

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 67 (1949)
Heft: 40

Artikel: Das Kraftwerkprojekt Marmorera-Tinzen: Auszug aus der Weisung des Zürcher Stadtrates an den Gemeinderat
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-84141>

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: 21.02.2026

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

Das Kraftwerkprojekt Marmorera-Tinzen

Auszug aus der Weisung des Zürcher Stadtrates an den Gemeinderat

A. Der Energiebedarf

Während der Zeit des zweiten Weltkrieges stieg der Energiebedarf in der Schweiz vor allem wegen des Mangels an ausländischen festen und flüssigen Brennstoffen gewaltig. Während in den acht Vorkriegsjahren die schweizerische Verbrauchszunahme durchschnittlich 148 Millionen kWh betrug, erreichte sie im Durchschnitt der letzten neun Jahre fast das Dreifache, nämlich 424 Millionen kWh. Durch den Bau einer grossen Zahl neuer Kraftwerke und durch die Einschränkung des Energieexportes gelang es, der schweizerischen Allgemeinversorgung, die 1938/39 4 Milliarden kWh beanspruchte, im Jahre 1947/48 rund 8 Milliarden kWh zur Verfügung zu stellen. In trockenen Jahren fehlt aber jede Reserve, und besonders in den Wintermonaten besteht ein ausgesprochener Mangel an speicherbarer Winterenergie, was fast jährlich zu einschneidenden Verbrauchseinschränkungen führte. Zur Beseitigung des Energiemangels in trockenen Wintern und zur Deckung der künftigen normalen Bedarfssteigerung ist vor allem der Bau von Akkumulierwerken dringlich.

In der Stadt Zürich stieg der Umsatz des Elektrizitätswerkes von 382 Millionen kWh im Geschäftsjahre 1938/39 auf 670,5 Millionen kWh im Geschäftsjahr 1947/48. Im Geschäftsjahr 1945/46, das sich durch eine besonders günstige Wasserführung auszeichnete, weshalb praktisch keine Einschränkungen verfügt werden mussten, betrug der Gesamtumsatz 717,7 Millionen kWh. Er wäre in den beiden letzten Jahren noch wesentlich höher gewesen, wenn die benötigte Energie zur Verfügung gestanden hätte.

Über die Bedarfsdeckung in den Winterhalbjahren, auf die es in erster Linie ankommt, orientiert die nachfolgende Tabelle:

Tabelle 1. Entwicklung der Bedarfsdeckung in den Winterhalbjahren durch das EWZ

Winter	Eigenproduktion + Bezüge aus Beteiligungen Mio kWh	Fremd- strom-Bezug Mio kWh	Gesamt- abgabe Mio kWh
1917/18	46	9	55
1927/28	115	15	130
1937/38	137	29	166
1939/40	196	20	216
1941/42	166	36	202
1943/44	206	49	255
1945/46	242	114	356
1947/48	220	84	304

Heute wird der Bedarf der Stadt an Winterenergie, einschliesslich der Versorgung in den Konsumgebieten der bündnerischen Konzessionsgemeinden und der Deckung der Uebertragungs- und Umformungsverluste, auf 380 Millionen kWh geschätzt. Er ist bei mittlerer Wasserführung wie folgt gedeckt:

Die eigenen Kraftwerke (Letten, Albulawerk, Heidseewerk und Limmatwerk Wettingen) erzeugen 130 Millionen kWh; aus Kraftwerken, an denen die Stadt beteiligt ist (A.-G. Kraftwerk Wäggital und A.-G. Kraftwerke Oberhasli), stehen

107 Millionen kWh zur Verfügung. Nächsten Winter kommen aus dem neuen Juliakraftwerk Tiefenkastel 40 Millionen kWh hinzu. Damit ergibt sich eine Eigenproduktion von 277 Millionen kWh, so dass ein Rest von über 100 Millionen kWh durch Fremdstrombezüge, das heisst durch Energieankäufe bei andern Werken, gedeckt werden muss. Als vertraglich gebundene Lieferanten stehen der Stadt zur Verfügung: Die Gesellschaft Montecatini Mailand (Resiawerke) mit 50 Millionen kWh, die Gesellschaft Terni Rom mit 40 Millionen kWh und die Kraftwerke Brusio A.-G. mit 20 Millionen kWh. Dazu erhält das Elektrizitätswerk kleinere Lieferungen von etwa 10 Millionen kWh. Falls normale Wasserzuflüsse vorhanden sind und die Energielieferungen aus Italien voll erfolgen, ist der Bedarf der Stadt im nächsten Winter gedeckt. Die Verträge über die italienischen Fremdstromlieferungen sind jedoch zeitlich beschränkt. Die Lieferpflicht der Gesellschaft Montecatini läuft nach 8 Jahren und diejenige der Gesellschaft Terni schon nach 4 Jahren ab. Von Anfang an waren diese Lieferungsverträge nur zur Ueberbrückung der Notlage bis zur Inbetriebsetzung neuer eigener Werke gedacht.

Aus den langen und umfangreichen Bemühungen um die Beschaffung neuer Energiequellen kann heute folgendes abschliessend festgehalten werden:

a) Die Verwirklichung der baureifen Projekte für die grossen Gemeinschaftswerke Hinterrhein und Greina-Blenio hat sich vorläufig als unmöglich erwiesen. An beiden Konsortien ist die Stadt neben der Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G., der Bernische Kraftwerke A.-G., der Aare-Tessin A.-G. für Elektrizität, der Rhätische Werke A.-G. und dem Elektrizitätswerk der Stadt Basel beteiligt; die zürcherische Beteiligungsquote beträgt beim Konsortium Kraftwerke Hinterrhein 25 % und beim Konsortium Greina-Blenio 17 %.

Gegenwärtig laufen die Verhandlungen über die Erteilung der Konzessionen für die Kraftwerke Hinterrhein mit Stausee im italienischen Valle di Lei. Über den Zeitpunkt der Inangriffnahme dieses günstigen Bauprojektes kann gegenwärtig noch nichts gesagt werden.

b) Sehr erfreulich entwickeln sich die Arbeiten für den Ausbau der Produktionsanlagen der Kraftwerke Oberhasli A.-G., an welcher Gesellschaft die Stadt Zürich zu einem Sechstel beteiligt ist. Weitere Anteile besitzen die Bernischen Kraftwerke A.-G. (drei Sechstel), die Stadt Bern (ein Sechstel) und die Stadt Basel (ein Sechstel).

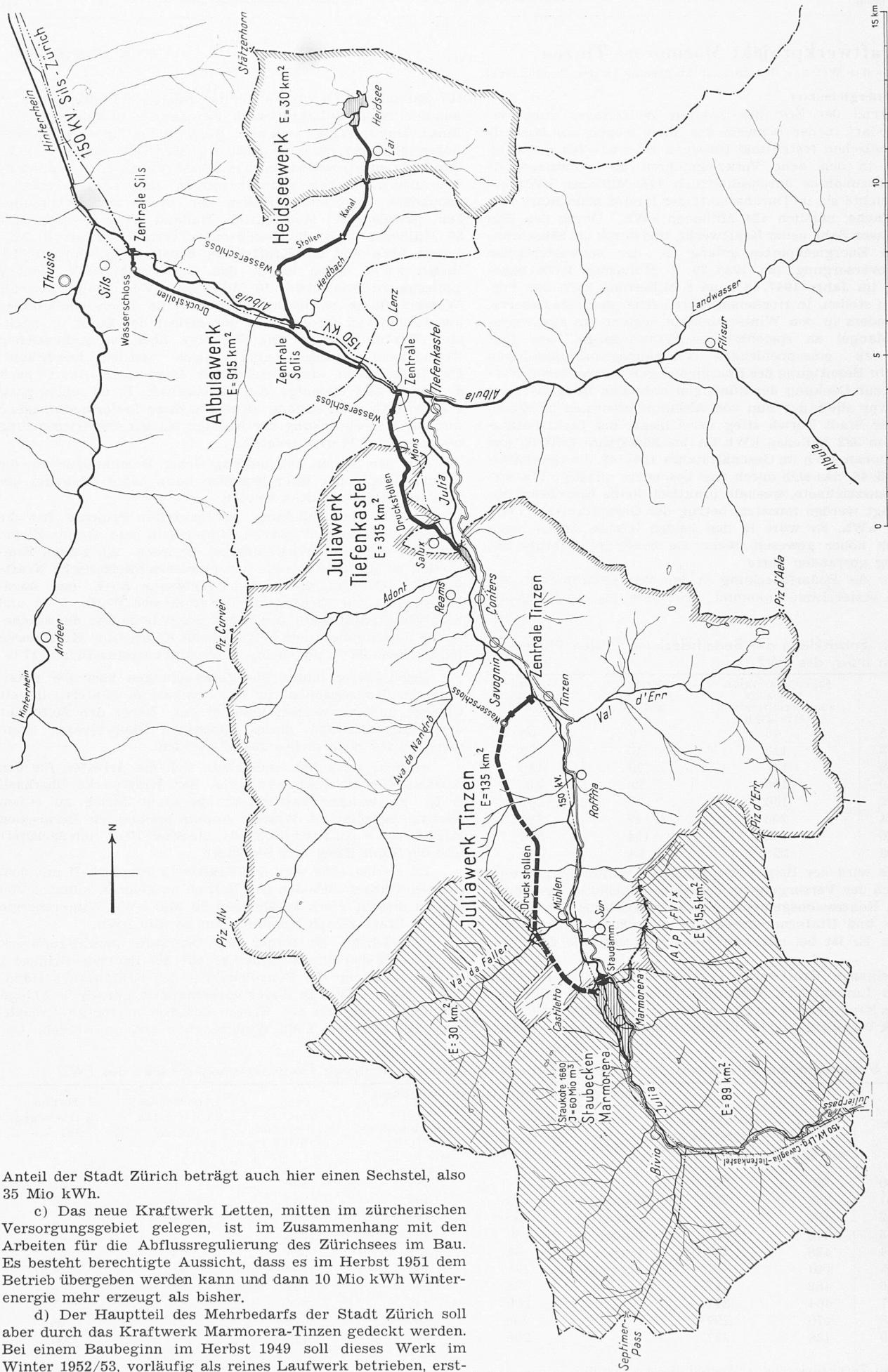
Im Herbst 1950 wird das Kraftwerk Handeck II mit dem Stausee Räterichsboden den Betrieb aufnehmen können. Von den in diesem Werk anfallenden 90 Mio kWh Winterenergie hat die Stadt Zürich Anspruch auf 15 Mio kWh.

Beabsichtigt ist ferner, als Oberstufe zum Kraftwerk Handeck II den Stausee Oberaar mit der Zentrale Grimsel I im Anschluss an die Bauvollendung des Kraftwerkes Handeck II zu erstellen. In dieser wirtschaftlich günstigen Anlage könnten, vorwiegend auf Kosten der Sommerenergie-Produktion, 220 Millionen kWh Winterenergie erzeugt werden. Der

Tabelle 2. Voraussichtliche Entwicklung des Winterenergiebedarfs und der verfügbaren Produktionsmöglichkeiten des EWZ

Winter	Bedarf Mio kWh	Verfügbare Produktionsmöglichkeit				Uberschuss in normalen Jahren Mio kWh	Manko in trockenen Jahren Mio kWh
		Best. Werke + Fremdenergie Mio kWh	aus neuen Werken Werk	Menge Mio kWh	Total in normalen Wintern Mio kWh	Total in trockenen Wintern Mio kWh	
1949/50	380	387		—	387	329	7
1950/51	392	387	Handeck II	15	402	342	10
1951/52	404	387	Letten	25	412	350	8
1952/53	416	387	Tinzen	50	437	372	21
1953/54	428	347 ¹⁾	Tinzen	85	432 ¹⁾	367	4
1954/55	440	347	Oberaar	175	522	444	82
1955/56	452	347		185	532	452	80
1956/57	464	347		200	547	465	83
1957/58	476	297 ²⁾		200	497 ²⁾	422	21
1958/59	488	297		200	497	422	9

¹⁾ Wegfall Terni-Lieferung ²⁾ Wegfall Resia-Lieferung ³⁾ Uberschuss

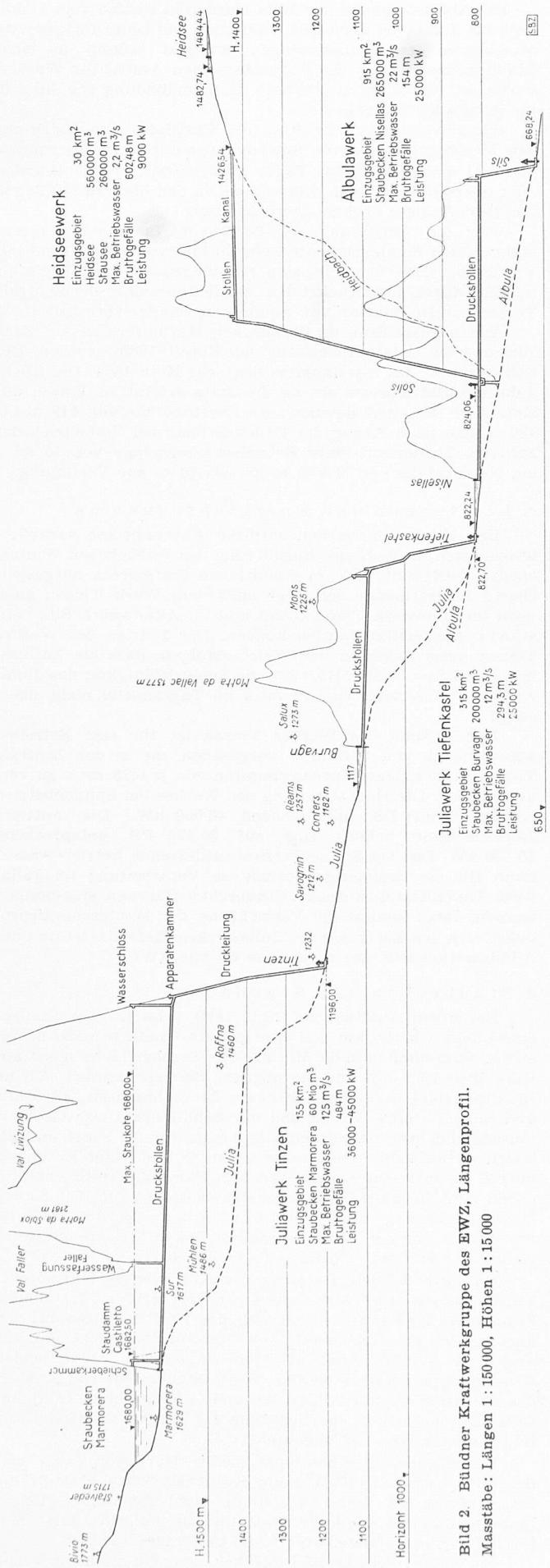


Anteil der Stadt Zürich beträgt auch hier einen Sechstel, also 35 Mio kWh.

c) Das neue Kraftwerk Letten, mitten im zürcherischen Versorgungsgebiet gelegen, ist im Zusammenhang mit den Arbeiten für die Abflussregulierung des Zürichsees im Bau. Es besteht berechtigte Aussicht, dass es im Herbst 1951 dem Betrieb übergeben werden kann und dann 10 Mio kWh Winterenergie mehr erzeugt als bisher.

d) Der Hauptteil des Mehrbedarfs der Stadt Zürich soll aber durch das Kraftwerk Marmorera-Tinzen gedeckt werden. Bei einem Baubeginn im Herbst 1949 soll dieses Werk im Winter 1952/53, vorläufig als reines Laufwerk betrieben, erst-

Bild 1. Die Bündner Kraftwerkgruppe des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich. Lageplan, Maßstab 1:150 000



mals 25 Millionen kWh liefern können. Im Winter 1950/54, bei einem teilweisen Aufstau des Sees, stünden weitere 35 Millionen kWh, zusammen als 60 Millionen kWh, zur Verfügung und im Winter 1954/55 nicht nur die gesamte im Kraftwerk Tinzen erzeugte Energiemenge, sondern auch die Mehrproduktion in den Kraftwerken Julia-Tiefenkastel und Albula-Sils aus dem Speicherwasser von Marmorera, zusammen 140 Millionen kWh.

Wie bereits gesagt, muss nicht nur dafür gesorgt werden, dass in Jahren mit normaler Wasserführung, sondern auch in wasserarmen Wintern wenigstens der Normalbedarf voll gedeckt werden kann. Vornehmste Pflicht eines jeden Elektrizitätswerkes, besonders eines kommunalen, ist es, eine durch einen allfälligen Energiemangel in Industrie und Gewerbe verursachte Arbeitslosigkeit zu vermeiden. Deshalb ist es nötig, für wasserarme Jahre eine ausreichende Reserve zu schaffen.

Tabelle 2 (S. 565) zeigt die Auswirkung der eigenen Kraftwerkbaute (einschl. Marmorera-Tinzen) und derjenigen der Kraftwerke Oberhasli A.-G. auf die Disponibilitäten der Stadt Zürich in normalen und trockenen Wintern.

In Jahren mit mittlerer Wasserführung besteht bei Erfüllung aller Verpflichtungen durch die Fremdenergiefreieranten bis zum Geschäftsjahre 1953/54 ein praktisch ausgewogener Energievoranschlag, das heißt kein Fehlbetrag mehr. In trockenen Wintern kann sich aber ein solcher in der Größenordnung von 50 bis 60 Mio kWh ergeben. Ab 1954/55 besteht für drei Jahre, das heißt bis zum Ablauf des Lieferungsvertrages mit der Gesellschaft Montecatini wegen dannzumal vorhandener Vollproduktion des Kraftwerkes Marmorera-Tinzen und der neuen Anlagen der Kraftwerke Oberhasli in normalen Jahren ein vorübergehender Energieüberschuss von etwa 80 Millionen kWh, dagegen ein ausgeglichener Energievoranschlag für trockene Winter. Ab 1957/58 verschwindet der Überschuss in normalen Jahren bereits und es zeigen sich in trockenen Wintern wieder Fehlbeträge in der Höhe von rund 60 Millionen kWh.

Um auch in trockenen Wintern gesichert zu sein, gedenkt sich die Stadt am Ausbau der Maggia-Wasserkräfte zu beteiligen. Sie ist bereits Mitglied des Konsortiums, das über ein baureiches Projekt, die nötigen Konzessionen und bauwillige Partner verfügt. Wenn, wie vorgesehen, der Bau der ersten Etappe im Herbst 1949 in Angriff genommen werden kann, steht der Stadt bei einer Beteiligungsquote von 10 % schon im Winter 1952/53 eine bescheidene Energiemenge zur Verfügung, die sich mit dem Baufortschritt der Staumauer Sambuco bis im Winter 1954/55 auf rund 40 Millionen kWh erhöht.

Mit der Beteiligung an den Kraftwerken Maggia ist der Bedarf der Stadt Zürich an elektrischer Energie für die nächsten zehn Jahre annähernd gedeckt, wenn nicht ungewöhnliche Verhältnisse zu einer rascheren Entwicklung führen, als den Schätzungen zu Grunde gelegt ist.

B. Vorstudien und Konzessionserwerb

Seit dem Jahre 1946 untersuchte das Büro für Wasserkraftanlagen der Verwaltung der Industriellen Betriebe der Stadt Zürich eine Reihe von Staumöglichkeiten im Oberhalbstein. Aus den umfangreichen und mit einem beträchtlichen Kostenaufwand durchgeführten Untersuchungen ergab sich als günstigste Lösung die Erstellung eines Stautes im Talboden von Marmorera mit Druckleitung bis oberhalb Tinzen und Anlage des Maschinenhauses bei Tinzen.

Nachdem eine erste Fühlungnahme mit den Gemeindebehörden von Marmorera zeigte, dass in bezug auf die Erteilung einer Stautekonzession keine grundsätzliche Gegnerschaft vorhanden war, wurde im Herbst 1947 mit den geologischen Untersuchungen begonnen und diese über den ganzen Sommer 1948 und 1949 fortgesetzt. Die sehr eingehenden Sondierungen zeigten ein günstiges Ergebnis.

Gleichzeitig musste die privatrechtliche Abfindung der Grundeigentümer und die Frage der Umsiedlung der Dorfbewohner geregelt werden. In Verhandlungen vom Herbst 1947 bis im Spätsommer 1948 war es möglich, unter sichernden Bedingungen für den Fall des Nichtzustandekommens des Kraftwerkes Marmorera-Tinzen über fast den gesamten Grundbesitz der ortsansässigen Bevölkerung und damit beinahe aller Stimmberechtigter Kaufverträge abzuschließen. Von den rund 20 ortsansässigen Familien sind nur ungefähr 10 bis 12 auf neuen bäuerlichen Liegenschaften anzusiedeln. Zwei bis drei davon werden in der Gemeinde verbleiben und das ver-

bleibende Restland bewirtschaften. Einige ältere Frauen wollen sich zur Ruhe setzen, und den übrigen Umzusiedelnden wird die Stadt bei der Beschaffung anderer landwirtschaftlicher Heimwesen aus den vereinbarten Kaufpreisen für den abzutretenden Grund und Boden mit Rat und Tat beistehen. Einige Wohnhäuser und Grundstücke gehören im Ausland niedergelassenen Eigentümern oder Erbengemeinschaften und werden lediglich als Feriensitze benutzt. In den vereinbarten Entschädigungen an die Privaten sind auch sämtliche Inkovenienzen für die Aufgabe des Dorfes und die Umsiedlung enthalten. Die Gesamtentschädigungen sind für Bergverhältnisse hoch, aber vertretbar; das eingeschlagene Verfahren wurde durch die nachherige Erteilung der Staueseekonzession gerechtfertigt.

Am 17. Oktober 1948 erteilte die Gemeindeversammlung von Marmorera mit 24 gegen 2 Stimmen die nachgesuchte Wasserrechtsverleihung. Die Konzessionen der Gemeinden Sur, Mühlen, Roffna und Tinzen wurden einstimmig bis im Februar 1949 erteilt. Der Kleine Rat des Kantons Graubünden genehmigte alle fünf Wasserrechtsverleihungen am 31. Mai 1949, und die grundsätzlichen Zustimmungen der in Frage kommenden eidgenössischen Aemter zur Bauausführung liegen ebenfalls vor.

C. Das Projekt

Das Projekt für den baulichen Teil (Staudamm, Stollen, Druckleitung, Maschinenhausunterbau und Wasserableitung) wurde von Oberingenieur H. Bertschi vom städtischen Büro für Wasserkraftanlagen aufgestellt. Die Planung des elektromechanischen Teils besorgte das Elektrizitätswerk. Die architektonischen Aufgaben für das Maschinenhaus und die Wohnkolonie wurden den Architekten Brüder Pfister in Zürich übertragen, die schon beim Juliawerk Tiefenkastel die gleichen Arbeiten ausführten.

Wegen der geologischen Verhältnisse an der Talabschlussstelle kommt als Abschlussbauwerk nicht eine Betonstaumauer, sondern ein geschütteter Erddamm in Frage. Es handelt sich um ein gewaltiges Bauwerk, das in dieser Grösseordnung in Europa noch nie ausgeführt wurde. Zwar stehen die Bauerfahrungen von mittleren und kleineren Erddämmen in Deutschland und in der Schweiz zur Verfügung, die Bedeutung der in Marmorera vorgesehenen Dammbaute mache jedoch eine besonders einlässliche Behandlung aller damit zusammenhängenden geologischen und bautechnischen Fragen notwendig.

Zur Abklärung aller geologischen Verhältnisse wurden Prof. Dr. R. Staub, ETH, und sein Mitarbeiter Geologe E. Weber, Maienfeld, beigezogen. Die bautechnischen, hydraulischen und erdbaumechanischen Fragen wurden Prof. Dr. E. Meyer-Peter, Direktor der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH, in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. R. Haefeli, ETH, und Ing. Dr. A. Kaech, Bern, zur Begutachtung unterbreitet. In ständiger Zusammenarbeit mit den Experten stellte das Büro für Wasserkraftanlagen umfassende Sondierprogramme an der Talabschlusstelle auf, die vom Herbst 1947 bis Sommer 1949 durchgeführt wurden. Gleichzeitig mit den Arbeiten im Gelände fanden im Erdbaulaboratorium der ETH Untersuchungen an den aus den Sondierungen entnommenen Materialproben statt.

Die Untersuchungsergebnisse sind in einer Reihe von Berichten festgehalten. Darin gelangen die Experten zum Schluss, dass das Staubecken Marmorera dicht ist, die vorgesehene Sperrstelle sich zum Bau des projektierten Staudamms eignet und der vorgesehene Damm sich mit dem an Ort und Stelle vorfindenden Baumaterial in einwandfreier Weise ausführen lässt.

a. Die Gesamtanlage

Durch die Erstellung eines Talabschlusses bei Castiletto ist der ganze Talboden von Marmorera einzustauen. Vom Stausee verläuft der 9200 m lange Druckstollen im linken Talhang bis zum Wasserschloss oberhalb Tinzen und von dort aus die Druckleitung zum Maschinenhaus westlich des Dorfes ausgangs Tinzen auf dem linken Juliaufer. Die Rückgabe des Wassers an die Julia erfolgt zwischen Tinzen und Savognin.

Zur Vergrösserung des Einzugsgebietes des Stausees Marmorera sind die Bäche von der Alp Flix in der Gemeinde Sur in den See und der Fallerbach in der Gemeinde Mühlen in den Druckstollen und durch diesen in den See zu leiten.

b. Wasserführung und Gefälle

Die Abflussmengen der Julia wurden in Roffna vom 1. Juli 1918 bis Juni 1928 gemessen. Dauernde, bis heute fortgesetzte Messungen der Abflussmengen erfolgen sodann in einer Limnigraphenstation des Eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft etwa 300 m oberhalb der Einmündung der Julia in die Albula bei Tiefenkastel.

Umgerechnet auf die Staustelle Castiletto ergibt sich aus den Messergebnissen eine mittlere ausnutzbare Wassermenge von 4,91 m³/s, die an 135 Tagen an der Sperrstelle vorhanden oder überschritten wird, während sie an den übrigen 230 Tagen aus dem Stausee ergänzt werden muss.

Für die Auffüllung des 60 Mio m³ fassenden Stausees steht in den Sommermonaten ein Zufluss von 138 Mio m³ zur Verfügung. Das überschüssige Sommerwasser ist soweit als möglich durch den Druckstollen abzuleiten und in der Zentrale Tinzen zur Produktion von Sommerenergie zu verarbeiten.

Der höchste Stau im Staubecken Marmorera ist auf Kote 1680 und die tiefste Absenkung auf Kote 1619 vorgesehen. Der Schwerpunkt des Nutzinhaltes liegt auf Kote 1654. Die Rückgabe des Betriebswassers an die Julia erfolgt in Tinzen auf Kote 1200. Es steht demnach ein Bruttogefälle von 419 m bis 480 m und nach Abzug der Druckverluste bei Vollbetrieb der Zentrale Tinzen mit einer Betriebswassermenge von 10 m³/s ein Nettogefälle von 386,70 m bis 447,70 m zur Verfügung.

c. Leistungen und Energieproduktion

Bei Akkumulierwerken wird die Ausbaugrösse normalerweise durch die zeitliche Ausnützung der verfügbaren Winterenergie bestimmt. Die im Staubecken Marmorera aufgespeicherte Wassermenge soll aber nach dem Werk Tinzen auch noch im Juliawerk Tiefenkastel und im Albulawerk Sils vollständig ausgenutzt werden können. Der Betrieb des Werkes Tinzen muss daher in der Weise erfolgen, dass die Zuflussmenge im Staubecken Burvagn die Schluckfähigkeit des Juliawerkes Tiefenkastel im Tagesmittel nicht übersteigt.

Der Ausbau des Werkes Tinzen ist für eine Betriebswassermenge von 12,5 m³/s vorgesehen, die in der Zentrale Tinzen in zwei Maschinenaggregaten von je 6,25 m³/s zu verarbeiten ist. Die Höchstleistung des Werkes bei Spitzenbetrieb beträgt 64 000 PS, entsprechend 46 000 kW. Die mittlere Jahresleistung beläuft sich auf 25 425 PS, entsprechend 18 150 kW. Das bei Spitzenbetrieb zufließende Betriebswasser kann für die nachherige verlustlose Verarbeitung im Juliawerk Tiefenkastel in dessen Staubecken Burvagn ausreguliert werden. Dazu kommt die Vermehrung der Winterenergieproduktion in den Zentralen des Juliawerkes Tiefenkastel und des Albulawerkes Sils um zusammen 60 Mio kWh.

d. Staubecken und Staudamm

Bei einem Aufstau auf Kote 1680 erreicht der Stausee eine Länge von 2,6 km und eine grösste Breite von 850 m mit einem Nutzinhalt von 60 Mio m³. Die Seeoberfläche misst auf Kote 1680 1,38 km² und die mittlere Seetiefe beträgt 43,5 m. Im Staugebiet befinden sich heute 29 Wohnhäuser, 43 Ställe und Schöpfe, eine Kirche und ein Schulhaus. Diese Gebäude müssen abgebrochen werden. Als Ersatz für die heute im Talboden verlaufende Julierstrasse ist im rechtsufrigen Berghang über Kote 1680 eine Strasse mit 6 m Fahrbahnbreite, entsprechend den Normalien der Julierstrasse, anzulegen. Die Länge der neuen Strasse beträgt 4140 m. Für die Bewirtschaftung des Waldes und der Alpen ist auf der linken Seeseite ein neuer Fahrweg von rund 1 km Länge zu bauen.

Das bedeutendste Bauwerk des Kraftwerkes Marmorera-Tinzen ist der als Talabschluss bei Castiletto zu erstellende Staudamm. Er kann auf dem östlichen Ufer der Julia auf den anstehenden Fels, auf dem linken Ufer auf den mächtigen, aus praktisch undurchlässigem Moränenmaterial bestehenden Bergrutsch aufgesetzt werden. Festgestellte Unterlagerungen des Bergrutschs mit Alluvionen und Gehängeschutt, nötigenfalls auch die höher liegenden Teile des Bergrutschkegels, sind in geeigneter Weise abzudichten.

Der Staudamm erhält eine grösste Höhe von 70 m über dem Flussbett der Julia und eine Kronenlänge von etwa 375 m. Er benötigt zu seiner Erstellung rund 2,4 Mio m³ Lehm, Moränenmaterial, Gehängeschutt und Steinblöcke. Alles Material kann in unmittelbarer Nähe gewonnen werden.

Es besteht kein Zweifel darüber, dass ein nach modernen Baumethoden sorgfältig gebauter und den Geländeverhältnis-

nissen angepasster Staudamm in bezug auf Undurchlässigkeit und Standfestigkeit einer Betonstaumauer nicht nur ebenbürtig, sondern in mancher Hinsicht überlegen ist. Für die Erstellung des Dichtungskerns steht in Cresta-Marmorera in unmittelbarer Nähe der Baustelle Moränenmaterial in genügender Menge zur Verfügung, das nach den Untersuchungen der Erdbauabteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH dichter ist als Beton. Für die Stützkörper beiderseits des Dammkerns ist ebenfalls genügend geeignetes Material in nächster Nähe vorhanden. Dem Damm und dem linksseitigen Bergrutsch, der weitgehend die Funktion eines natürlichen Dammes übernehmen kann, teilweise unterlagerte Alluvionen werden mit einem 2 m dicken Betondiphagma zwischen Felsuntergrund und bestehender Terrainoberfläche abgeschlossen.

In bezug auf die militärische Sicherheit gegen Bombardierungen ist ein Erddamm als das am wenigsten verwundbare Stauwerk zu bezeichnen. Hierüber sind sich die amerikanischen und die europäischen Fachleute einig. Prof. Dr. Otto Kirschner, Paris, machte darüber in der SBZ vom 14. und 21. Mai 1949 lehrreiche Ausführungen, und der Ingenieur des Corps of Engineers der Armee der Vereinigten Staaten, T. V. Middlebrooks, der im Sommer 1948 die Ergebnisse von Bombardierungen an Staudämmen in Europa untersuchte, kommt in einem Bericht zum Schluss, dass Erddämme ohne wesentliche Änderung der gegenwärtigen Projektierungsmethoden gegen Zerstörungen durch übliche Bombardierungen, ausgenommen Atombomben, geschützt werden können.

Die Konstruktion des Staudamms Marmorera wird allen diesen Erfordernissen Rechnung tragen. Die Kronenbreite beträgt 15 m, die Breite des Dammes auf der höchsten Wassерlinie auf Kote 1680 25,5 m, auf Kote 1678 oder dem normalen Wasserspiegel aber bereits 34 m. Nötigenfalls kann der Stausee durch Öffnen der Ueberlauf- und Grundablassorgane rasch auf Kote 1668 abgesenkt werden, wo die Dammkreise schon 82,5 m beträgt.

Genügend gross dimensionierte Ueberlaufbauwerke, der Grundablass und der Druckstollen erlauben im Falle drohender Gefahr, den vollen Stausee in 48 Stunden bis auf Kote 1668 abzusenken.

Für den Bau des Abschlussdammes muss die Julia durch das Felssubstrat auf der rechten Talseite umgeleitet werden. Das geschieht durch einen 350 m langen Kanal seeseitig des Dammes und einen 520 m langen Stollen von 4 m Durchmesser bis zur Julia unterhalb des Dammfusses. Nach Fertigstellung des Staudamms wird dieser Umleitungsstollen als Grundablass eingerichtet, der eine vollständige Entleerung des Stauseekessels ermöglicht und bei abgesenktem Stauspiegel der Regulierung des Wasserabflusses dienen kann. Möglich ist die Ableitung von 27,2 m³/s.

Zum Schutze des Dammes vor Hochwasserüberflutungen und zum Zwecke der raschen Absenkung bei betriebsfremder Gefährdung werden am rechten Seeufer, etwa 100 m oberhalb der Dammaxe, Saugüberfälle erstellt, die automatisch in Funktion treten, wenn die höchste Staukote von 1680,0 überschritten wird. Vorgesehen sind drei kleinere und drei grössere Saugüberfälle mit einer Gesamtkapazität von 100 m³/s, was der doppelten zu erwartenden höchsten Hochwassermenge entspricht. Für die rasche Seeabsenkung werden im Ueberlaufbauwerk noch zwei Schützen eingebaut, die zusammen die Ableitung von 99,2 m³/s Wasser ermöglichen. Sie dienen auch zur Ausregulierung des Stauspiegels zwischen den Koten 1678 und 1680, damit dieser Stauraum als Schutzraum für die Zurückbehaltung und Ausgleichung grösserer Zuflüsse in den Stausee verwendet werden kann.

Die aus einem Einzugsgebiet von 15,5 km² von der Alp Flix zu Tale fliessenden Bäche sind am unteren Rande der Alp Flix zu fassen, in einer Zementrohrleitung nach «Las Mottas» zu leiten und von dort in einem offenen Bachgerinne dem Stausee Marmorera zuzuführen.

e. Druckstollen und Druckleitung

Der Druckstollen ist im linksseitigen Berghang vorgesehen, wo die geologischen Verhältnisse eingehend abgeklärt wurden. Er weist eine Länge von 9200 m und ein Gefälle von 3 ‰ auf. Durch zwei Fensterstollen «Faller» und «Nascharegnas» wird er in drei Strecken von 2380 m, 2820 m und 4000 m unterteilt. Bei km 2,600 wird der Fallerbach von einer Fassung auf Kote 1690 in den Druckstollen eingeleitet, so dass sein Wasser in den Stausee fliessen kann.

Nach dem Stolleneinlauf auf Kote 1614 wird nach etwa 240 m im Berginnern die durch einen 67 m hohen Schacht zugängliche Schieberkammer mit einem Abschlussorgan angeordnet. Dadurch wird ermöglicht, den Druckstollen auch bei vollem Stausee für Revisionen und Reparaturen ausser Betrieb zu setzen.

Das Wasserschloss zweigt bei km 9,100 vom Druckstollen ab; es sind ein unterer, rund 120 m langer Reservoirstollen von 3 m Durchmesser, ein 90 m hoher vertikaler Schacht von 4 m Durchmesser und eine obere Reservoirkammer von 500 m³ vorgesehen.

Die nach der Abzweigung des Wasserschlusses im Druckstollen beginnende Druckleitung verläuft vorerst als 1900 mm weite Rohrleitung auf 150 m unterirdisch bis zu der ebenfalls unterirdisch angelegten Apparatekammer. Die Apparatekammer enthält die nötigen Abschlussorgane. Von ihr aus verläuft die Druckleitung senkrecht zum Talhang bis zu dem an der Julia bei Tinzen gelegenen Maschinenshaus. Die rund 1060 m lange Rohrleitung weist Durchmesser zwischen 1900 und 1500 mm auf und wird in den Boden verlegt und einbetoniert.

f. Maschinenshaus

Das Maschinenshaus kommt westlich des Dorfes Tinzen auf das linke Ufer der Julia zu liegen. Die Anlage ist in drei Teile gegliedert, den Maschinensaal, das Dienstgebäude und die Freiluftanlage.

Die beiden horizontalachsigen Peltonturbinen werden für nachstehende Konstruktionsdaten gebaut:

Nettogefälle	380 m bis 436 m
Wassermenge	5,8—6,3 m ³ /s
Drehzahl	333 1/3 U/min

Mit diesen Turbinen sind direkt gekuppelt zwei Drehstrom-Synchron-Generatoren in geschlossener Bauart mit angebautem Erreger für je eine Scheinleistung von 26 000 kVA, eine Wirkleistung von 23 000 kW; Spannung 11 kV.

Der Maschinensaal wird von einem elektrischen Laufkran von 70 t Tragkraft überspannt, der der Montage und Demontage der Maschinengruppen dient und mit dem auch die Transformatoren ausgezogen werden können.

Das Dienstgebäude schliesst unmittelbar an den Maschinensaal an. Es enthält als wichtigste Räume die Kommandostelle und die Werkstätte. Ferner sind alle für eine derartige Kraftwerkseinrichtung nötigen Nebenräume für Personal, Eigenbedarf usw. vorgesehen. Im Dienstgebäude ist auch die 11-kV-Schaltanlage untergebracht.

Die 150 KV-Freiluftanlage ist südlich des Maschinenhauses geplant. Sie beansprucht eine Grundfläche von 3000 m² und enthält zwei Felder für die beiden mit den Generatoren direkt gekuppelten 26 000-kVA-Transformatoren, ferner zwei Leitungsfelder für die beiden Leitungen Richtung Tiefenkastel und zwei Felder für die Leitung aus dem Engadin/Puschlav und eine zukünftige Leitung aus dem Bergell, sodann eine Sammelschiene.

Die von Cavaglia herkommende 150 kV-Leitung der Kraftwerke Brusio wird in die Schaltanlage eingeführt und auf das zur Hälfte im Miteigentum der Stadt Zürich stehende Gestänge dieser Julierleitung ein zweiter Leitungstrang für den Abtransport der Energie aus der Zentrale Tinzen aufgelegt.

Für die Zufuhr des Baumaterials und der Maschinen und als dauernde Zufahrt muss von der Julierstrasse aus eine Strasse zum Maschinenshaus erstellt werden. Sie erhält eine Länge von 535 m, eine Fahrbahnbreite von 3,5 m und ein grösstes Gefälle von etwa 8 %. Die Julia wird mittels einer Eisenbetonbrücke von 20 m Spannweite und 4 m Fahrbahnbreite überbrückt.

Der normale Betrieb des Kraftwerkes erfordert vier Maschinisten und vier Schichtführer. Für dieses Personal sind möglichst nahe beim Maschinenshaus acht Einfamilienhäuser nötig. Sie sollen in gleicher Bauart erstellt werden wie beim Juliawerk Tiefenkastel und sind am Eingang des Dorfes Tinzen an der Julierstrasse vorgesehen. In Marmorera ist in der Nähe des Staudamms ein Haus für die dort stationierten Wärter vorgesehen.

D. Kostenvoranschlag und Energiegestehungskosten

Der nachfolgende Kostenvoranschlag beruht auf den im Juni 1949 geltenden Arbeitslöhnen und Materialpreisen, auf Preiskalkulationen mit Bauunternehmungen und auf Angeboten von Maschinenfabriken.

	Mio Fr.
Landerwerb und Entschädigungen	5,60
Vorarbeiten, Kraftversorgung der Baustellen	1,82
Bauliche Arbeiten im Staubecken	4,20
Abschlussbauwerk Castiletto	28,62
Druckstollen mit Zuleitungen und Wasserschloss	15,87
Druckleitung	3,93
Maschinenhaus und Schaltanlage:	
1. Baulicher Teil	2,08
2. Maschineller und elektrischer Teil	7,98
Kraftleitung 150 kV Tinzen-Tiefenkastel	0,23
Zufahrtsstrasse, Wohnhäuser	0,76
Allgemeine Bauunkosten	7,09
Unvorhergesehenes, speziell für Abdichtungsmassnahmen	6,82
Baukosten zusammen	85,00

Der Betrieb des Juliawerkes Tinzen erfolgt gemeinsam mit dem Juliawerk Tiefenkastel, dem Heidseewerk und dem Albulawerk durch die Betriebsleitung in Sils. Von den gesamten Anlagekosten entfallen rund 33,6 % auf den Staudamm Castiletto, der nur geringe Unterhaltskosten erfordert wird. Unter diesen günstigen Verhältnissen dürften die Jahrestkosten des Werkes Tinzen nicht mehr als 7 % der Anlagekosten, also 5,95 Mio Fr. betragen.

Mit der im Staubecken Marmorera aufgespeicherten Wassermenge von 60 Mio m³ können im Juliawerk Tiefenkastel und im Albulawerk Sils mit den bereits vorhandenen Anlagen zusätzlich weitere 60 Mio kWh Winterenergie produziert werden. Der Zuwachs an Produktionsmöglichkeiten beträgt bei mittlerer Wasserführung somit:

	Sommer Mio kWh	Winter Mio kWh
Tinzen	71	85
Tiefenkastel und Albula		60
Total	71	145

Die mittlere Sommerproduktion des Werkes Tinzen ist kleiner als die Winterproduktion. Sämtliches dafür ausgenützte Betriebswasser wird dem Staubecken entnommen und kann daher nach Bedarf in den Turbinen verarbeitet werden. Es handelt sich deshalb um hochwertige, dem Konsum angepasste Sommerenergie, welche mit 1,5 Rp./kWh bewertet werden kann. Damit ergeben sich bei Vollausnutzung die Gestehungskosten ab Kraftwerk für die Winterenergie zu 3,36 Rp./kWh.

E. Bauprogramm

Das Bauprojekt ist bereits weitgehend für die Bauausführung vorbereitet. Die geologischen und bautechnischen Fragen sind weitgehend abgeklärt und die Verhandlungen über den Landerwerb zur Hauptsache erledigt. Wenn irgend möglich sollen noch im Herbst 1949 der Umleitungsstollen, der Druckstollen und die bereits im Detail projektierte Verlegung der Julierstrasse in Angriff genommen werden. Gleichzeitig ist mit der Installation der übrigen Hauptbaustellen zu beginnen, so dass ab Frühjahr 1950 der volle Baubetrieb eingesetzt kann.

Die Bauzeit wird voraussichtlich 4 bis 5 Jahre betragen. Sie wird durch die Vollendung des Staudamms Castiletto bestimmt. Es ist indessen zu erwarten, dass bereits ab Herbst 1952 die Zentrale Tinzen als reines Laufwerk und ab Herbst 1953 bei einem teilweisen Aufstau des Sees betrieben werden kann.

F. Schlusswort und Ausblick

Das Projekt Marmorera/Tinzen ist berufen, den starken Winterenergiemangel des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich wesentlich zu mildern und zusammen mit den Bauten bei den Kraftwerken Oberhasli und an der Maggia den städtischen Energiebedarf für die nächsten 10 Jahre sicherzustellen. Durch seinen Bau wird die Werkgruppe Graubünden des Elektrizitätswerkes in gradezu idealer Weise vervollkommen. Die in einer Betriebseinheit stehenden Werke Tinzen, Tiefenkastel, Heidsee und Sils können das Wasserregime an der Julia und der Albula den Bedürfnissen des städtischen Konsums anpassen. Die durch den Bau des Kraftwerkes Marmorera-Tinzen anfallende Winterenergie ist zu rund 115 Mio kWh reine Speicherenergie, mit der auch in sehr trockenen Jahren gerechnet werden kann, weil der Wasserzufluss zum Stausee Marmorera bedeutend grösser ist als dessen Nutzinhalt. In einem trockenen Jahr würde nur die Sommerproduktion und die aus den Winterzuflüssen mögliche Winterproduktion

etwas kleiner, wobei es sich bei der Winterproduktion um eine Verminderung von nur 5 bis 10 Mio kWh handeln könnte.

Die Produktionsmöglichkeit der Werkgruppe Graubünden beträgt nach der Erstellung des Kraftwerkes Marmorera-Tinzen:

Kraftwerk	Nettogefälle m	Produktion	
		Sommer 6 Monate Mio kWh	Winter 6 Monate Mio kWh
Tinzen	435	71	85
Tiefenkastel	275	93	47 + 40
Albula (Sils)	137	109	63 + 20
Heidsee (Solis)	576	21	8
		294	263

Ebenfalls im Sinne einer Angleichung der Winterproduktion an die Sommerproduktion wirken die Werkbauten der Gesellschaften, an denen die Stadt beteiligt ist. Während Handeck II der Kraftwerke Oberhasli mit insgesamt 90 Mio kWh Winter- und 150 Mio kWh Sommerenergie (Beteiligung der Stadt ein Sechstel davon) noch einen bedeutenden Sommerüberschuss ergibt, gewinnt dieses Kraftwerk ausserordentlich durch das oberhalb liegende Kraftwerk Grimsel I mit Oberaarsee, weil das Wasser des Oberaarsees — ähnlich wie beim Juliawerk Marmorera-Tinzen — noch in den weiter unten liegenden Zentralen Handeck II und Innertkirchen ausgenützt werden kann. Mit der Ergänzung Oberaare erhalten die Kraftwerke Oberhasli eine Mehrproduktion an Winterenergie von 220 Mio kWh, während sich die Sommerproduktion um 190 Mio kWh verringern wird. Die erste Etappe der Maggia-Werke wird der Stadt Zürich 50 Mio kWh Sommer- und 40 Mio kWh Winterenergie bringen. In den Werken der zweiten Bauetappe wird jedoch ausschliesslich Winterenergie erzeugt, so dass im Endzustand eine den Bedürfnissen der Landesversorgung angepasste Verteilung zwischen Sommer- und Winterproduktion vorliegt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt den Energieanfall des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich nach dem Bau des Kraftwerkes Marmorera-Tinzen, dem vollendeten Ausbau der Kraftwerke Oberhasli A.-G. und der ersten Bauetappe der Maggia-Kraftwerke:

	Sommer Mio kWh	Winter Mio kWh
Bündnerwerke des Elektrizitätswerkes	294	263
Kraftwerk Wettingen	88	59
Kraftwerk Letten	14	12
Kraftwerk Wäggital		55
Kraftwerke Oberhasli A.-G.	70	108
Maggia-Werke, 1. Etappe	50	40
	516	537

Damit ist in Wintern mit normaler Wasserführung zum erstenmal der Ausgleich zwischen Sommer- und Winterproduktion hergestellt, während bis heute stets ein namhafter Winterenergiemangel durch Fremdstrombezüge zu decken war.

Wettbewerb für eine protestantische Kirche mit Kirchgemeindehaus, Pfarrhaus und städt. Kindergarten in Biel-Bözingen

DK 726.5 (494.24)

Das Wettbewerbsprogramm verlangte, dass der Kindergarten räumlich getrennt von den übrigen Bauten projektiert werde und dass das Kirchgemeindehaus oder der Kindergarten früher gebaut werden können als die Kirche. Für diese selbst waren die Grundsätze der bernischen Kirchensynode vom Jahre 1936 massgebend, die bekanntlich die Gliederung in Kirchenschiff und Chor verlangen. Allerdings hat das Programm bereits eine Abschwächung dieser Gliederung gestattet, indem es vom «sogenannten» Chor spricht und ihn als Teil des Kirchenraumes bezeichnet. Raumeshalber legt unsere Veröffentlichung das Schwergewicht auf die Darstellung der Kirchenbauten und gibt auch noch die drei angekauften Entwürfe wieder mit Rücksicht auf eine Kritik am Preisgerichtsurteil (siehe Nachschrift, Seite 576).

Aus dem Bericht des Preisgerichtes

Rechtzeitig eingelangt sind 37 Entwürfe. Die Vorprüfung wurde durchgeführt vom Städt. Hochbauamt in Biel; es wurde festgestellt, dass keines der Projekte wesentliche Programm-