. Für die Ausnützung dieser Bäche ist ein gewisser Ausgleich zwischen Winter- und Sommerdarbietung unumgänglich notwendig; der hierzu erforderliche Speicherraum ist aber in keinem der beiden Täler zu finden, sondern kann allein auf der Albigna-Alp gewonnen werden.

Das untere Ende des Fornogletschers liegt 40 m tiefer als das Stauziel des Albigna-Speichers. Ein freier Abfluß des der Orlegna entnommenen Wassers nach dem Staubecken ist deshalb leider nicht möglich; derjenige Teil des Orlegnawassers, der zur Aufspeicherung gelangen soll, muß somit über eine Pumpe geleitet werden.

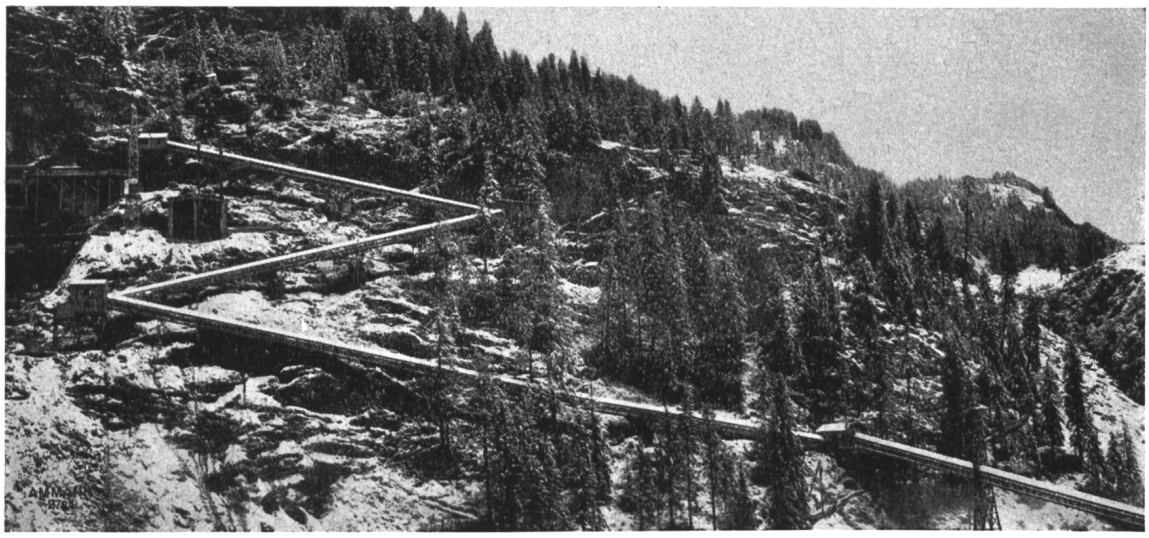
Als Ergebnis zahlreicher vergleichender Projektstudien entstand das «Ausbauprojekt 1954» (Abb. 6), eine Werkdisposition, die sich im wesentlichen gliedert in:

Alle Sorten

LICHTPAUS-
und
PAUSPAPIERE

ED. AERNI-LEUCH, BERN

Fabrik technischer Papiere



Transportbandanlage am Staumauerbau Sambucco (Maggia).

Transport der klassierten Zuschlagstoffe von den Depots auf den Betonturm. Leistung: 500 t/h; Bandbreite: 900 mm, Höhendifferenz ca. 120 m in 5 Sektionen.

U. AMMANN

MASCHINENFABRIK AG Telephon (063) 2 27 02 **LANGENTHAL**

Sämtliche Maschinen für Kies- und Sand-Aufbereitung, Straßenbau, Erdbewegung und Transport
Kompressoren und Preßluftwerkzeuge
Mühlen und Zerkleinerungsmaschinen für alle Zwecke

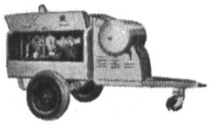
LE ROI-BOHRWAGEN

im Einsatz beim

KRAFTWERKBAU ZERVREILA

Schweizer Bauunternehmer bevorzugen

LE ROI **KOMPRESSOREN**



LE ROI **PRESSLUFTWERKZEUGE**

CHARLES KELLER • Baumaschinen • ZÜRICH 1

Bureau LAUSANNE
7, Avenue du Théâtre
Téléphone (021) 23 40 91

Theaterstraße 10
Telephon (051) 34 37 34 / 35

60 Jahre

1895 - 1955

Staumauer Vieux-Emosson — Gesamtaufnahme August 1954

Photo Dorsat, Martigny

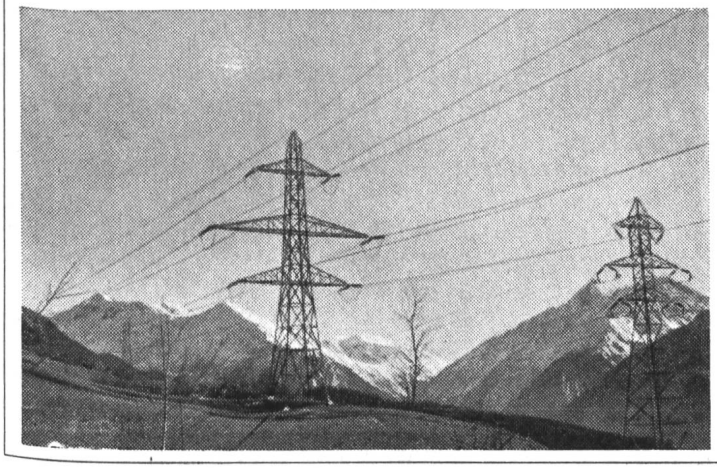
WALTER J. HELLER & CO

HOCH- UND TIEFBAU

Schloßstraße 131

BERN

Telephon (031) 51112



WALTER HÄSLER

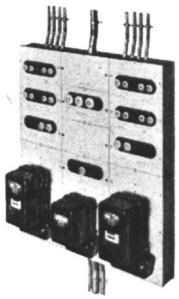
ELEKTRISCHE UNTERNEHMUNGEN

SPIEZ Tel. 75181 / **ZÜRICH** Tel. 331490

Erstellen von

- **Hoch- und Niederspannungsleitungen**
- **Spannungsumbauten / Kabelanlagen**

Baukasten-Tableaux «SIPA»



Fortschrittliche Konstruktion

Feuersicher

Raumsparend

Repräsentativ

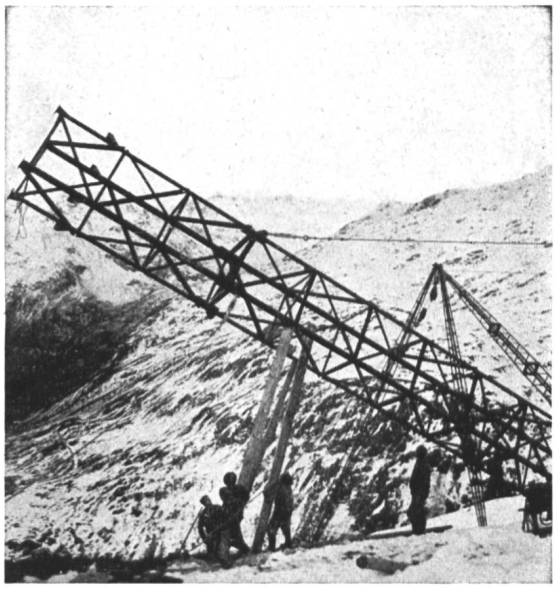
Im Preise günstig

Sonderliste auf Wunsch zu Diensten !

OTTO FISCHER AG

Elektrotechnische Bedarfsartikel en gros

Zürich 5
Sihlquai 125
Postfach Zürich 23
✆ (051) 42 33 11



Eisenkonstruktionen und Blecharbeiten aller Art, Brücken, Masten, Dachkonstruktionen, Eisen-Fenster usw.

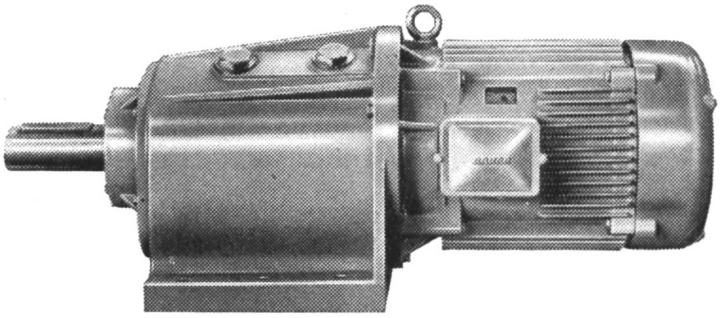
PAUL WEBER, EISENBAU

Seewen-Schwyz

Telefon (043) 3 10 70

BAUER

Getriebe-
Regelgetriebe-
Trommelmotoren



Wir bieten:

- Unübertroffene Qualität
- Keine Wartung mehr, da in Getriebefett laufend, somit vollkommene Abdichtung
- Lieferbar in explosionsgeschützter Ausführung, Zündgruppen A—D
- Getriebe mit Schrägverzahnung
- Beste Referenzen
- Konkurrenzlose Preise
- Die Konstruktion erlaubt Montage in jeder beliebigen Lage

MEIER & CO.

Elektromotoren Maschinen und Apparate en gros, Niedergösgen (Sol.)
Telefon (064) 31488

Ihre Vertrauensfirma für sämtliche Spezialantriebe

SCHWEIZER FABRIKAT

Elektro-Öfen
VOLL- und
HALBSPEICHER

NEU

Niedertemperatur-
Großflächen-Heizungen
Für **Kirchen**
SBB Warteräume usw.

Wandplatten

elektrisch heizbar, 7 mm dick, Farbglasur, elektrisch gehärtet, als Zwischenwand für Bureaux, Laden usw.

Bodenplatten

elektrisch heizbar, 6—50 mm dick, ölgehärtet, härter als Eichenholz, für Stand-, Sitz- und Lehnflächen

Werktischplatten

elektrisch heizbar, bis 50 mm dick

Tischplatten

elektrisch heizbar, jede Größe, 7 mm dick

Thermolith AG, Bischofszell - Stadt

Telephon (071) 8 11 26

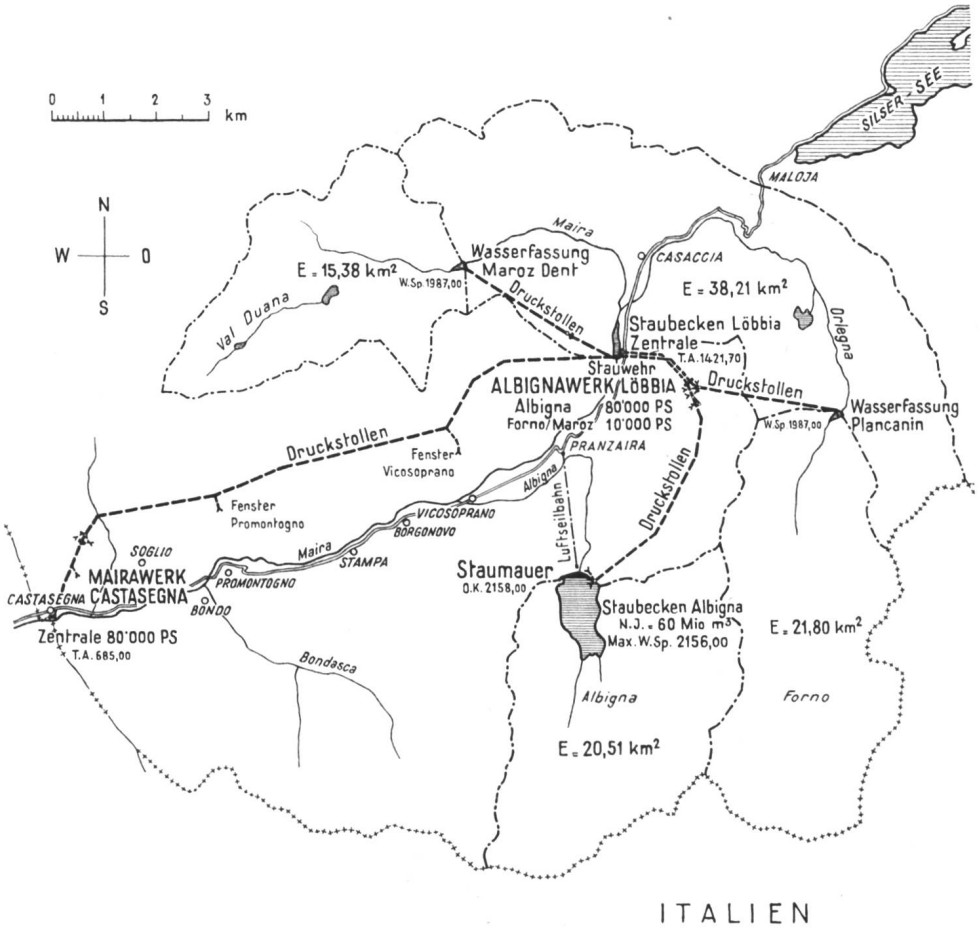


Abb. 6
Ausbauprojekt 1954,
Übersichtsplan 1:150 000

Albignawerk Löbbia, mit dem Albigna-Speichersee und Zuleitungen aus Val Forno (Orlegna) und Val Maroz (obere Maira) mit Zentrale bei Löbbia;

Mairawerk Castasegna, das Gefälle der Maira zwischen Löbbia und der Landesgrenze bei Castasegna in einer einzigen Stufe ausnützend.

Die Wasserfassungen an der Maira bei Löbbia, an der Orlegna bei Plancanin und an der obern Maira bei Maroz Dent kommen an Stellen zu liegen, wo der Wasserlauf in einem für Wehrbauten günstigen Gerinne liegt; das Bergell weist nur wenig solche Stellen auf. Löbbia bildet den Schwerpunkt der ganzen Werkgruppe; er ist auch der einzige günstige Schlüsselpunkt für die Querung des Tales von den Gletscher-Einzugsgebieten auf der Südseite zum Stollentrassee der unteren Stufe auf der Nordseite; dazu kommt die Eignung der natürlichen Talformation zur Anlage eines Ausgleichbeckens bei Löbbia. Daß die Bruttogefälle der beiden Hauptstufen Albigna—Löbbia und Löbbia—Castasegna mit je 734 m gleich groß sind, kann als weiterer Vorteil der

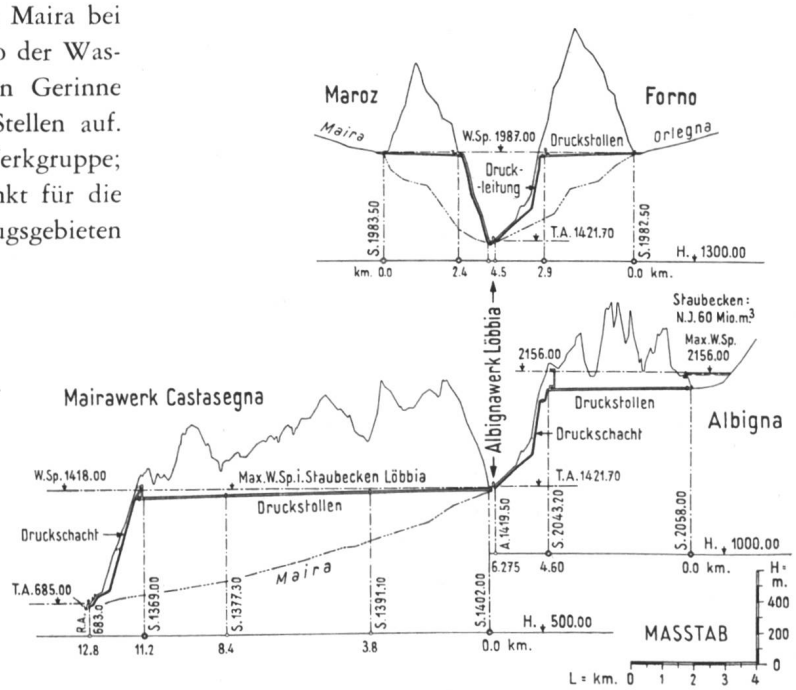


Abb. 7
Ausbauprojekt 1954,
Längenprofile

getroffenen Disposition vermerkt werden. Abb. 7 zeigt die Längenprofile der Werkgruppe.

Die beiden Stufen Forno—Löbbia und Maroz—Löbbia sind hydraulisch miteinander verbunden; die Bachfassungen an der Orlegna resp. der oberen Maira liegen auf gleicher Höhe. Diese Kupplung ermöglicht Einsparungen bei der maschinellen Ausrüstung der Zentralen und Vereinfachungen im Betrieb.

Für die Füllung des Stausees Albigna stehen im abflußärmsten der bisher bekannten Sommerhalbjahre 44 Mio m³, im abflußreichsten hingegen 52 Mio m³ aus dem eigenen Einzugsgebiet der Albigna zur Verfügung. Die fehlenden 16 oder 8 Mio m³ bis zur vollständigen Ausnützung des auf 60 Mio m³ Inhalt bemessenen Speicherraumes werden aus den Einzugsgebieten Forno/Maroz über eine Pumpe zugeführt. Vergleichende Berechnungen und betriebliche Überlegungen führten zur Wahl des Standortes der Speicherpumpe im Maschinenhaus Löbbia. Auf ihrer Ansaugseite steht diese Pumpe somit unter dem Druck von rund 560 m (Stufen Forno und Maroz), auf ihrer Druckseite unter einem solchen von rund 735 m (bei gefülltem Stausee). Die geodätische Förderhöhe der Pumpe beträgt, je nach dem Seestand auf der Albigna, 80 bis 175 m.

Die Tabelle 2 vermittelt die hauptsächlichsten Daten über die Ausbau-Wassermengen, die installierten Maschinenleistungen und die Energieproduktion der Bergeller Kraftwerke gemäß Bauprojekt 1954 für ein Jahr mittlerer Wasserführung.

7. Beschreibung einzelner Bauobjekte

Staumauer und Staubecken Albigna (Abb. 8—12).

Die Stelle für die Errichtung einer Staumauer ist durch die topographischen und geologischen Verhältnisse eindeutig vorgezeichnet. Dank der intensiven Räumungsarbeit des früheren Gletschervorstoßes liegt hier der seltene Fall vor, daß die Staumauer auf ihrer ganzen Länge fast ohne Schuttabräumung auf dem sichtbar anstehenden blankgescheuerten Granit fundiert werden kann. Die Beurteilung der Sperrstelle durch den geologischen Experten Prof. Dr. Staub lautet günstig und gibt nach seiner Ansicht zu keinen Bedenken Anlaß. Interessant ist der Befund von seismischen Sondierungen, welche im Boden des Staubeckens ausgeführt wurden; es zeigten sich dabei Schuttiefen von mehr als 100 m Mächtigkeit bei einer Beckenlänge von nur wenig über 1 km, die Austiefung der Gletscherwanne ist hier also eine ganz beträchtliche. (Abb. 8, 9).

Leider ist das Talprofil an der Abschlußstelle sehr offen, d. h. die Talflanken steigen verhältnismäßig flach an. Diese topographische Gegebenheit hat zur Folge, daß als Staumauertyp einzig eine Schwergewichtsmauer in Betracht fällt. Die Kronenlänge wird im Vergleich zur Mauerhöhe sehr groß. Aus einer Vielzahl wurde, im

Ausbaugröße und Energieproduktion Tabelle 2

Bergeller Kraftwerke		Albigna		Löbbia Forno und Maroz		Zusammen		Castasegna		Werkgruppe	
Bruttogefälle	m	734/643		563				734			
Mittl. Nettogefälle	m	670		549				697			
1 m³ erzeugt	kWh	1.48		1.22				1.54			
Ausbaumenge	m³/s	9		6—7				10			
Ausnützbares Wasser											
Winter	Mio m³	64		9		73		85			
Sommer	Mio m³	—		53*		53*		94			
Jahr	Mio m³	64		62		126		179			
Energieproduktion			%		%		%		%		%
Winter	Mio kWh	95	*100*	11	*16*	106	*65*	131	*48*	237	*54*
Sommer	Mio kWh	—	—	58*	*84*	58*	*35*	145	*52*	203	*46*
Jahr	Mio kWh	95	*100*	69	*100*	164	*100*	276	*100*	440	*100*
Maschinenleistungen											
Turbinen	PS	4 à 20 000 + 1 à 10 000				90 000		4 à 20 000		170 000	
Generatoren	kW	2 à 30 000 + 1 à 8 000				68 000		2 à 30 000		128 000	
Ideelle Benützungsdauer											
Winter	Std.					1 560		2 180			
Sommer	Std.					850		2 420			

Winter: 6 Monate Oktober — März Sommer: 6 Monate April — September

* Nach Abzug des für die Pumpspeicherung erforderlichen Wassers

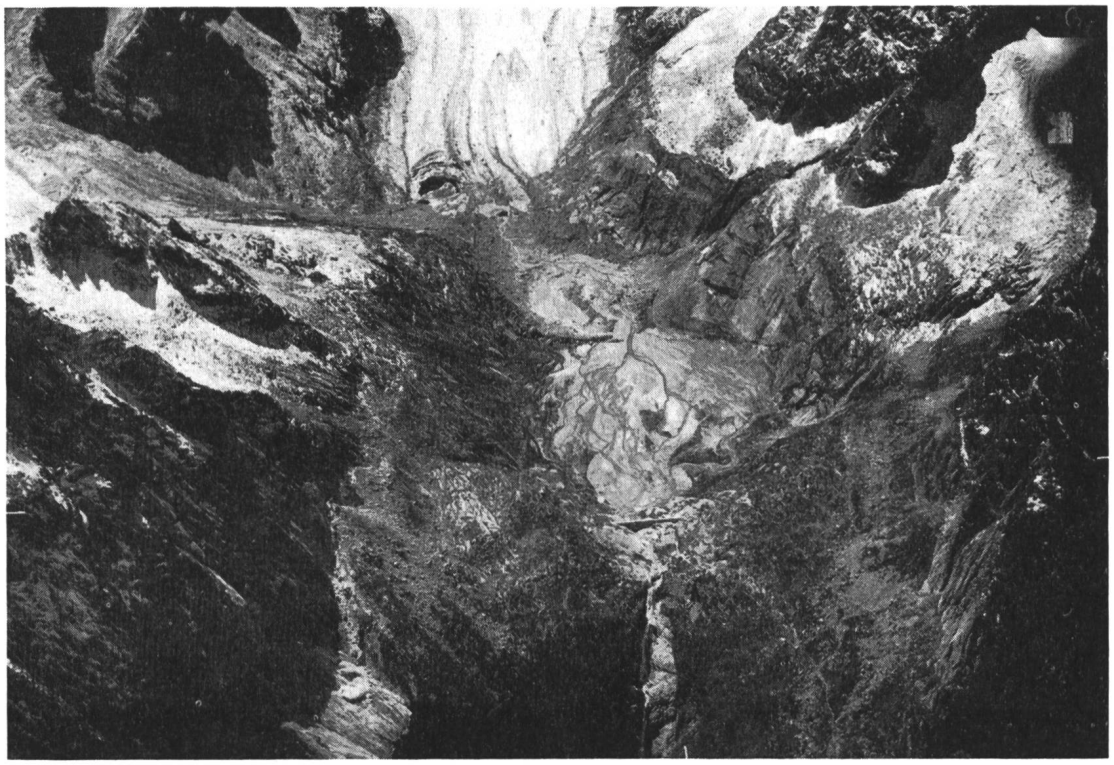


Abb. 8 Luftaufnahme des Beckens auf der Alp Albigna, im Vordergrund die Schutzmauer von 1929/30, im Hintergrund das Ende des Albignagletschers (Aufnahme Militärflugdienst vom 5. 9. 1934)

Rahmen der gesamten Bergeller Kraftwerkgruppe beurteilt, ein nutzbarer Stauseeinhalt von 60 Mio m³ als die wirtschaftlichste Lösung ermittelt. Die größte Mauerhöhe mißt 110 m und die Kronenlänge 755 m. Die topographische Gestaltung der beiden Talflanken bedingt eine zweimalige Brechung der Mauerachse, so daß die beiden Mauerflügel gegen Süden abgeschwenkt sind. Aus dem Diagramm Abb. 10 ist ersichtlich, wie stark im Falle der Albigna die Kubatur der Schwergewichtsmauer mit zunehmender Mauerhöhe wächst.

Die Talsperre Albigna ist hinsichtlich der Topographie, der Mauerhöhe und der klimatischen Verhältnisse gut vergleichbar mit der im Jahre 1953 fertiggestellten Staumauer Oberaar der Kraftwerke Oberhasli AG. In den Jahren seit der Plangenehmigung für die Oberaarmauer haben die eidgenössischen Behörden die konstruktiven Bedingungen verschärft, hauptsächlich in Richtung einer Verstärkung der Mauerkrone. Aus Abb. 11 sind die wichtigsten Projektdaten zu entnehmen. Das Betonvolumen beträgt rund 800 000 m³.

Die 1929/30 betonierte Schutzmauer von 18 m Höhe wird in der neuen Staumauer eingeschlossen. Der seinerzeit geschaffene Hochwasser-Retentionsraum von etwa 2,5 Mio m³ muß im Speicherraum reserviert bleiben. Als Hochwasser-Entlastungsorgane sind zwei Saugüberfälle von je 5,5 m³/s Schluckfähigkeit vorgesehen, die nacheinander bei Erreichen der Stauspiegel-Koten

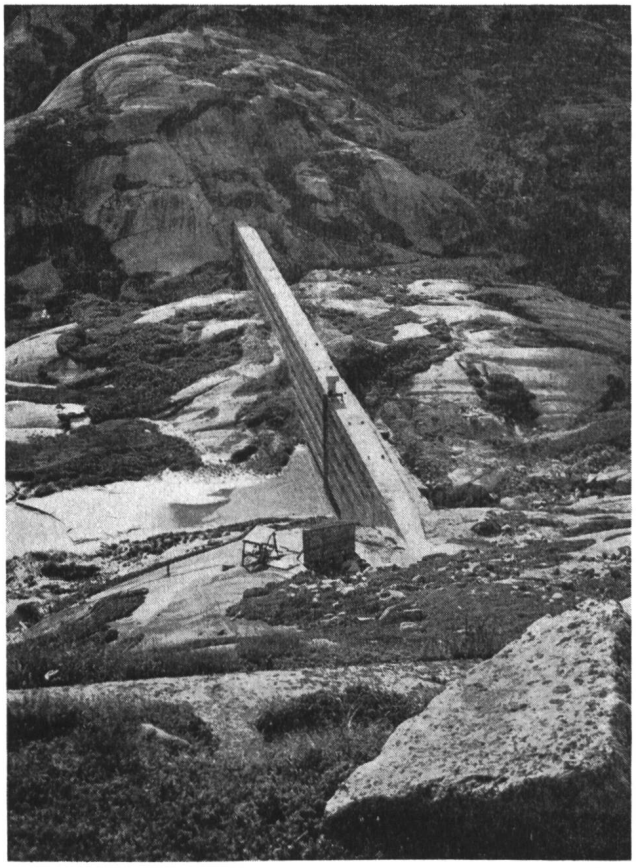


Abb. 9 Sperrstelle Albigna, Schutzmauer, blankgescheuerter Granit (Photo E. Brügger, ETH)

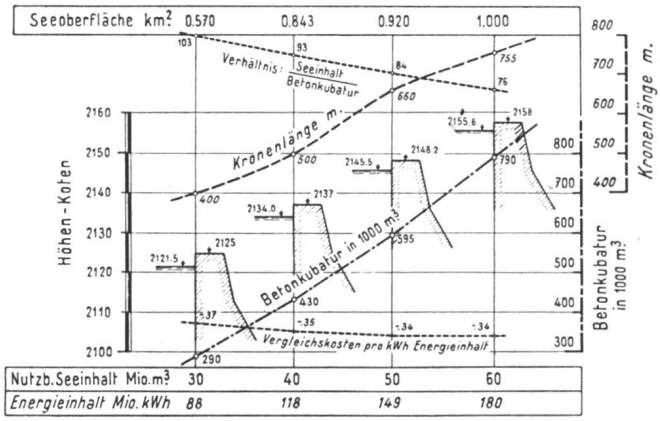


Abb. 10 Staumauer Albigna, Vergleichszahlen

2155,55 und 2155,65 anspringen. Die Mauerkrone liegt rund 2,4 m höher auf Kote 2158,0. Die Begrenzung der Überlaufmenge auf 11 m³/s wurde von den Behörden festgelegt; sie entspricht der Schluckfähigkeit des 1929 in der östlichen Felsflanke erstellten Umlaufstollens, der im Zeitpunkt des erstmaligen Aufstaues endgültig geschlossen werden soll. Im mittleren Mauerteil wird ein Grundablaß eingebaut, der während der Bauzeit als Regulierorgan für die Durchführung von Teilstauungen dienen wird.

Die Zuschlagstoffe für den Mauerbeton können aus dem Talboden zwischen der Zunge des Albignagletschers und der Abschlußstelle in guter Qualität gewonnen werden. Das Albignabecken liegt im Gebiete des Bergeller Granites, eines Granites reich an Quarz und Feldspäten und arm an Glimmer. Es wird sich lohnen, einen großen Teil des Kieses und Sandes vor Beginn der Mauerbetonierung außerhalb des Stauraumes zu deponieren, damit schon vor Beendigung der Betonierarbeiten ein Teilstau zur Erzeugung von Winterenergie vorgenommen werden kann. Für die Betonarbeiten werden des rauhen Klimas wegen pro Bausaison schätzungsweise nur etwa 100 Arbeitstage voll zur Verfügung stehen, was dazu führt, die Installationen für das Aufbereiten und Einbringen des Betons reichlich zu bemessen. Es sind Tagesleistungen von 2500 bis 3000 m³ Beton anzustreben.

Im nahezu 1000 m hohen Steilabsturz (Abb. 12) zwischen der Alp Albigna und Vicosoprano, der stark durch Stein- und Eisschlag gefährdet ist, kann mit tragbaren Kosten keine Straße oder offene Standseilbahn gebaut werden. Zur Bewältigung der Transportaufgaben werden erstellt:

eine 3,5-t-Pendel-Seilbahn für Personenbeförderung als permanente Anlage auch für den späteren Werkbetrieb;

eine Schwerlast-Seilbahn für 18 t Nutzlast, langsam fahrend, für die Dauer der Bauzeit;

eine Umlauf-Zementseilbahn für etwa 40 t Stundenleistung.

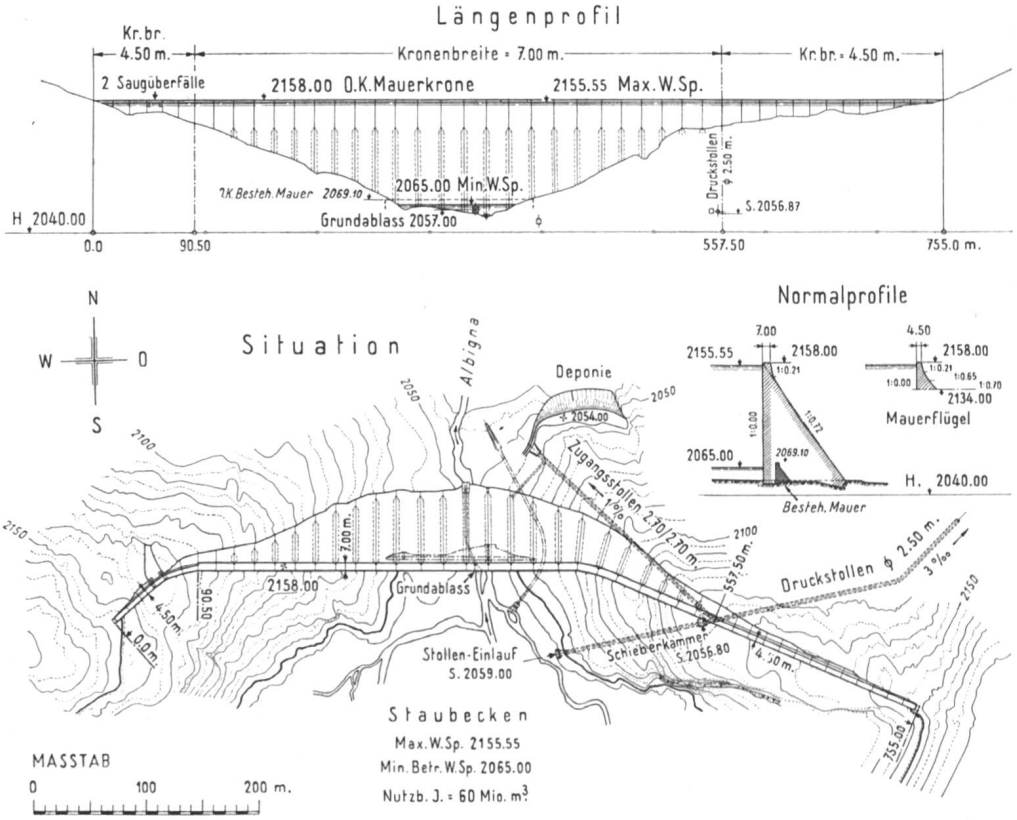
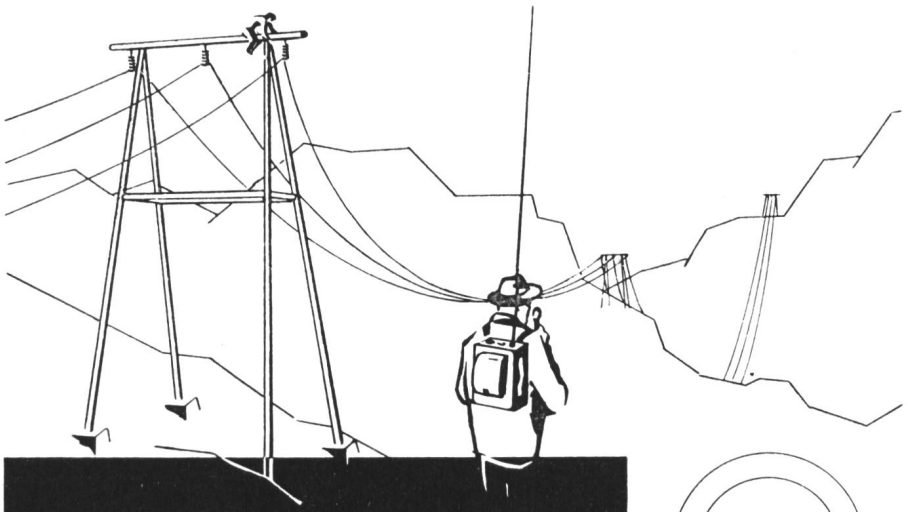


Abb. 11 Staumauer Albigna, Lageplan, Profil durch die Staumauerachse und Schnitte



ÜBER BERG UND TAL

19

Über Berg und Tal fließen alljährlich Milliarden von Kilowattstunden. Aber Unwetter und Isolatorenschäden können Überlandleitungen außer Betrieb setzen. Dann fällt pro Stunde eine Energielieferung für Tausende von Franken aus. — Abseits der Heerstraße, oft hoch in den Bergen, findet und behebt der Reparaturtrupp den Schaden. Nun muß zur Wiedereinschaltung das Werk avisiert werden — jede Minute ist kostbar.

Die drahtlose Verbindung schafft's. Über das leichte Tornistertelephongerät (SE 812) der Autophon steht der Reparaturtrupp dauernd in drahtloser Sprechverbindung mit einer Stelle, die das Kraftwerk telephonisch erreicht. So geht die Meldung von irgendeinem Felskopf sofort zur Betriebsleitung.

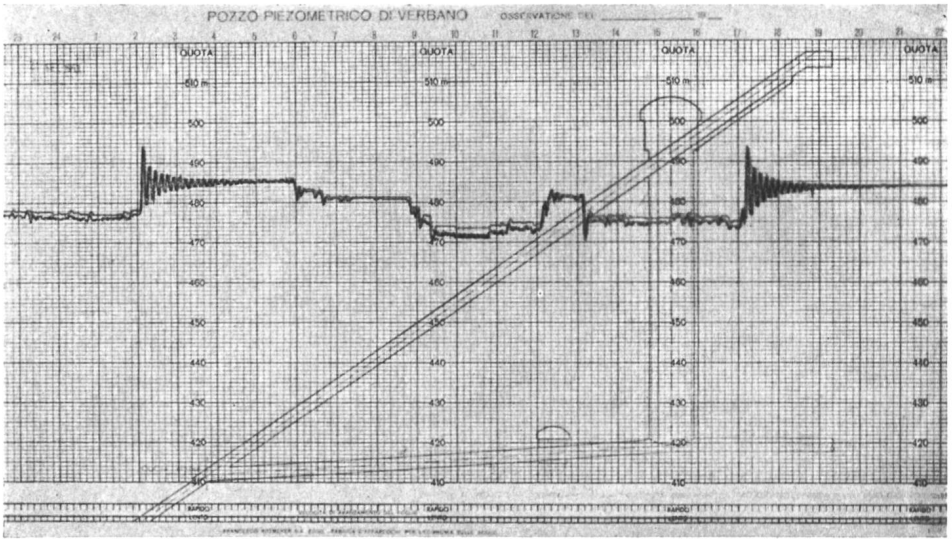
Wo Organisationsprobleme durch bessere Verbindungen zu lösen sind, beraten Sie die Fachleute der Autophon.

autophon

AUTOPHON

Zürich Basel Bern

Installation aller Telephonanlagen, Lichtruf- und Personensuchanlagen, Radio, Musikübertragung, Drahtlose Telephonie, Vivavox-Direktsprechanlagen.



Officine Idroelettriche della Maggia, Locarno / Centrale di Verbano 128 000 kVA

Abschnitt vom ablaufenden Registrierstreifen des kombinierten Empfängers für das Wasserschloß.
Auf dem durchsichtigen Papier sind auf der Vorderseite die Spiegelschwankungen im Schrägschacht mit roter, auf der Rückseite die Schwankungen im Vertikalschacht mit blauer Tinte registriert. Der Querschnitt des Wasserschlosses ist dem Papierband aufgedruckt.
Normaler Papiervorschub: 20 mm/h, im Schnellgang: 20 mm/Minute. Unten zeigt die registrierte Horizontale durch ihre Höhenlage an, ob der normale oder der schnelle Papiervorschub in Tätigkeit ist.

FRANZ RITTMEYER AG, ZUG

BONTADELLI & PERVANGHER

HOCH- UND TIEFBAUUNTERNEHMUNG

BODIO - AIROLO

Ausgeführte Arbeiten für die Maggia-Werke:

Umleitungstollen und Wasserfassung ROVANA
Zuleitungstollen und Wasserfassung PIANASCIO
Zuleitungstollen und Wasserfassung ALPE RODI

In Gemeinschaftsunternehmung:

Freilaufstollen BOSCHETTO, Länge 8 km
Freilaufstollen BAVONA

Strassenbau
Strassenbeläge

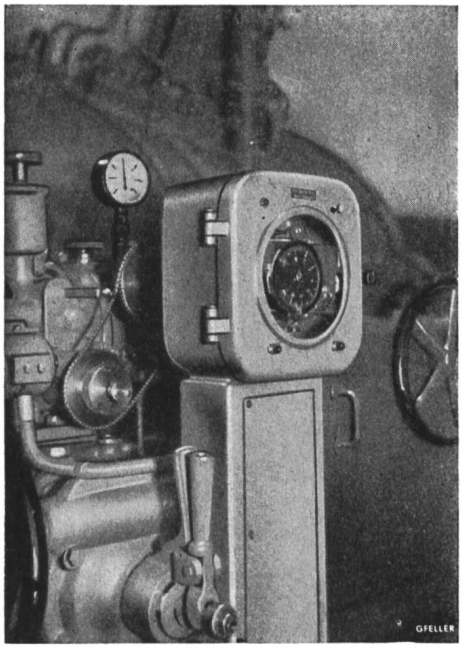
Neue Julierstrasse bei Marmorera

Stuag

Schweiz. Strassenbau- und Tiefbau-Unternehmung A.G.

Chur Viktoriastrasse 10 Telephon (081) 2 17 47

Wasserstandsfernmeldeanlagen



Niveauabhängige automatische Turbinenregulierung

Chr. Gfeller AG Bern-Bümpliz und Flamatt (FR)

Brückenbau

Stahlhochbau

Krananlagen / Gittermaste

in Profil- und Rohrkonstruktion

EISENWERKE **CATTANEO AG**

GIUBIASCO

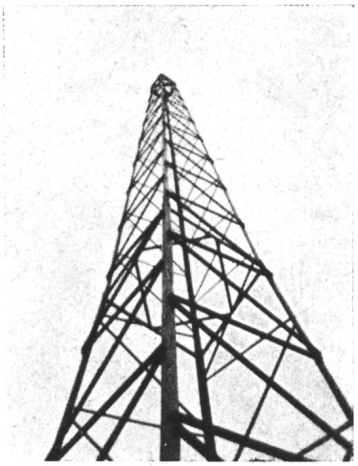
ELEKTRISCHER LEITUNGSBAU

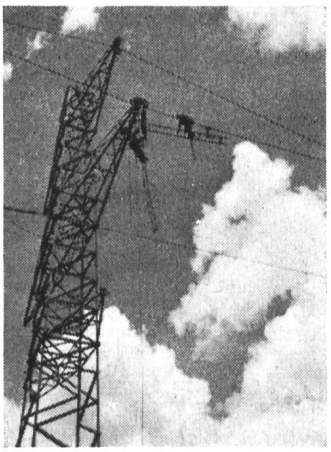
O. KULL & CIE. ZURICH

SELNAUSTRASSE 6
TELEPHON (051) 236650

Ausführung von:

HOCHSPANNUNGS-LEITUNGEN
NIEDERSPANNUNGS-VERTEILANLAGEN
KABEL-ANLAGEN
BAHN-KONTAKTLEITUNGEN
TRANSFORMATOREN-STATIONEN





Erstellung und Vermietung von:

BAUSEILBAHNEN
BAUSTROMVERTEILANLAGEN
TRANSFORMATORENSTATIONEN
NOTSTROMGRUPPEN

WILLY RÖTHLISBERGER / ZÜRICH1 / ALLEINVERTRIEB FÜR DIE SCHWEIZ

BLEIKABEL

für **Stark- und Schwachstrom**

TRU-LAY-BRUGG-DRAHTSEILE

für **alle** Anwendungsgebiete

Druckstollen, Wasserschloß, Druckschacht und Druckleitung Albigna—Löbbia.

Der Druckstollen weist eine Länge von 4,6 km auf. Er führt in nördlicher Richtung, mit reichlicher Überlagerung, ohne Stollenfenster, durch den Granit der Westabdachung des Piz Bacun und der Cima dal Largh. Sein Gefälle beträgt durchschnittlich 3‰. Der lichte Durchmesser des nahezu kreisförmigen Querschnittes mißt in den Strecken mit Betonverkleidung 2,5 m, in kompakten, unverkleideten Felsstrecken entsprechend mehr. Das Wasserschloß befindet sich im Berginnern der westlichen Flanke des Piz Murtaira.

Der 1100 m lange, mit Stahlblech gepanzerte Druckschacht von 1800/1700 mm lichtem Durchmesser unterfährt in genügender Tiefe im Fels die Runse des Lavinair Crusc und tritt etwa auf Kote 1550 am Fuß des Piz Salacina aus der steilen Felsflanke aus. Da unter dem Talboden von Löbbia der Fels sehr tief liegt, ist es nicht möglich, den Druckschacht weiter zu führen. Die 750 m lange Fortsetzung vom Austrittspunkt des Schachtes bis zur Zentrale Löbbia bildet die Druckleitung von 1600/1400 mm Durchmesser, welche in offener Baugrube erstellt, vollständig einbetoniert und mit Aushubmaterial überdeckt wird.

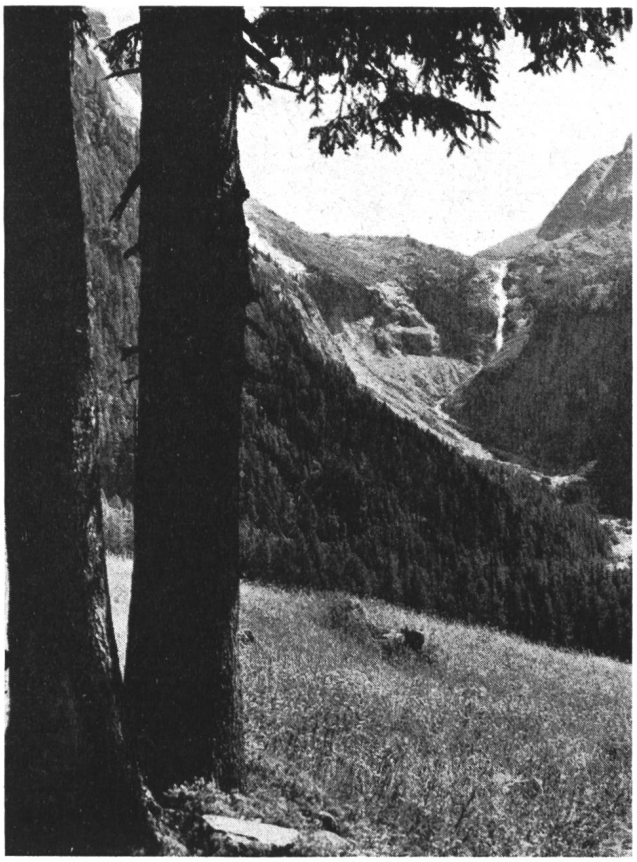


Abb. 12 Albigna, Sperrstelle und Wasserfall (Photo E. Brügger, ETH)

Wasserfassung in der Orlegna (Val Forno) bei Plancanin. Druckstollen, Wasserschloß und Druckleitung Forno—Löbbia.

Die Wasserfassung an der Orlegna bei Plancanin in Val Forno kommt auf einen Felsriegel zu liegen. Das Wehr mit gemauertem Wehrrücken auf Kote 1987 weist eine mit einer Sektorschütze abschließbare Spülöffnung auf, durch die das im Becken oberhalb des Wehres abgelagerte Geschiebe der Orlegna regelmäßig abgeführt werden kann. Der Wasserfassung wird eine reichlich bemessene Klärkammer angegliedert.

Der 2,9 km lange Druckstollen unterfährt von Ost nach West den Kamm des Piz Murtaira zwischen Val Forno und dem oberen Bergell. Sein Gefälle beträgt durchschnittlich 5‰. Die größte Gebirgsüberlagerung mißt rund 800 m. Das kreisförmige Normalprofil ist gleich wie dasjenige des Albignastollens, 2,5 m lichter Durchmesser in den mit Beton verkleideten Strecken und entsprechend mehr in unverkleideten kompakten Felsabschnitten. Das Wasserschloß befindet sich beim Übergang vom Druckstollen zur Druckleitung nahe beim Wasserschloß der Albigna-Stufe.

Parallel zum Druckschacht und zur Druckleitung der Albignastufe verläuft die Druckleitung der Fornostufe mit 1200/1100 mm lichtem Durchmesser in einem Schrägschacht. Die Länge der ganzen Leitung bis zur Zentrale mißt 1700 m.

Wasserfassung in der obern Maira (Val Maroz) bei Maroz Dent, Druckstollen, Wasserschloß und Druckleitung Maroz-Löbbia.

In Maroz Dent wird die Maira mit einem kleinen Wehr, dessen Überfallrücken etwa auf Kote 1987 liegt, gefaßt. Die bauliche Anordnung entspricht derjenigen von Plancanin (Forno); die Maße sind jedoch entsprechend dem Einzugsgebiet und der Ausbauwassermenge kleiner. Nach Durchfließen einer Klärkammer gelangt das Betriebswasser in einen auf der südlichen Talflanke verlegten kurzen Hangkanal aus Schleuderbetonröhren, der leicht fallend bis zum Portal des Druckstollens führt. Mit 2,4 km Länge und rund 500 m größter Gebirgsüberlagerung unterfährt der Druckstollen von West nach Ost den Piz Lizun. Das Gefälle beträgt durchschnittlich 6‰, der lichte Durchmesser des kreisförmigen Stollenquerschnittes mißt 1,9 m in den verkleideten und etwa 2,3 m in den unverkleideten Strecken. Das Wasserschloß befindet sich nahe der Felsoberfläche beim Übergang zur Druckleitung.

Die Druckleitung von 1200 m Gesamtlänge wird im Freien in einem Rohrgraben montiert, vollständig einbetoniert und mit Aushubmaterial überdeckt. Der Rohrdurchmesser mißt am obern Leitungsende 1000 m und nimmt gegen unten abschnittweise bis auf 750 mm ab.

Der Rohrstrang überquert im Körper des Stauwehrs von Löbbia die Maira und führt zu der am linken Maira-Ufer stehenden Zentrale.

Zentrale Löbbia (Abb. 13).

Als günstigster Standort für das Maschinenhaus kommt das linke Ufer des Ausgleichbeckens, unmittelbar flußaufwärts des Stauwehrs, in Betracht. Der Maschinensaalboden liegt auf Kote 1421, d. h. 3 m über dem Stauziel im Ausgleichbecken.

Im Maschinensaal finden drei horizontalaxige Maschinengruppen Aufstellung:

Gruppe 1, bestehend aus zwei Peltonturbinen von je 22 000 PS Maximalleistung und dazwischen angeordnetem Generator von 35 000 kVA, mit Drehzahl 500, bestimmt für die Stufe Albigna;

Gruppe 2, in gleicher Anordnung wie Gruppe 1, wahlweise benützbar für die Albigna-Stufe oder die hydraulisch verbundenen Stufen Forno und Maroz;

Gruppe 3, bestehend aus einer Peltonturbine von 10 000 PS, einem Generator/Motor von 9000 kVA und einer Speicherpumpe für maximal 4 m^3/s Fördermenge, mit Normaldrehzahl 750.

Im Winterbetrieb verarbeiten die Gruppen 1 und 2 normalerweise ausschließlich Wasser aus dem Stausee Albigna, während Gruppe 3 (bei abgekuppelter Pumpe) Wasser von Forno und Maroz erhält. Im Sommer dient Gruppe 2 den Stufen Forno und Maroz; mit Gruppe 3 wird Wasser aus Forno/Maroz entweder verarbeitet oder zur Speicherung (wahlweise mit hydraulischem oder elektrischem Antrieb) in das 80 bis 175 m höher als die Wasserfassung Plancanin gelegene Albignabecken gepumpt. Gruppe 1 steht für die allfällige Erzeugung von Spitzenenergie mit Albignawasser zur Verfügung.

Stauwehr und Ausgleichbecken Löbbia (Abb. 13).

Das Abschlußbauwerk gliedert sich in den mittleren Wehrkörper, der die Grund- und die Überlaufschützen enthält, das Einlaufbauwerk mit Rechen und Entsandungsanlage und die Flankenmauern, die zur Unterbindung von Durchsickerungen genügend tief in die Talflanken einzubinden sind. Durch das Wehrfundament führt ein geschlossener Kanal, der das Betriebswasser aus den Turbinenausläufen der Zentrale Löbbia und das dem Einlaufbauwerk aus dem Ausgleichbecken zufließende Wasser vom linken Ufer dem Druckstollen der Stufe Löbbia—Castasegna auf der rechten Talseite zuleitet.

Durch den Aufstau der Maira auf Kote 1418 entsteht ein Ausgleichbecken von etwa 480 m Länge und etwa 120 m größter Breite. Zwischen dem Stauziel 1418 und der tiefsten betriebsmäßigen Absenkung auf Kote 1410

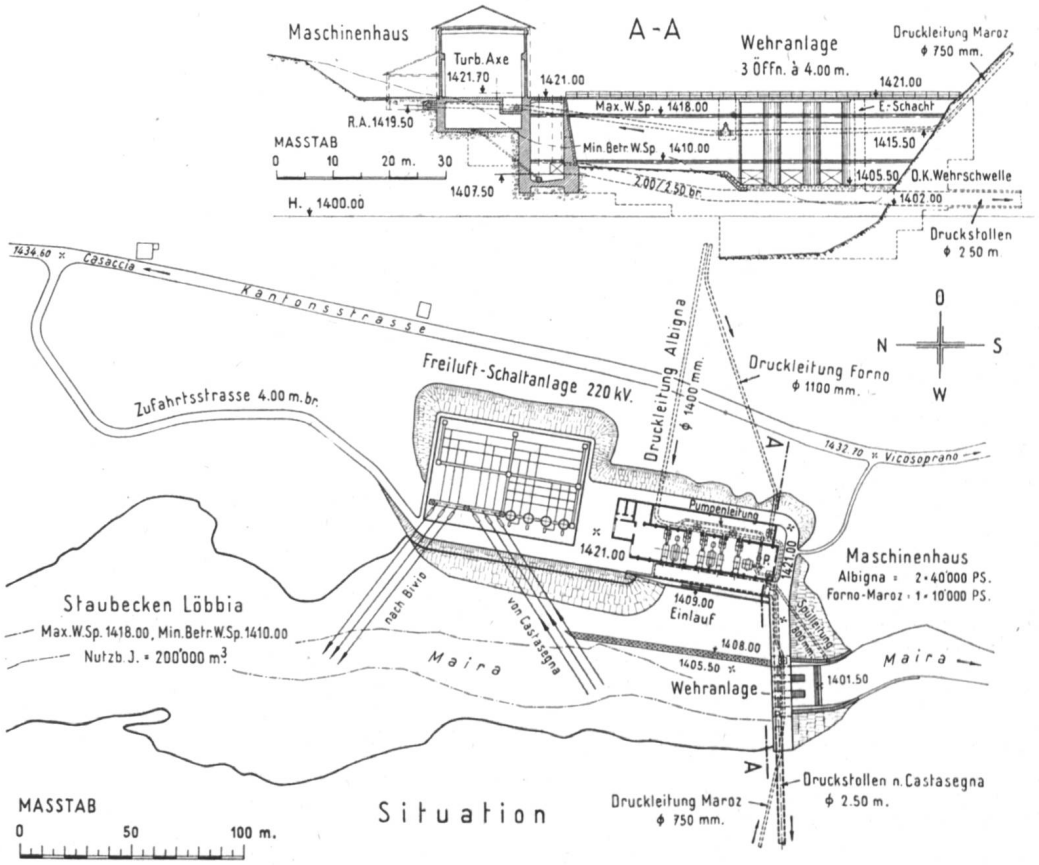


Abb. 13
Zentrale und Stauwehr Löbbia, Lageplan und Schnitte

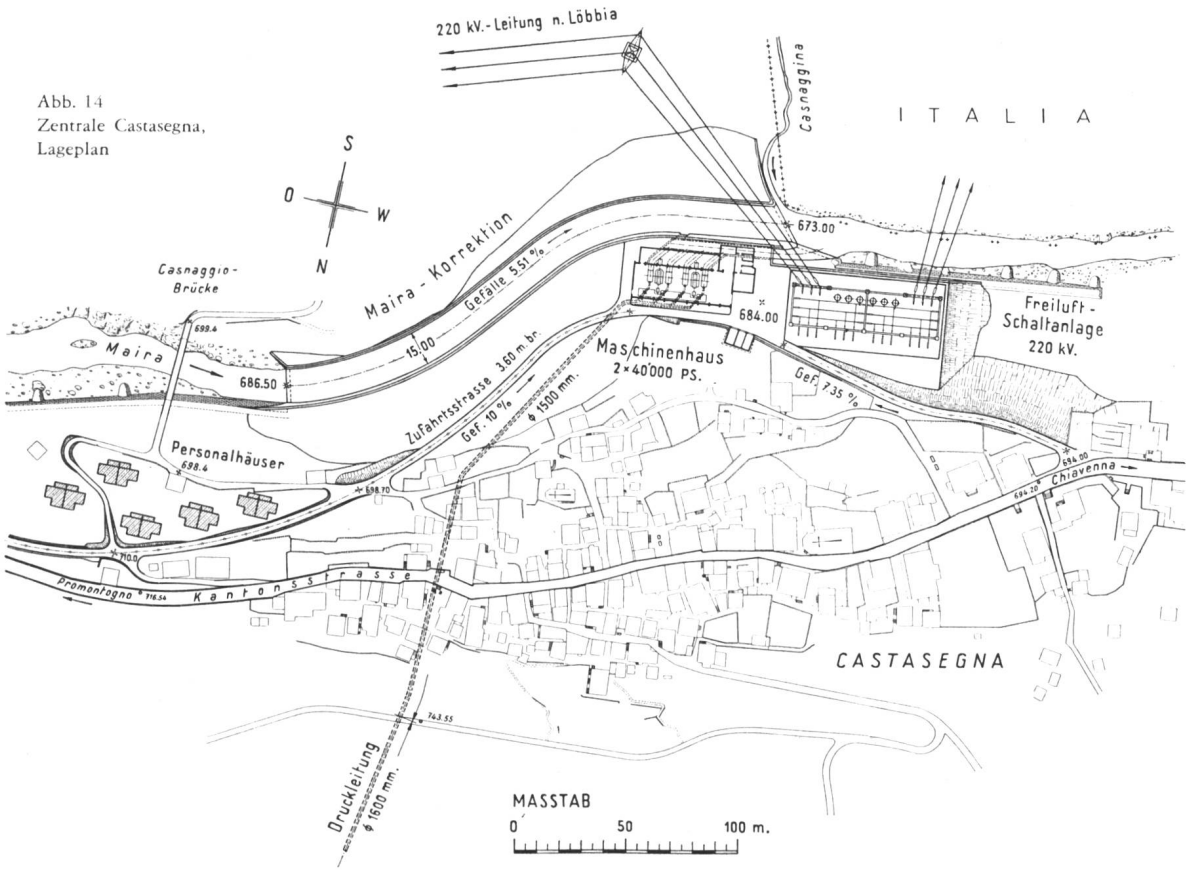


Abb. 14
Zentrale Castasegna, Lageplan

weist das Becken einen nutzbaren Inhalt von rund 200 000 m³ auf, der es, besonders im Winterhalbjahr, ermöglicht, Tagesspitzenenergie zu erzeugen und das Kraftwerk Castasegna von den Betriebsverhältnissen der Zentrale Löbbia weitgehend unabhängig zu machen. Die überstaute Fläche ist zum Teil Wiesland, zum Teil ertragsloses Bachgebiet und Gemeindeland.

Druckstollen, Wasserschloß, Druckschacht und Druckleitung Löbbia—Castasegna.

Der 11,3 km lange Druckstollen wird durch die Stollenfenster Vicosoprano (km 3,8) und Promontogno (km 8,4) in drei Abschnitte von 3,8, 4,6 und 2,9 km Länge unterteilt, von denen jeder beidseitig in Angriff genommen werden kann. Die geologischen Gegebenheiten haben weitgehend die Lage der Stollenfenster und die Linienführung des Hauptstollens bestimmt.

Das Normalprofil weist einen Kreisquerschnitt von 2,5 m lichtem Durchmesser in den mit Beton verkleidedeten Abschnitten und etwas mehr in unverkleideten Felsstrecken auf.

Die schiefe Länge von Druckschacht und Druckleitung vom oberen Schachtende bis zur Zentrale Castasegna mißt etwa 1800 m. Hiervon werden die oberen 1300 m als gepanzerter Druckschacht mit 2100/1900 mm lichtem Durchmesser im Berginnern angeordnet. Etwa auf Kote 750 tritt der Druckschacht aus dem Fels aus und findet seine Fortsetzung in der rund 500 m langen Druckleitung von 1700/1500 mm Durchmesser, welche, in offener Baugrube erstellt, im Boden verlegt und einbetoniert ist. Auf Kote 1040 führt ein Betonfenster zum Druckschacht. Die Apparatenkammer enthält eine Drosselklappe mit den zugehörigen Apparaturen für automatisches Schließen und für elektrische Fernbetätigung vom Maschinenhaus her.

Zentrale Castasegna (Abb. 14).

Der Standort des Maschinenhauses wurde am rechten Mairaufer so weit flußaufwärts gewählt, daß das Betriebswasser aus den Turbinen-Ausläufen oberhalb der Casnaggina-Mündung, also zwischen beidseitig schweizerischen Ufern, der Maira zurückgegeben wird. Um der Anlage Sicherheit gegen ein Überfluten auch durch außergewöhnliche Hochwasser der Maira zu verleihen, liegt der Boden des Maschinensaales auf Kote 684, das heißt mehr als 10 m höher als die Flußsohle.

Die Zentrale Castasegna wird mit zwei gleichen horizontalaxigen Maschinengruppen ausgerüstet, von denen jede aus zwei Peltonturbinen von je 22 000 PS Maximalleistung und dazwischen angeordnetem Generator von 35 000 kVA mit Drehzahl 500 besteht. Da das Gefälle der Stufe Löbbia—Castasegna nahezu demjenigen der Stufe Albigna—Löbbia entspricht und auch die Leistungen nur wenig voneinander abweichen, werden die zwei

Abb. 15 Castasegna, Standort der Zentrale, flußabwärts gesehen (Photo E. Brügger, ETH)

Maschinengruppen der Zentrale Castasegna genau gleich konstruiert wie die Gruppen 1 und 2 der Zentrale Löbbia. Diese Vereinheitlichung bietet Vorteile beim Bau, im Betrieb und bei späteren Revisionen der Maschinen. Die Schluckfähigkeit der eindüsigen Turbinen beträgt je rund 2,5 m^3/s. Jede der vier Turbinenzuleitungen ist durch einen Kugelschieber abschließbar. Aus den Turbinenwannen gelangt das Wasser durch vier einzelne Ausläufe in den zwischen Maschinenhaus und Ufermauer angeordneten geschlossenen Unterwasserkanal, der westlich des Dienstgebäudes nur wenig über dem Flußbett in die Maira einmündet.

Korrektion der Maira in Castasegna.

Wie bereits dargelegt wurde, bietet die Placierung der Zenrale Castasegna einige Schwierigkeiten, da die Hochwasser und die damit verbundene große Geschiebeführung der Maira zu einer Verwilderung des Flußlaufes geführt haben, wie sie in diesem Ausmaße nur selten an einem andern Flusse angetroffen wird. Es gilt, durch umfangreiche Verbauungen die Maira in ein Bett zu zwingen, dessen Ufer sie auch bei außergewöhnlichen Abflußmengen und Geschiebetransporten nicht mehr überfluten soll. (Abb. 15.)

8. Bauprogramm und Kostenübersicht

Es ist beabsichtigt, im Jahre 1955 mit den Bauarbeiten zu beginnen und diese so zu fördern, daß im Winter 1959/60 erstmals Speicherwasser aus einem Teilstau der Albigna verarbeitet werden kann. Die Betonierung der Staumauer wird in die Jahre 1957 bis 1960 fallen.

Die gesamten Anlagekosten sind auf 175 Mio Fr. veranschlagt. Es sind dies rund Fr. 0.40 pro Jahres-kWh bei einem Verhältnis von 54% Winter- zu 46% Sommerenergie. Dazu kommen noch Ausgaben im Betrag von 3—4 Mio Fr. für die rund 25 km lange Leitung 225 kV von Löbbia via Septimerpaß über Bivio bis zur Freiluftschaltanlage des Juliawerkes Marmorera in Tinzen.

Die Kosten der Anlagen im Bergell gliedern sich im wesentlichen wie folgt:

Stufe Albigna—Löbbia	63%	
Stufe Forno—Löbbia	7%	
Stufe Maroz—Löbbia	4%	
Albignawerk Löbbia zusammen		74%
Mairawerk Castasegna		26%
		100%

Die Gestehungskosten der in den Bergeller Kraftwerken erzeugten elektrischen Energie werden im Jahresmittel, loco Löbbia gerechnet, zwischen 2,5 und 2,7 Rappen pro kWh liegen.