

**Zeitschrift:** Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie  
**Band:** 44 (1952)  
**Heft:** 5-7

**Artikel:** Die Wasserkraftanlage der Stadt Zürich im Kanton Graubünden  
**Autor:** Bertschi, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-921777>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.10.2024

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

# Die Wasserkraftanlagen der Stadt Zürich im Kanton Graubünden

Von Oberingenieur *H. Bertschi*, Zürich

DK 621.311 (494.26)

## 1. Das Albulawerk

Das in den Jahren 1892/93 gegründete Elektrizitätswerk der Stadt Zürich hatte in den ersten Betriebsjahren hauptsächlich Energie für elektrische Beleuchtung zu beschaffen, was zunächst mit den hydraulischen und kalorischen Anlagen im Kraftwerk Letten möglich war. Bereits im Jahre 1902 war die Stadt vor folgende Fragen gestellt:

1. Ankauf des Kraftwerkes Bezau an der Aare,
2. Anschluß an das Syndikat für die Erstellung des Etzelwerkes,
3. Bau eines Kraftwerkes am Rhein bei Eglisau,
4. Bau eines Kraftwerkes an der Albula in Sils.

Die eingehende Prüfung dieser vier Projekte hatte ergeben, daß der Bau des Albulawerkes für die Stadt Zürich am vorteilhaftesten sei. Im Jahre 1904 ist mit den definitiven Projektierungsarbeiten begonnen worden und am 10. Juni 1906 haben die Stimmberechtigten einen Kredit von 10 524 000.— Franken für den Bau des Werkes erteilt. Die Erstellung des Albulawerkes war damals für die Stadt Zürich eine bedeutende Pionierarbeit; einmal hinsichtlich der Verwendung von Francis-turbinen für ein Gefälle von 150 m und hinsichtlich der Kraftübertragung auf eine Distanz von 140 km. In großen Bevölkerungskreisen war noch ein starkes Mißtrauen gegen die Erstellung dieses Werkes vorhanden, was in der Abstimmung über die Krediterteilung deutlich zur Geltung kam, indem nur 60 % für und 40 % dagegen gestimmt haben.

Bei Baubeginn im Jahre 1906 betrug der Energieumsatz in der Stadt Zürich erst 9,1 Mio kWh; trotzdem wurde in weitblickender Weise ein Kraftwerk gebaut für eine mittlere Jahresproduktion von 120 Mio kWh.

Die hauptsächlichsten baulichen Anlagen sind aus den Abb. 1 und 2 ersichtlich. Der Ausbau des Werkes erfolgte für eine Wassermenge von 16 m<sup>3</sup>/s bei einem Bruttogefälle von 154 m.

Die maschinelle und elektrische Ausrüstung der Zentrale bestand aus 8 horizontalachsigen Aggregaten für eine Gesamtleistung von 24 000 PS. Die von der Firma Escher-Wyß in Zürich hergestellten Spiral-Doppelfrancis-turbinen hatten bei einem Gefälle von etwa 147 m und einer Wassermenge von 2,0 m<sup>3</sup>/s eine Leistung von 3000 PS.

Jede Turbine war gekuppelt mit einem Drehstrom-generator der Maschinenfabrik Oerlikon von 2500 kVA, 6900 V, 50 Per. Die Erregung erfolgte durch zwei separate, von eigenen Pelton-turbinen angetriebenen Erregermaschinen von je 300 PS, 200 kW bei 125 V. Die Übertragung der Energie nach Zürich erfolgte in

50 000 V mit zwei separaten Hochspannungsleitungen auf Betonmasten.

Nach 35 Betriebsjahren war die Betriebssicherheit der Maschinen nicht mehr gewährleistet; auch deren Wirkungsgrad war erheblich zurückgegangen.

Die gesamte Energieproduktion des Werkes betrug bis Ende 1943 total 3248 Mio kWh oder pro Maschine 406 Mio kWh. Im Jahre 1943 wurde der Umbau des Albulawerkes beschlossen. An den hydraulischen Anlagen wurden die folgenden Änderungen vorgenommen: Erhöhung des Staues beim Wehr in Nisellas um 0,25 m, Einbau von drei Saugüberfällen in einer Grundablaßöffnung, Erhöhen des Wasserschlosses um 2,70 m und Erstellen eines unteren Reservoirstollens beim Wasserschloß. Durch diese Maßnahmen konnte die Leistungsfähigkeit des Druckstollens von 16 m<sup>3</sup>/s auf 22 m<sup>3</sup>/s gesteigert werden. Die Umbauarbeiten sind vom 21. Oktober 1944 bis 25. Mai 1945 durchgeführt worden.

In der Zentrale sind die 8 Maschinenaggregate abgebrochen und durch zwei moderne, vertikalachsige Einheiten ersetzt worden mit Turbinenleistungen von  $2 \times 16\,000 = 32\,000$  PS.

Die umgebaute Anlage wurde Ende Mai 1945 in Betrieb genommen. Die Vermehrung der Energieproduktion beträgt im Mittel etwa 35 Mio kWh oder nahezu 30 %.

## 2. Das Heidseewerk

Im Bauprojekt des Albulawerkes war bereits vorgesehen, den Heidbach gegenüber Solis zu fassen und in den Albulastollen einzuleiten. Entsprechende Vorkehrungen für die Einleitung waren im Stollenfenster Solis getroffen.

Nachdem am 4. Mai 1913 die Stimmberechtigten das Kreditbegehren für die Erstellung einer kalorischen Reserveanlage in Zürich-Guggach abgelehnt hatten, sah sich die Direktion des EWZ gezwungen, nach einer hydraulischen Reserve- und Spitzenanlage Umschau zu halten.

Die ursprünglich vorgesehene Einleitung des Heidbaches in den Druckstollen hätte nur eine unbedeutende Vermehrung der Energieproduktion gebracht; dagegen hat sich die Möglichkeit gezeigt, das Heidbachwasser in einem besonderen Kraftwerk in Solis auszunützen. Im Mai 1916 wurde der Konzessionsvertrag zwischen der Gemeinde Obervaz und der Stadt Zürich betreffend Erstellung eines Wasserwerkes zur Ausnützung der Wasserkräfte des Heidsees und des Heidbaches abgeschlossen, und am 13. Mai 1917 hat die Stadtgemeinde Zürich den Baukredit für das Heidseewerk erteilt. Das Werk wurde erstellt vom Juli 1917 bis 31. Dezember 1919.

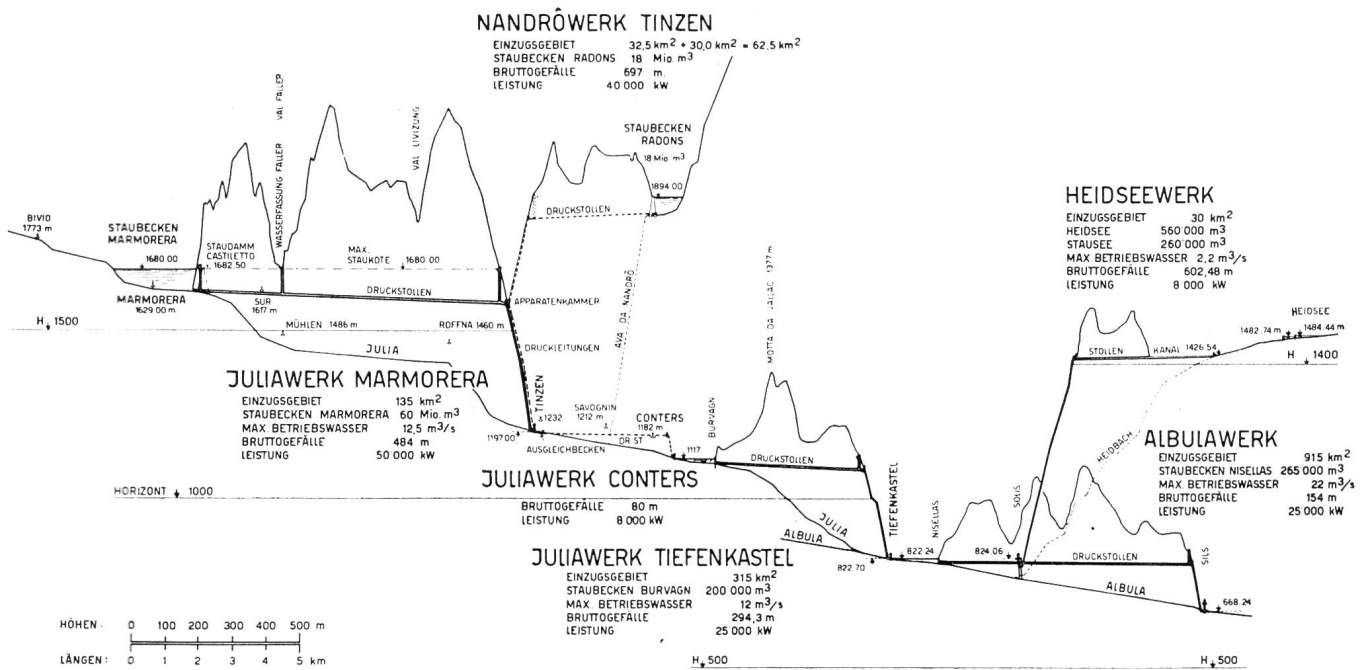


Abb. 1 Längenprofil der Kraftwerkgruppe Graubünden der Stadt Zürich

Die hauptsächlichsten baulichen Anlagen des Werkes sind aus den beiden Abb. 1 und 2 ersichtlich. Das Heidseewerk kann je nach Bedarf zur Spitzendeckung mit einer Leistung von 9000 kW verwendet werden. Die elektrische Energie wird mit 12 000 V Spannung durch eine in der Schynstraße verlegte Kabelleitung nach dem Albulawerk transportiert. Die jährliche Energieproduktion beträgt im Mittel etwa 25 Mio kWh.

Die maschinellen und elektrischen Einrichtungen im Maschinenhaus sind nach 33jährigem Betrieb stark verbraucht und bieten nicht mehr die notwendige Betriebssicherheit. Es ist vorgesehen in den Jahren 1952/53 die maschinellen und elektrischen Anlagen durch neuzeitliche Maschinen zu ersetzen und gleichzeitig erheblich zu vereinfachen. Statt der beiden Maschinenaggregate wird nur noch eines installiert, bestehend aus einer Pelton-turbine von 10 000 PS und dem Generator von 8500 kVA. Die ganze Anlage wird automatisiert und von der Kommandostelle des Albulawerkes aus bedient.

In den 33 Betriebsjahren hat das Heidseewerk 660 Mio kWh produziert, oder pro Maschine etwa 330 Mio kWh.

### 3. Das Juliawerk Tiefencastel

Noch während des Baues des Albulawerkes haben die fünf Gemeinden Tiefencastel, Mons, Salux, Centers und Reams der Firma Gubler & Cie. in Zürich die Konzession erteilt für die Ausnützung der Wasserkraft der Julia von Centers bis Tiefencastel. Diese Konzession hat dann im Laufe der Zeit wie folgt die Besitzer gewechselt:

Juli 1911, Übertragung an die Eisenbahnbank in Basel mit Gültigkeit bis 1940,

November 1921, Übertragung an die Rhätischen Werke AG für Elektrizität in Thusis,

1937, Verzicht der Rhät. Werke auf die Konzession, 1942, neue Konzessionserteilung an Ing. Höhn und Alfr. Spaltenstein,

Juni 1944, Übertragung der Konzession an die Stadt Zürich.

Am 21. Januar 1945 haben die Stimmberechtigten der Stadt Zürich den Kredit von 15 Mio Franken für den Bau des Juliawerkes Tiefencastel erteilt.

Mit den Bauarbeiten wurde im Juli 1945 begonnen, und am 10. Juli 1949 erfolgte die Inbetriebnahme des Werkes. Das Juliawerk Tiefencastel ist analog wie das Albulawerk als Laufwerk gebaut mit einem Tagesausgleichsbecken von 200 000 m<sup>3</sup> Inhalt. Der 4900 m lange Druckstollen vermag eine Betriebswassermenge von 11 m<sup>3</sup>/s abzuführen. Im Maschinenhaus sind zwei Maschinenaggregate von je 16 000 PS Leistung installiert. Die Ausbaugröße entspricht somit genau derjenigen des Albulawerkes. Die mittlere jährliche Energieproduktion beträgt 140 Mio kWh, hiervon entfallen 47 Mio kWh oder 33,5 % auf die Wintermonate und 93 Mio kWh oder 66,5 % auf die Sommermonate. Die Energie wird über eine 150-kV-Gittermastenleitung nach der Schaltanlage in Sils transportiert.

### 4. Das Juliawerk Marmorera

Den beiden Laufwerken Albulawerk und Juliawerk Tiefencastel stehen in den Wintermonaten nur etwa



18 % der Jahresabflüßmengen zur Verfügung, während in den Sommermonaten bedeutende Wassermengen ungenutzt abfließen müssen. Die Energieproduktion der beiden Werke beträgt im Winterhalbjahr nur 35 % der Jahresproduktion.

Die Aufspeicherung eines Teiles der Sommerabflüßmengen im Einzugsgebiet der beiden Laufwerke ist daher für die Stadt Zürich von großer Wichtigkeit, weshalb bereits in den Jahren 1947/48 das Oberhalbstein nach geeigneten Akkumuliermöglichkeiten untersucht worden ist.

Das Talbecken von Marmorera erwies sich als am geeignetsten für ein größeres Staubecken, und im linksseitigen Talhänge sind günstige geologische Verhältnisse vorhanden für die Erstellung der übrigen Kraftwerksanlagen.

Nachdem die Gemeinde Marmorera bereits am 17. Oktober 1948 die nachgesuchte Wasserrechtsverleihung erteilte, sind auch von den Gemeinden Sur, Mühlen, Roffna und Tinzen bis zum Februar 1949 die weitem Konzessionen erteilt worden.

Am 13. November 1949 haben die Stimmberechtigten der Stadt Zürich für die Ausführung dieses Kraftwerkes einen Kredit von 85 000 000.— Franken erteilt, worauf unverzüglich mit den Bauarbeiten begonnen wurde.

Nach der Fertigstellung des Juliawerkes Marmorera im Jahre 1954 stehen der Stadt Zürich aus den Kraft-

werken im Kanton Graubünden die folgenden Energiemengen zur Verfügung:

Kraftwerk	Ausbaugröße kW	Energiemengen Mio kWh		
		Winter 1. Okt.— 31. März	Sommer 1. April— 30. Sept.	Jahr
Albulawerk	25 000	83	109	192
Heidseewerk	8 000	7	18	25
Juliawerk Tiefencastel	25 000	87	93	180
Juliawerk Marmorera	50 000	85	71	156
Total 1954	108 000	262	291	553
		47,5 %	52,5 %	100 %

In Abb. 3 sind die gesamte Energieproduktion und der Energieumsatz des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich graphisch dargestellt vom Jahre 1893 bis zum Jahre 1956; er beträgt rund 17 587 Mio kWh. Die schraffierte Fläche zeigt den Anteil der im Kanton Graubünden befindlichen Kraftwerke; er beträgt von 1910 bis 1956 7450 Mio kWh, oder 42,4 % des gesamten Energieumsatzes der Stadt Zürich bis zum Jahre 1956.

**5. Weitere Kraftwerkprojekte im Oberhalbstein**

In Vorbereitung sind noch Projekte für ein Juliawerk Conters, welches die Gefällsstufe von der Zentrale Tini-

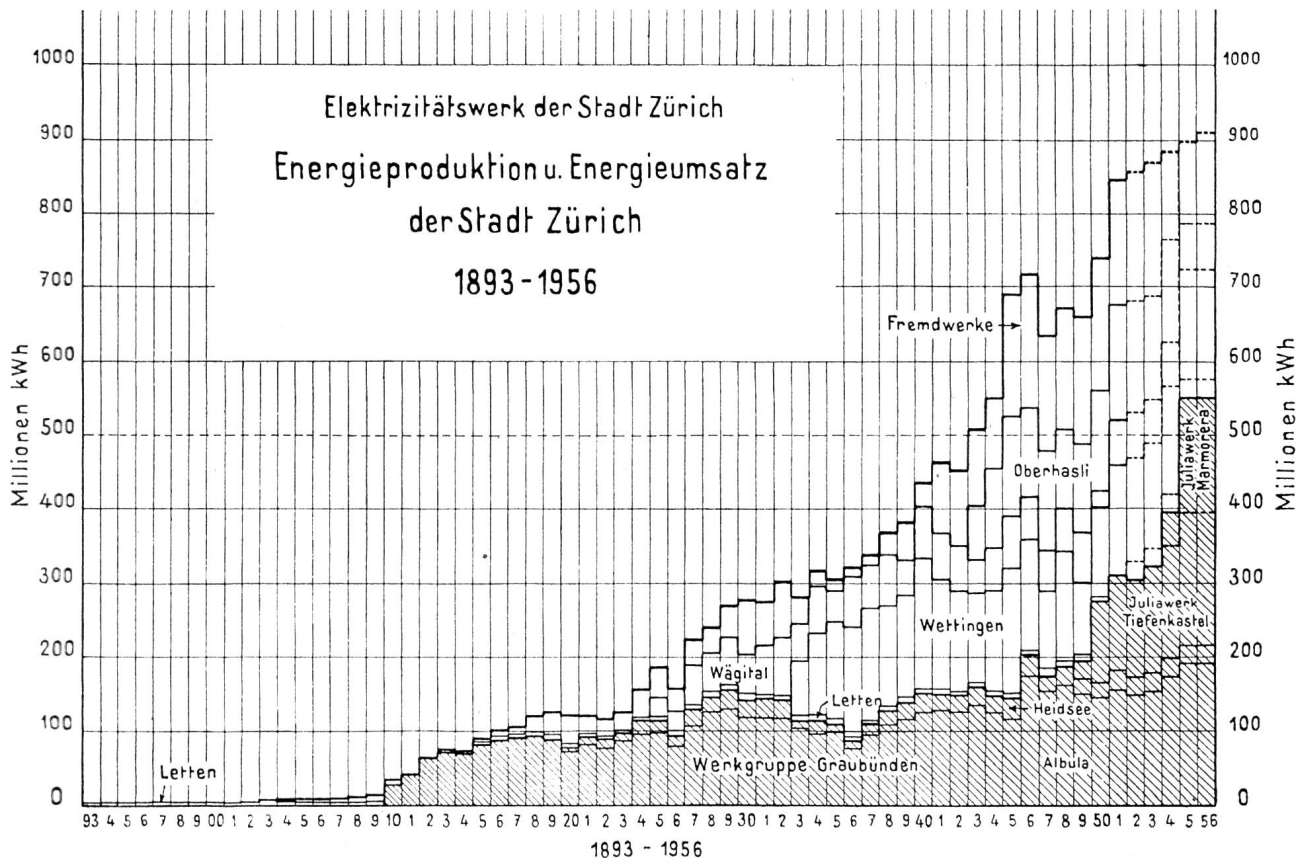


Abb. 3

zong bis zum Staubecken Burvagn mit 80 m Gefälle ausnützt und eine Energieproduktion von etwa 30 Mio kWh haben wird.

Ferner das Nandrowerk mit einem Staubecken in Radons und einem Gefälle von 695 m bis zur Zentrale Tinizong. Die Energieproduktion dieses Werkes wird etwa 136 Mio kWh betragen.

Nach Erstellung dieser beiden Werke sind die Was-

serkräfte im Oberhalbstein vollständig ausgenützt. Der Stadt Zürich werden dann aus den Werken im Kanton Graubünden die folgenden Leistungen und Energiemengen zur Verfügung stehen:

Gesamtleistung	155 000 kW		
Sommerenergie	370 Mio kWh	51 %	
Winterenergie	350 Mio kWh	49 %	
Jahresenergie	720 Mio kWh	100 %	

## Das Juliawerk Marmorera der Stadt Zürich

### I. Beschreibung der Anlagen

Von Oberingenieur W. Zingg, Tiefencastel

DK 621.311 (494.26)

#### 1. Allgemeines

Das Juliawerk Marmorera nützt das Gefälle der Julia im Oberhalbstein von der Kote 1680 an der Gemeindegrenze Bivio/Marmorera bis zur Wasserrückgabe auf Kote 1200 in Tinizong aus. Es wird als Speicherwerk mit einem Stausee von 60 Mio m<sup>3</sup> nutzbarem Inhalt gebaut. Durch einen Staudamm bei Castiletto, am nördlichen Ende des Talbodens von Marmorera wird dieser etwa 60 m hoch überstaut. Ein 9,5 km langer Druckstollen im linken, westlichen Talhang führt das dem Stausee entnommene Wasser zum Wasserschloß, von wo es durch eine im Boden verlegte Druckleitung von rund 1 km Länge das Maschinenhaus am linken Ufer der Julia in Tinizong erreicht. In der Zentrale finden zwei Maschinengruppen von zusammen 64 000 PS Leistung Aufstellung.

Das natürliche Einzugsgebiet der Julia mißt an der Sperrstelle bei Castiletto 89 km<sup>2</sup>. Weitere 30 km<sup>2</sup> Einzugsgebiet werden im Val Faller erfaßt, wo das Wasser des von Westen aus dem Gebiet des Piz Platta zu-

fließenden Fallerbaches durch einen Schacht dem Druckstollen zugeführt wird. Sodann bringen die auf der Terrasse der Alp Flix, östlich von Sur, gefaßten Bäche aus einem dritten Einzugsgebiet von 16 km<sup>2</sup> Wasser, das durch einen im Boden verlegten Kanal dem Stausee von Marmorera zugeleitet wird. Im gesamten mißt somit das der Wasserkraftnutzung dienende Einzugsgebiet 135 km<sup>2</sup>; seine höchsten Erhebungen finden sich am Piz Platta (3400 m ü. M.) und am Piz d'Err (3380 m ü. M.); der Anteil vergletscherter Flächen ist verschwindend klein. Die mittlere Jahresabflußmenge beträgt 39,5 l/s, km<sup>2</sup>, d. h. rund 5,4 m<sup>3</sup>/s, entsprechend etwa 1250 mm Abflußhöhe. Davon entfallen auf die 6 Sommermonate (1. April bis 30. September) 82 %, auf die 6 Wintermonate 18 %. Mit 135 Mio m<sup>3</sup> beträgt der mittlere Sommerzufluß etwas mehr als das Doppelte des nutzbaren Stauraumes.

Von Interesse ist die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge und der spezifischen Abflußmengen im langjährigen Mittel:

Monate	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
Niederschläge in Bivio (1800 m ü. M.) mm	67	65	84	100	124	129	143	138	110	132	97	80	1269
Spezif. Abflußmenge l/s, km <sup>2</sup>	8	7	8	19	88	103	85	52	42	30	21	11	39,5

Sowohl das Haupttal als auch die Seitentäler im Einzugsgebiet des Juliawerkes Marmorera weisen nur wenige Erosionshänge und Rufen auf, weshalb das Wasser der Julia und ihrer Seitenbäche südlich von Tinizong nur selten durch Geschiebe verschmutzt ist. Die größten bisher beobachteten Hochwasser betragen in Marmorera-Castiletto (89 km<sup>2</sup>) etwa 80 m<sup>3</sup>/s.

Das Juliawerk Marmorera wird für eine Betriebswassermenge von 12,5 m<sup>3</sup>/s ausgebaut. Dank dem Staubecken ist nahezu die ganze zufließende Wassermenge ausnützlich. Lediglich verhältnismäßig kurze Hochwas-

serspitzen der in den Seiten-Einzugsgebieten Val Faller und Alp Flix gefaßten Bäche müssen ungenutzt bleiben. Die mittlere jährliche Energieproduktion der Zentrale Tinizong wird betragen:

Winterhalbjahr, 1. Okt. bis 31. März	85 Mio kWh
Sommerhalbjahr, 1. April bis 30. Sept.	71 Mio kWh
ganzes Jahr	156 Mio kWh

Die Aufspeicherung von 60 Mio m<sup>3</sup> Sommerwasser im Staubecken von Marmorera und deren Verarbeitung in den Wintermonaten in den weiter unten liegenden