

# Mitteilungen über das Kraftwerk Wassen

Autor(en): **Krause, O.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **41 (1949)**

Heft 6-7

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-920877>

## **Nutzungsbedingungen**

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

## **Haftungsausschluss**

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

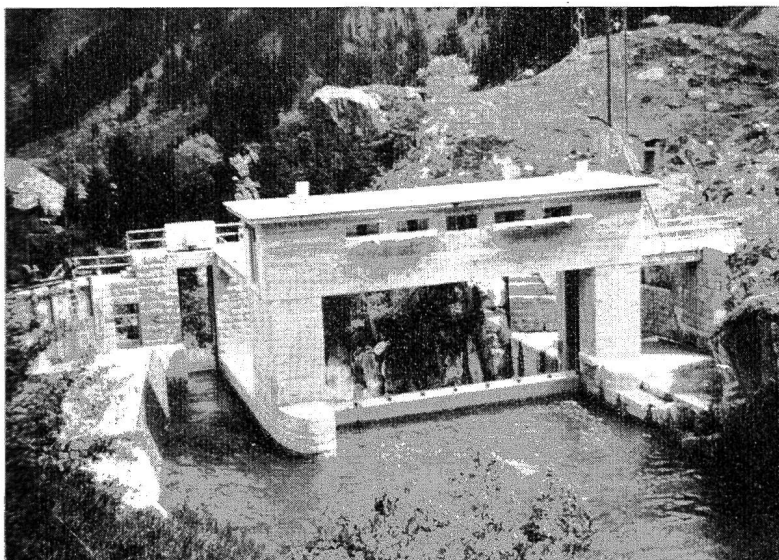


Abb. 1 Stauwehr und Fassung Gotthardreuss, Ansicht vom Oberwasser aus.

## Mitteilungen über das Kraftwerk Wassen

Von Oberingenieur *O. Krause*, Vizedirektor der Elektro-Watt, Zürich<sup>1</sup>

Am 5. Januar 1949 wurde das Kraftwerk Wassen mit einer Einheit dem Betrieb übergeben. Es hat im ersten Quartal 1949 13,2 Mio kWh erzeugt. Die Turbine weist bei einem Nettogefälle von 230,75 m eine Schluckfähigkeit von  $10\frac{1}{2} \text{ m}^3/\text{s}$  auf mit einer Leistung von 28 250 PS. Da es sich beim Kraftwerk Wassen um ein Laufwerk handelt mit einem Tagesausgleichbecken von nur 95 000 m<sup>3</sup> Inhalt, und wir zudem z. Z. in einer ausgesprochenen Trockenperiode stehen, hat diese Einheit vollständig genügt, das Winterwasser der Gotthard-, Göschenen- und Meienreuss zu verarbeiten. Seit dem 23. März steht auch die zweite Einheit im Betrieb, so dass die volle Ausbaumenge von 21 m<sup>3</sup>/s, die an 131 Tagen vorhanden ist, verarbeitet werden kann. Vom ganzen Einzugsgebiet von 365,7 km<sup>2</sup>, das zu 18 % vergletschert ist, fallen 54 % auf die Gotthardreuss, 25 % auf die Göschenenreuss, 19 % auf die Meienreuss und 2 % auf den Rohrbach. Die technisch mögliche Energieproduktion erreicht

im Winter	64,9 Mio kWh
im Sommer	169,6 Mio kWh
total	234,5 Mio kWh im Mittel der Jahre 1920—1941.

Heute kann mit Sicherheit gesagt werden, dass, einschliesslich Teuerung, der Voranschlag von 38 Mio Franken nicht überschritten wird. Die voraussichtliche Teuerung wurde in den Kostenvoranschlag eingeschlossen unter der Annahme, dass die Teuerung bis Ende Bauzeit in der bisherigen Weise fortschreiten werde. Eine erste Lohnerhöhung von 5 Rp. trat im Juni 1947 ein, die von der Eidgenössischen Preiskontrollstelle als auf den Bauherrn

überwälzbar erklärt wurde. Dann kam eine Erhöhung der Prämien für die Krankenkasse von 0,7 %, für die Ferienkasse von 1 %, für die Unfallversicherung von 3,7 %; ferner Preiserhöhungen auf Rundeisen, Holz, Karbid, Schmiedekohle und Bahnfrachten. Dagegen trat eine Preisreduktion auf Zement ein und auf der Unfallprämie für Silikose. Die gesamten Teuerungen, abzüglich Preisreduktion, werden sich für das ganze Kraftwerk auf etwa 300 000 Fr. belaufen, was 1,5 % der Bauarbeiten ausmacht. Für die Maschinen und für alle kurzfristigen Handwerkerlieferungen konnten Festpreise vereinbart werden. Bei der zweiten Lohnerhöhung um 5 Rp. am 15. März 1948 hat der paritätische Stabilisierungsausschuss verfügt, dass diese Lohnerhöhung nur in Härtefällen auf den Bauherrn überwälzbar sei und dass jeder Unternehmer für jeden Bau ein besonderes Gesuch um Überwälzung an die Eidgenössische Preiskontrollstelle in Montreux zu richten hat. Diese Entscheide stehen zurzeit noch aus.

Die Kraftwerk Wassen AG. wurde am 6. Dezember 1944 gegründet. Die Konzession geht zurück auf eine Wasserrechtsverleihung des Kantons Uri an die Gotthardbahn vom 29. November 1907 und einige seitherige Ergänzungen. Dazu kommt noch eine Vereinbarung mit der Atel vom 1. Juli 1944 über die Ableitung des Lucendro-Wassers nach Süden. Im April 1945 erteilte die SBB der Kraftwerk Wassen AG. eine Subkonzession zur Erstellung des Kraftwerkes. In der Subkonzession ist auch das Recht zum Bau und Betrieb eines Kraftwerkes Andermatt-Göschenen eingeschlossen, mit einer Erzeugung von 40 Mio kWh Winterenergie und 110 Mio kWh Sommerenergie. Bei ca. 24 Mio Franken Baukosten ergeben sich ähnliche Energiepreise wie für das Kraftwerk Wassen.

<sup>1</sup> Vortrag vom 29. März 1949 im Linth-Limmatverband.

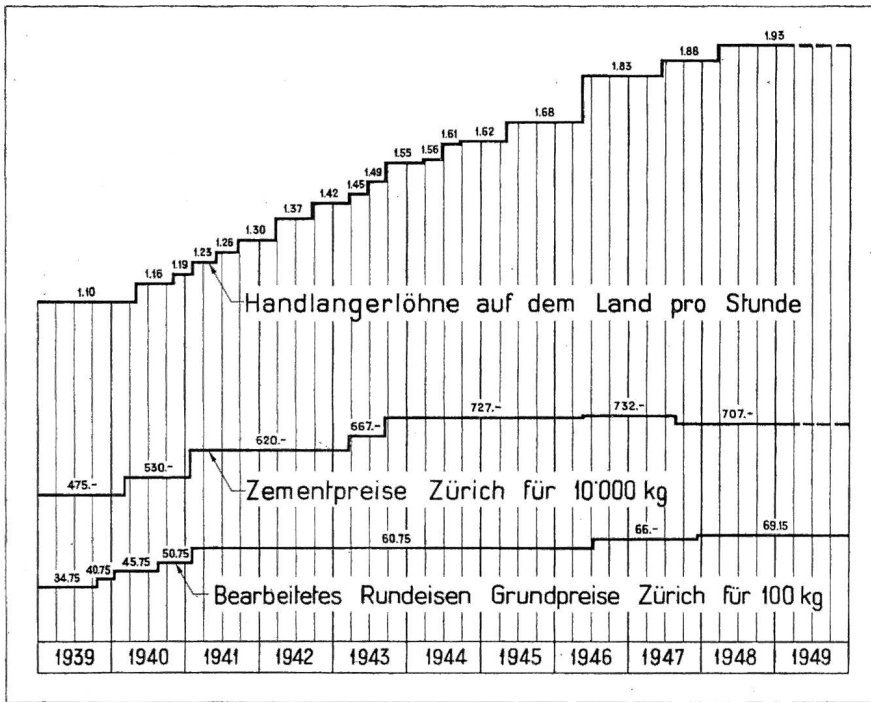


Abb. 2 Entwicklung der Löhne und Preise von 1939 bis 1949.

Die Bauten des Kraftwerkes Wassen liegen hinsichtlich der Transportverhältnisse ausserordentlich günstig. Die Wasserfassungen Gotthardreuss und Göschenenreuss liegen in unmittelbarer Nähe des Bahnhofes Göschenen. Die Stollenfenster «Rüteli», «Wattigen» und «Leggistein» liegen wenige Meter über oder unter dem Bahngelände. Das Fenster «Leggistein» beginnt zudem an der Sustenstrasse. Auch das Fenster Meienreuss konnte mit einem kurzen Baugeleise an die Sustenstrasse angeschlossen werden. Die Fassung Meienreuss ist mit Lastwagen über die neue und die alte Sustenstrasse erreichbar. Infolge der in Wassen angelegten Kehrtunnel liegt auch das Maschinenhaus wieder an der Bahnlinie. Durch diese günstigen

Transportverhältnisse erübrigte sich die Erstellung einer Standseilbahn für den Transport der Druckleitung und der Baumaterialien zum Wasserschloss, wodurch wesentliche Einsparungen erzielt werden konnten. Durch das Entgegenkommen der SBB wurden alle an der Bahn liegenden Baustellen in den Zugspausen mit Materialtransporten bedient, was nicht unwesentlich der Abkürzung der Bauzeit zugute kam. Auch die Baustromversorgung durch das Elektrizitätswerk Altdorf bereitete keine besonderen Schwierigkeiten, da sämtliche Baustellen in der Nähe von vorhandenen Starkstromleitungen lagen.

Bei der Anlage und Dimensionierung der Wasserfassungen waren folgende Gesichtspunkte massgebend:

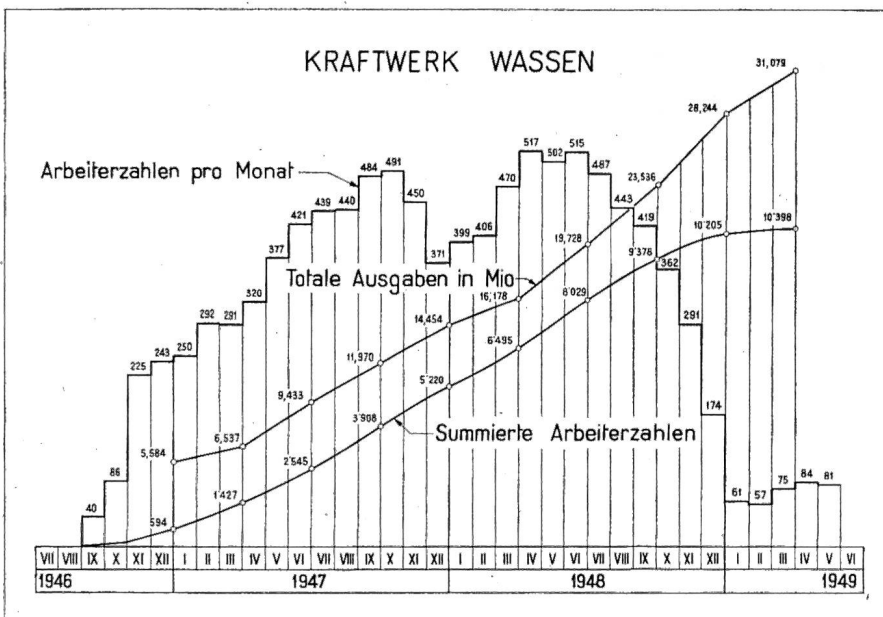


Abb. 3 Anzahl der beim Bau des Kraftwerkes Wassen beschäftigten Arbeiter von 1946 bis 1949.

Leider war es nicht möglich, in Göschenen oder in der Meienreuss eine grössere Akkumulierung zu schaffen, da der Fels mit mächtigen Schichten durchlässigen Materials bedeckt ist. Die einzige Möglichkeit bot sich in der Schlucht von Göschenen für ein Tagesausgleichbecken von 95 000 m<sup>3</sup>. Auch dieses Becken war in der Stauhöhe begrenzt durch die Lage des Gemeindewerkes von Göschenen und die Lage der Suwarowbrücke, die unter keinen Umständen eingestaut werden durfte. Es hat sich nun gezeigt, dass in der Zeit, wo eine Entsandung des Was-

sers in Frage kommt, die Gotthardreuss und die Meienreuss zusammen mindestens 21 m<sup>3</sup>/s führen, so dass in dieser Zeit die Göschenenreuss nicht zugezogen werden muss. Das bringt den Vorteil mit sich, dass im Sommer das Ausgleichbecken Göschenen ausser Betrieb gesetzt werden kann und dadurch eine Verlandung des Beckens ausgeschlossen ist, weil die Grundablässe so gross dimensioniert sind, dass die Hochwasser ungestaut abfliessen können. Die Wasserfassung Gotthardreuss und die dazu gehörige Entsandungsanlage sind für 14,5 m<sup>3</sup>/s dimen-

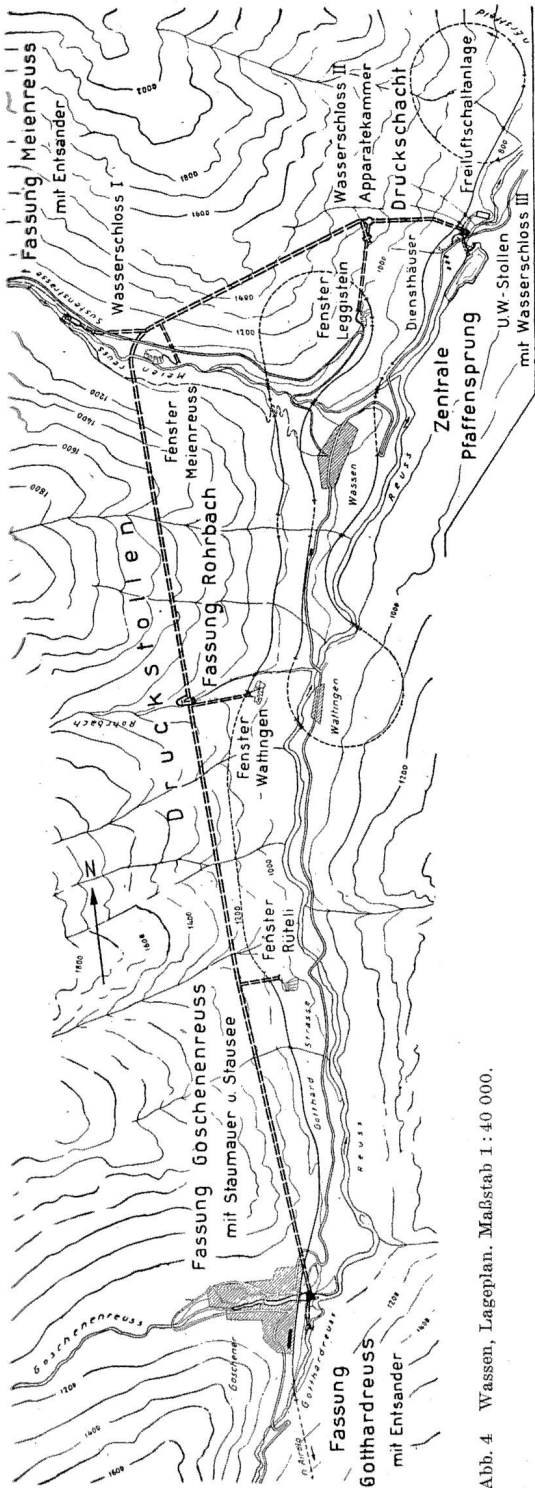


Abb. 4 Wassen, Lageplan, Maßstab 1 : 40 000.

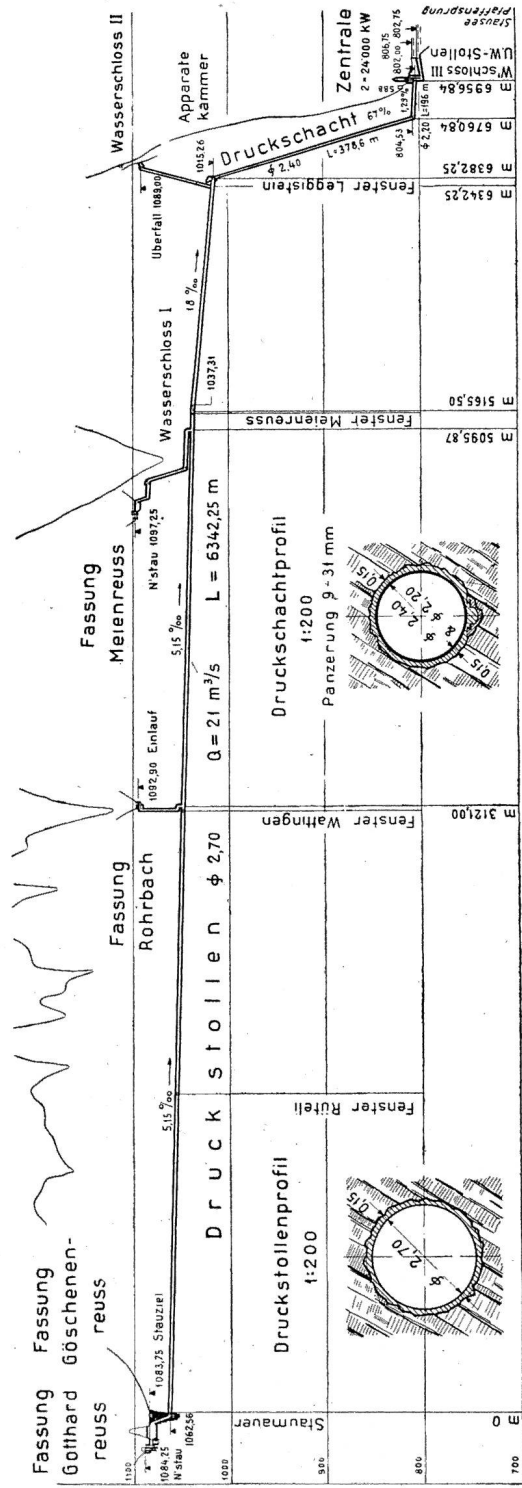


Abb. 5 Wassen, Längenprofil. Maßstab: Längen 1 : 40 000; Höhen 1 : 8000.

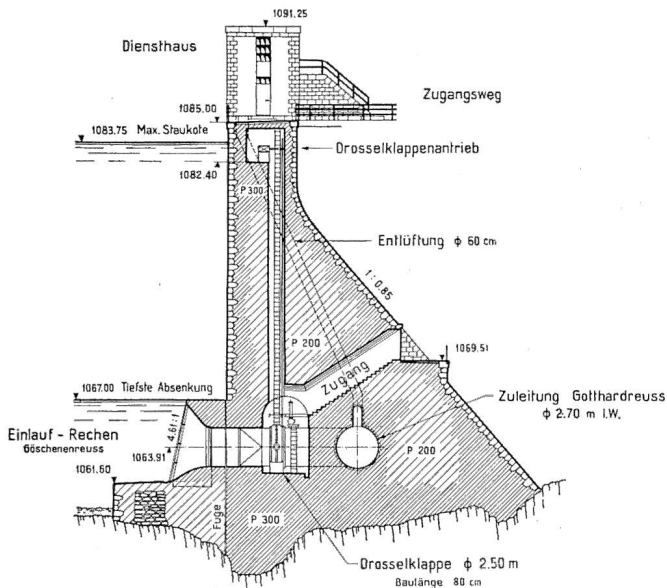


Abb. 6 Staumauer Göschenen, Querschnitt durch die Wasserfassung der Göschenenreuss. Maßstab 1: 500.

sioniert. Nach der Wasserfassung musste ein Aquädukt erstellt werden über den alten Lauf der Gotthardreuss, der seinerzeit bei der Anlage des Bahnhofes Göschenen zugeschüttet worden ist. Die Entsandungsanlage besteht aus zwei Kammern nach System Dufour und soll eine Entsandung bis 0,3 mm ermöglichen. Vom Ende der Entsandungsanlage fließt das Wasser in einem Eisenrohr durch die Staumauer in den am linken Ufer der Göschenenreuss ansetzenden Druckstollen. An dieser Stelle ist auch der Eintritt für das Winterwasser der Göschenenreuss angebracht, der im Sommerbetrieb mit einer Drosselklappe abgeschlossen ist.

Die Staumauer Göschenen bietet nichts besonderes; es ist eine kleine Gewichtsmauer von 26 m Höhe mit 10 600 m<sup>3</sup> Beton mit beidseitiger Granitverkleidung. Die Granitverkleidung auf der Wasserseite bietet neben dem Frostschutz auch eine grössere Sicherheit gegen den An-



Abb. 8 Staumauer Göschenen, Ansicht vom Unterwasser aus.

griff des kalkarmen Wassers. Der Grundablass ist durch Sektorschützen verschliessbar, während der Überfall aus einer zweiteiligen Klappe besteht, die von einem Schwimmer aus reguliert wird. Zwei Sondierbohrungen zur Ermittlung der tiefsten Felslage, die bis 10 m tief in den anstehenden Fels vorgetrieben worden sind, ergaben einen Wasserverlust von nur 3 l/min bei 15 at Druck. Man hatte deshalb darauf verzichtet, den Fels zum vornherein zu injizieren, um so mehr, als bei allfälligen Wasserverlusten diese Injektionen immer noch während des Sommers hätten ausgeführt werden können. Die Probe-füllung hat dann auch ergeben, dass der Fels dicht ist und somit die Injektionen erspart werden konnten.

Die Baugrube wurde durch zwei Fangdämme trocken gehalten und das Wasser durch einen Stollen umgeleitet. Der obere Fangdamm bestand aus einer Steinschüttung, mit Betonplatten gedichtet, der untere Fangdamm konnte als Bogenmauer auf den bei Niederwasser vorbetonierten Mauerfuss aufgesetzt werden.

Bei der Trassierung des Druckstollens musste auf die Tunnel der Gotthardbahn Rücksicht genommen werden.

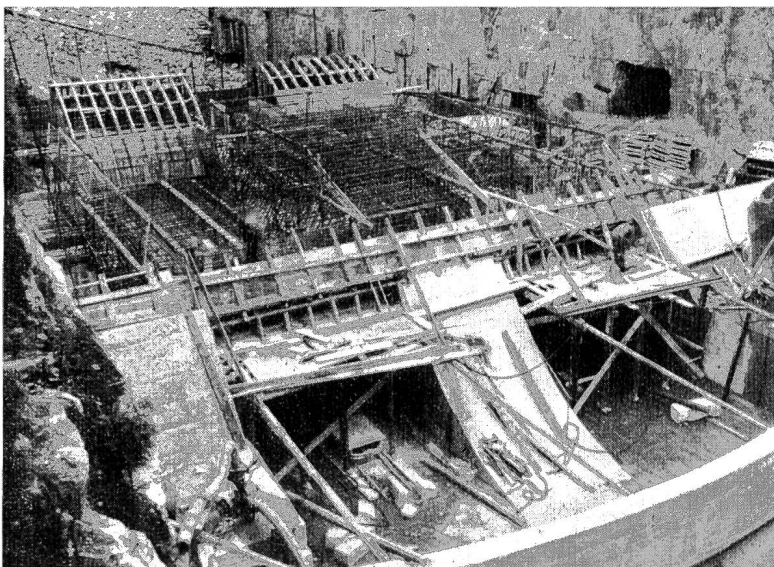


Abb. 7 Staumauer Göschenen: Betonierung der Grundablässe.

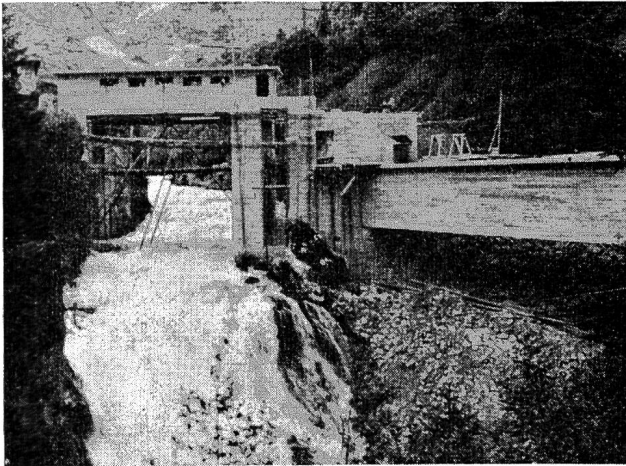


Abb. 9 Stauwehr Gotthardreuss mit Aquädukt.

Der Stollen verläuft ca. 200 m hinter den Bahntunnels, um eine Durchsickerung des unter 20—70 m Druck stehenden Wassers in diese zu verhindern. Nach der Kreuzung der Meienreuss wird das Wasser der Fassung Meienreuss eingeführt. Das Fenster «Leggistein» ist zugleich Zugang zum Wasserschloss und zu der Apparatkammer. Vor dem Übergang in den Druckschacht ist eine automatische Drosselklappe eingebaut. Eine Druckwaage nach System Rittmeyer mit Fernmeldung gibt im Kommandoraum den Wasserdruck im Wasserschloss II an. Ein Druckschacht mit 67 % Gefälle führt das Wasser zu den Francisturbinen und von dort durch einen Unterwasserstollen in das Ausgleichbecken des Kraftwerkes Amsteg im Pfaffensprung. Diese Anordnung hat nicht nur ein Wasserschloss am Ende des Druckstollens, sondern auch ein solches am Anfang des Unterwasserstollens bedingt. Um die Kosten des obren Wasserschlosses auf ein Minimum zu beschränken, ist man mit dem Zulaufstollen von



Abb. 10 Druckstollen: Moränenstrecke.

der Fassung Meienreuss aus sofort in einem Schrägschacht so tief hinuntergegangen, dass der restliche Teil des Zulaufstollens Meienreuss als untere Kammer des obren Wasserschlosses dienen kann. Das eigentliche Wasserschloss besteht deshalb nur aus einem Schrägschacht und der üblichen obren Wasserschlosskammer. Der Schrägschacht wird mit einem Konus zur Drosselung des Wassers in den Stollen eingeführt. Ebenso ist eine Drosselung eingebaut am Ende des Schrägschachtes des Zulaufstollens Meienreuss. Die Dimensionierung der Wasserschlosser wurde rechnerisch ermittelt, während die Grösse der Drosselung im obren Wasserschloss durch Modellversuche in der Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH bestimmt wurde.

Nach dem geologischen Gutachten sollte auch der Stollen wie alle übrigen Arbeiten des Kraftwerkes Wasser in bestem Aaregranit liegen, mit Ausnahme einer kurzen Strecke nach dem Stollenanfang, wo man einen alten Lauf

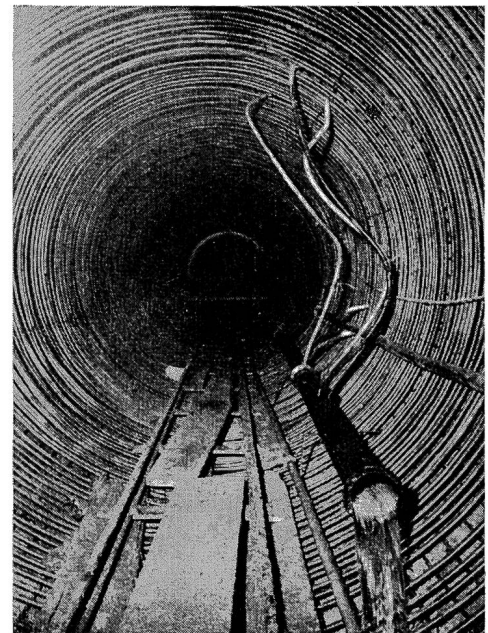


Abb. 11 Druckstollen: Wasserhaltung.

der Göschenenreuss zu kreuzen hatte. Diese Annahmen haben sich auch bestätigt bis auf die Strecke vom Meienreussfenster abwärts, wo der Stollen gegen Osten abbiegt und ungefähr parallel zur Schichtung verläuft. Hier traf man stark geschieferten Granit mit Einlagerungen von verlehmtten Zonen und wasserführenden Schichten, die zu Einbrüchen bis 7 m Höhe geführt haben. An diesen Stellen wurde das Profil für Aussendruck verstärkt und innen mit Gunitverkleidung zur Aufnahme des Wasserdruckes versehen. Bei der Kreuzung der Meienreuss, wo die Felsüberlagerung nur etwa 40 m beträgt, traten auf eine kurze Strecke Bergschläge auf, die mit einem Mörtelbewurf leicht unschädlich gemacht werden konnten.

Auf allen Baustellen wurden Coromantbohrer verwendet und dabei in zweischichtigem Betrieb im Gesamt-

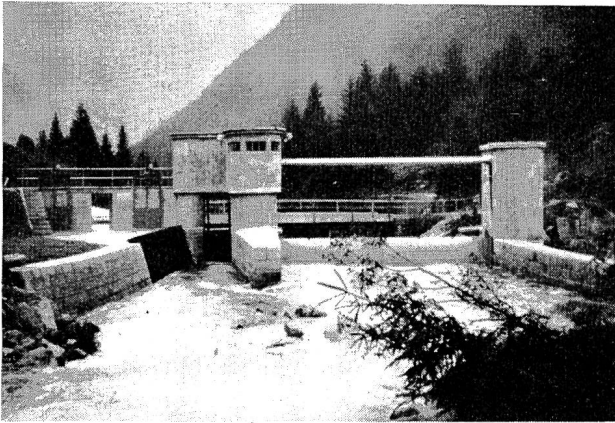


Abb. 12 Stauwehr und Fassung Meienreuss, Ansicht vom Oberwasser aus.

durchschnitt 4 m Vortrieb erreicht. Die Monatsdurchschnitte liegen zwischen 3 und 6 m bei einer Spitzenleistung von 7,9 m. Der mittlere Wasserandrang lag zwischen 5 und 12 l/s. Um ein einwandfreies Betonieren zu erzielen, wurde das Wasser vor der Betonierung mit Zement und Zusatzmittel zurückgedrängt und, wo nötig, in Röhren gefasst, die nach der Betonierung durch Injektionen geschlossen wurden. Durch dieses Vorgehen wird auch der Angriff des kalkarmen Wassers auf ein Minimum beschränkt. Aus dem gleichen Grunde wurde auch die Drainage weggelassen, indem das Wasser während der Betonierung in Röhren über die Arbeitsstelle geleitet wurde. Der Betonierfortschritt betrug 20 m pro Tag. Beobachtungen aller Quellen in der Nähe des Stollens und namentlich auch der in der Nähe liegenden Bahntunnel, vor, während und nach der Bauzeit ergaben keine Veränderung der Ergiebigkeit der Quellen, die auf den Bau des Druckstollens zurückzuführen wären.

Der schräge Teil des Druckschachtes hat einen Durch-



Abb. 13 Stauwehr und Entsander Meienreuss.

messer von 2,40 m und ist 379 m lang. Die Rohre, die eine Wandstärke von 9—11 mm aufweisen, wurden in Schüssen von 12 m Länge von oben in den Druckschacht eingeführt und nach dem Schweißen der Rundnaht einbetoniert. Die flache Partie mit einem Durchmesser von 2,20 m ist 196 m lang; die Panzerung von 12—31 mm Wandstärke wurde von unten eingeführt in Schüssen von 9 m Länge. Der maximale Druck, inklusive Stosszuschlag erreicht 345 m.

Die Anlage des Maschinenhauses mit der Freiluftschaltanlage bot einige Schwierigkeiten wegen der beschränkten Platzverhältnisse. Das enge Tal war schon sehr stark in Anspruch genommen durch die Reuss, die Strasse, die Gotthardbahn, die Starkstromleitung über den Gotthard und die 50 000-Volt-Leitung für die Stromversorgung der Gegend. Es musste deshalb der nötige Platz für Maschinenhaus und Freiluftschaltanlage durch grosse Felssprengungen gewonnen werden. Diese Arbeiten wurden erst im März 1947 begonnen und im Mai 1948



Abb. 14 Druckstollen: Rechen und Wasserschloßeinmündung.

wurde schon der Kran montiert. In dieser kurzen Zeit musste ein Aushub von 37 300 m<sup>3</sup> geleistet werden. Die Betonkubaturen erreichen 10 600 m<sup>3</sup> und das verlegte Rundeisen 273 t. Erschwerend kam hinzu, dass die Aushubarbeiten in die Sommerszeit und die Betonierungsarbeiten in die kalte Jahreszeit fielen.

Im Maschinenhaus sind zwei vertikalachsige Maschinengruppen aufgestellt, bestehend aus einer Francisturbine von 28 250—36 600 PS mit 750 U/min, Beschleunigungsregler, Druckregler und einem Drehstromgenerator mit Luftkühlung, 33 kVA,  $\cos\phi = 0,8$ , 12 000 V, mit Haupt- und Hilfserreger. Zwischen der Verteilleitung und der Turbine ist ein Drehschieber, Durchmesser 1100 mm, mit beidseitiger Dichtung und hydraulischer Steuerung durch Druckwasser eingebaut. Die Innenraumschaltanlage gestattet die Verteilung der Energie auf einen 10 000-kVA-Reguliertransformator für 16 000 V, einen 20 000-kVA-Reguliertransformator 50 000 V und

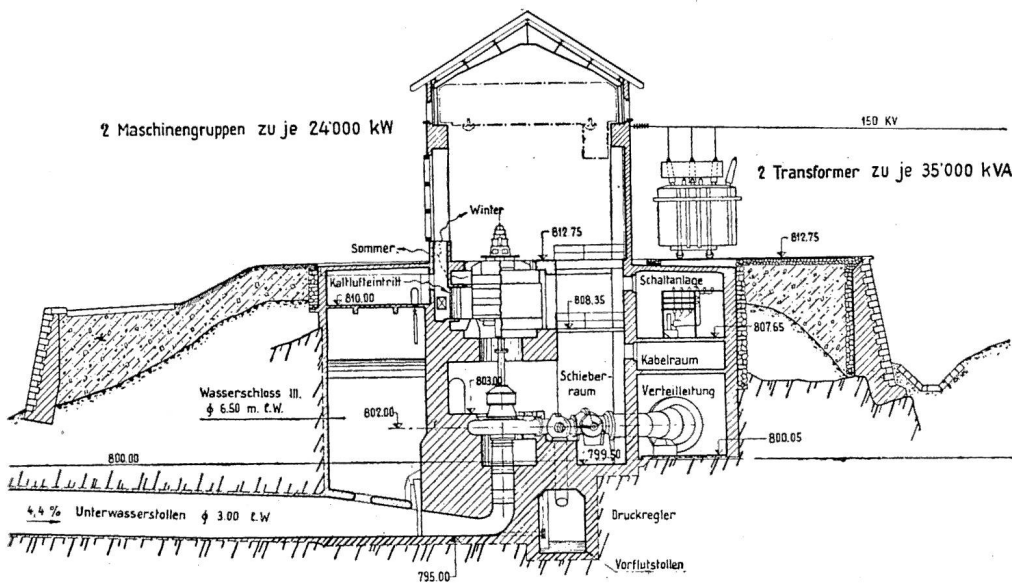


Abb. 15 Querschnitt durch das Maschinenhaus Wassen. Maßstab 1 : 500.

zwei Transformatoren 35 000 kVA und 150 000 V. Alle Transformatoren werden durch natürlichen Ölumlaufl gekühlt. Bei lang andauernder Überlast oder bei hoher Umgebungstemperatur kann die Kühlwirkung durch Ventilatoren verbessert werden. Zur Vermeidung von Brandgefahr und Verqualmung der Innenraumschaltanlage ist ausschliesslich ölloses Material, d. h. Druckluftschalter, öllöse Spannungswandler und Stabstromwandler verwendet worden. Die Transformatoren sind an der Nordwand des Maschinenhauses aufgestellt. Die Abgänge der Reguliertransformatoren gehen durch Kabel auf den nächsten Mast der betreffenden Freileitung. Von den 150-kV-Transformatoren führen Überspannungen direkt in die Freiluftschaltanlage.

Im gegenwärtigen Ausbau ist die Anlage mit einem Sammelschienensystem mit Kupplungstrenner ausgerüstet, damit der Betrieb beider Gruppen getrennt oder parallel geführt werden kann. Ein Abgang führt zum Anschluss an die Gotthardleitung, ein weiterer verbindet die Zentrale mit der neu erstellten 150-kV-Schaltanlage in Rathausen. Für den späteren Ausbau ist eine zweite Leitung nach Rathausen vorgesehen. Diese ist gegenwärtig bis Amsteg geführt und wird mit 50 kV betrieben. Sie dient zum Anschluss an das Arniwerk. Die 150-kV-Abgänge sind mit ölarmlen Hochleistungsschaltern und je einem Satz Messwandlern ausgerüstet. Der endgültige Ausbau erhält ein zweites Sammelschienensystem, sowie einen weiteren 150-kV-Abgang.

Der Unterwasserstollen führt das Wasser von den Turbinen in das Ausgleichbecken Pfaffensprung. Der Stollen weist einen Durchmesser von 3 m auf und ist rund 100 m lang. Anschliessend an das Maschinenhaus ist er mit einem offenen Schacht von 6 m Durchmesser mit Überfall verbunden, der als Wasserschloss dient. In 80 m Entfernung weist der Unterwasserstollen ein quadratisches Profil auf von 2,50 m Seitenlänge. Dieses Kanalsstück dient den Wassermessungen; es ist durch einen Schacht mit einem Häuschen verbunden, in dem die Flügelmessvorrichtungen aufgehängt sind. Zur Verkleinerung der Eintrittsgeschwindigkeit in das Ausgleichbecken erweitert sich der Unterwasserstollen. Vor dem Eintritt in den Weiher befindet sich eine Auslaufschütze, die zu Revisionszwecken geschlossen werden kann. Zum Schutze der Ufer ist die Mündung beidseitig mit Spundwänden versehen.

Für die Unterkunft des Werkpersonals wurden ca. 100 m südlich vom Maschinenhaus ein Einfamilienhaus und drei Zweifamilienhäuser erstellt.



Abb. 16 Zentrale Wassen, Gesamtübersicht. Im Vordergrund Ausgleichsweiher Pfaffensprung des SBB-Werkes Amsteg.