Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 69 (1977)
Heft: 3

Artikel: Das neue Kubelwerk
Autor: [.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941481

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: 22.07.2025

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

Das neue Kubelwerk

DK 621.221

St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG[1])

Vom alten zum neuen Kubelwerk

Mut und fortschrittlicher Geist haben um die Jahrhundertwende vor den Toren der Stadt St. Gallen, an der Sitter, das erste schweizerische Hochdruckwerk entstehen lassen. Seit 1890 fehlte es nicht an Projekten, die Wasserkraft der Urnäsch in der Nähe der Stadt St. Gallen auszunützen. Im Jahre 1895 wurde von Ingenieur L. Kürsteiner ein Stauweiher oberhalb des Kubels im «Gübsenmoos» vorgeschlagen. Das Wasser aus der Urnäsch und der Sitter sollte durch unterirdische Stollen dem Stausee zugeführt werden. Für die Druckleitung vom Stausee zum Maschinenhaus an der Sitter ergab sich ein Bruttogefälle von 94 m. Nach diesem Vorschlag begannen die Bauarbeiten im September 1898. Am 19. Oktober 1900 konnte das Kraftwerk mit einer Leistung von vorerst 1600 kW in Betrieb gesetzt werden. Die im ersten Betriebsjahr aufgetretene höchste Belastung betrug 1360 kW und die Energieabgabe 3 660 000 kWh.

Zwei Wehranlagen zur Wasserfassung waren geplant, eine im Hundwilertobel an der Urnäsch, 140 m unterhalb der heutigen Strassenbrücke, die zweite im List bei Haslen an der Sitter.

Zuerst wurde das 30 m lange Urnäschwehr gebaut. Vom Wehr gelangt das Wasser durch einen 4,625 km langen Stollen in den Stausee. Dieser ist vollständig ausgemauert und kann mit einer Höhe von 1,9 m und einer Breite von 1,8 m bequem begangen werden. Das Gefälle des Stollens beträgt 0,75 ‰, sein Querschnitt 3,42 m². Er führt bis 4,2 m³/s Wasser dem Gübsensee zu. Dieser hat eine Oberfläche von 17,2 ha und fasst 1,47 Mio m³ Wasser.

In den Jahren 1903 bis 1906 wurde auch die Zuleitung für das Sitterwasser gebaut. Von der Wehranlage List bei Haslen führt ein 3,863 km langer, ausgemauerter Stollen in südost-nordwestlicher Richtung unmittelbar südlich der Ortschaft Stein hindurch zum Taleinschnitt der Urnäsch, welche mit einer Rohrleitung (Syphon) überquert wird. Der Stollen hat ein Gefälle von 0,6 ‰ und einen Querschnitt von 3,23 m².

[1]) Zusammengestellt aufgrund einer Broschüre, herausgegeben von der SAK und hergestellt von der Elektrowirtschaft. St. Gallen und Zürich 1977.

Zur besseren Ausnützung des Wassers wurde 1914 bis 1918 ein zweiter, 2,715 km langer Stollen gebaut, der vom Tobel zum Gübsensee führt und parallel zum Urnäschstollen verläuft. Sein Durchflussvermögen beträgt 4,5 m³/s, sein Querschnitt 3,23 m².

Dieser Stollen führte Sitterwasser dem Stausee zu, das vorher vom Tobel her zusammen mit dem Urnäschwasser im gemeinsamen Stollen dem Stausee zugeführt wurde. Mit diesem zweiten Stollen wurde es möglich, während etwa sieben Monaten des Jahres die nutzbare Wassermenge zu verdoppeln.

Die Staumauer im Osten des Gübsensees ist auf Fels gegründet. Sie ist die erste Gewichtsstaumauer in der Schweiz. Ihre Krone liegt 96 m über dem Flusslauf der Sitter. Die grösste Höhe der Staumauer beträgt 23,5 m; die Krone ist 3 m breit und 105 m lang. Das Mauervolumen beträgt 9450 m³; die Sohle ist 15 m breit, das Fundament 6 m tief. Das Stauziel liegt bei 682,3 m ü.M. Die Staumauer wurde ausschliesslich in Handarbeit erstellt. Lediglich für das Versetzen der Nagelfluhsteine verwendete man Flaschenzüge.

Der Erddamm auf der Westseite des Gübsensees lehnt sich an den Bahndamm der ehemaligen Schmalspur-Eisenbahnlinie an, welche damals von Winkeln nach Herisau führte. Das dem Fuss des Dammes vorgelagerte Gelände mit weichem Untergrund wurde mit einer Steinauffüllung von 10 000 m³ belastet, um dem Seitenschub des Dammfusses Widerstand zu leisten. Seine Masse: Höhe 17 m, Breite an der Krone 3,7 m, am Fuss 25 m, Länge 380 m, Dammvolumen 109 000 m³.

Ein zweiter, kleinerer Lehmdamm war als nördlicher Abschluss des Sees notwendig. Für beide Dämme wurde Erd- und Lehmmaterial der Talhänge verwendet. Das Material wurde durch Stampfen mit schweren Stösseln verdichtet. Neben einer kleinen Rollbahn für das Heranführen des Erdmaterials war eine 3 t schwere Walze vorhanden, die von Ochsen gezogen wurde.

Das alte Kubelwerk wurde von der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, vormals W. Lahmeyer und Cie. in Frankfurt am Main, als Generalunternehmerin erstellt. Vom Stausee führte eine 294 m lange Druckleitung mit 1,6 m lichter Weite und einem Durchflussvermögen von 8 m³/s zum Maschinenhaus, welches auf dem rechten Sitterufer im

Bild 1, links. Die alte Papiermühle «zum Kubel» am Zusammenfluss der Sitter und Urnäsch im Jahre 1890.

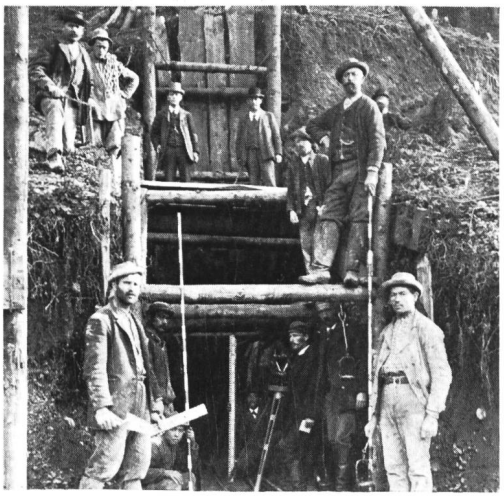


Bild 2, rechts. Die Stollen für die Zuleitung des Wassers in den Gübsensee wurden durch Handbohrung ausgebrochen. Der Tagesvortrieb betrug 1,3 m in zwei 12stündigen Arbeitsschichten.

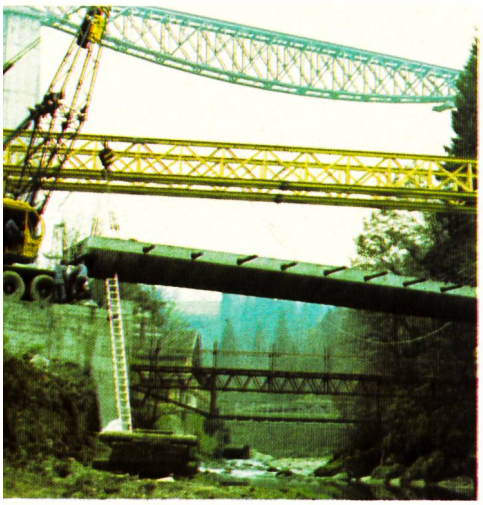


Bild 3. Die Brücke zur Kavernenzentrale besteht aus einem vorfabrizierten Betonhohlträger, der mit H brücke und Kran versetzt wurde. Im Hintergrund der Sitterviadukt der Bodensee—Toggenburg-Bahn.

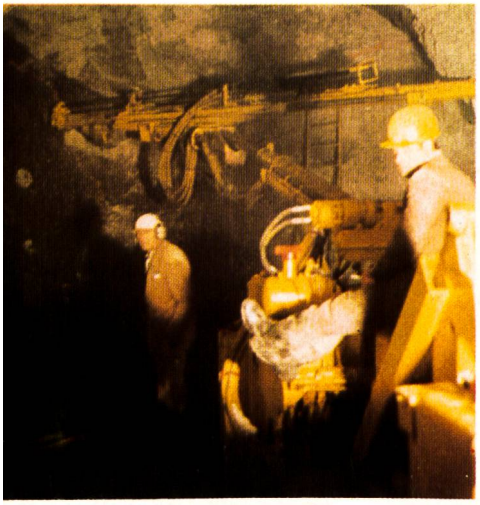
Bild 4. Das Einlaufbauwerk zum Fassen des Wassers im Gübsensee wurde im Schutze von Spundwä erstellt.

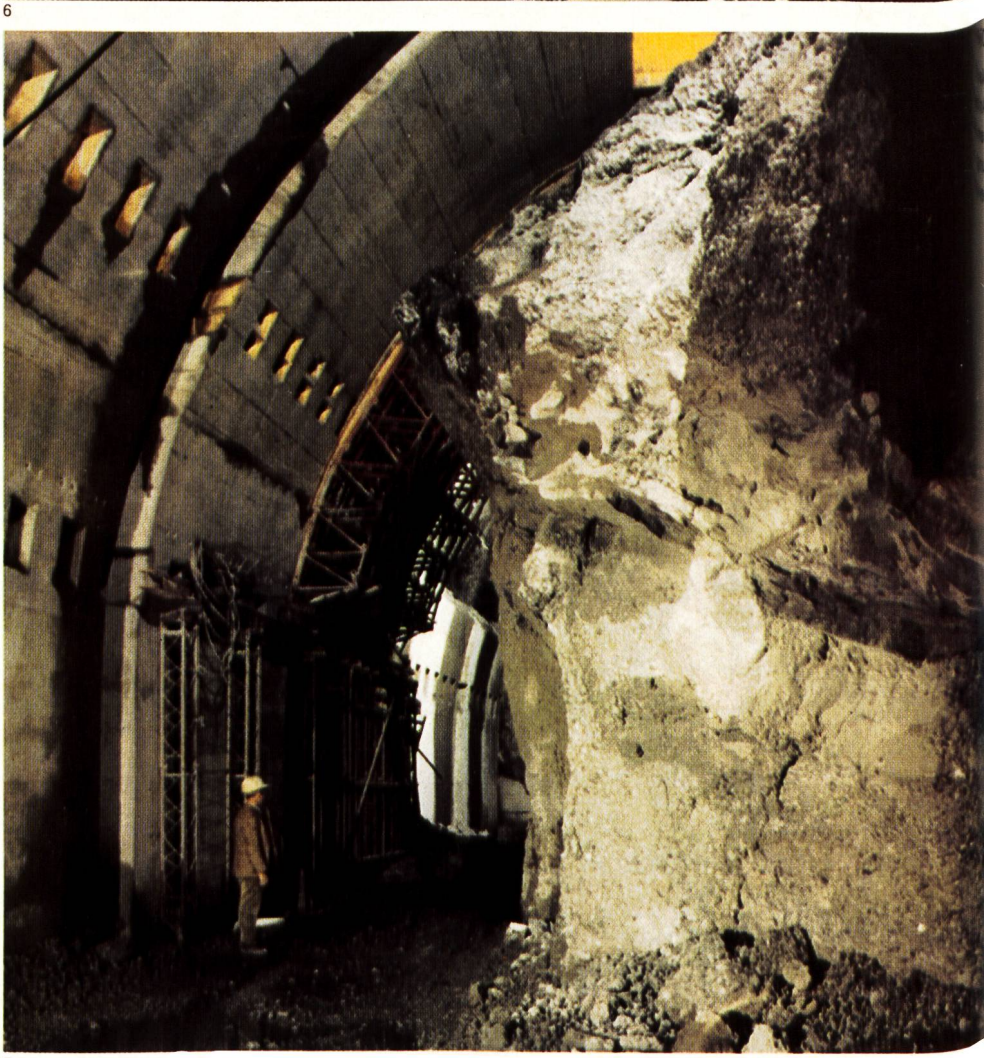
Bild 5. Der Zugangsstollen zur Kavernenzentrale wurde mit einem einarmigen Bohrjumbo ausgebrochen.

Bild 6. Das Kavernengewölbe wurde nach dem Ausbruch durch Felsanker gesichert und betoniert.

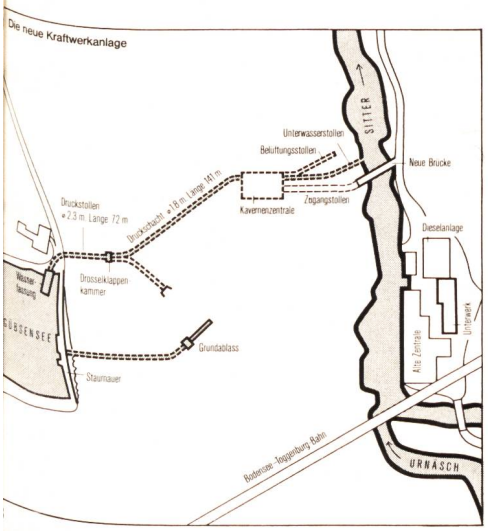
Bild 7. Nach Ausbruch zweier Längsstollen für die seitlichen Betonwände und eines Firststollens für Kavernengewölbe wurde der noch verbliebene Felskern etappenweise gesprengt.

6

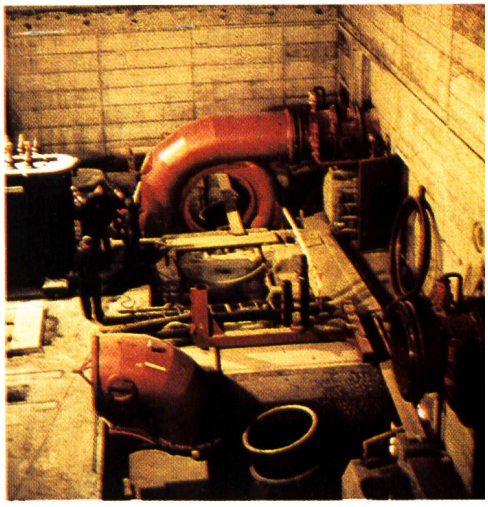




7



9



Kubel stand. Ursprünglich wurden hier vier Maschineneinheiten von je 400 kW Leistung aufgestellt. Die Turbinen mit horizontaler Welle lieferte Escher, Wyss und Cie. in Zürich. Die Drehstromgeneratoren stammten von der Generalbauunternehmerin und erzeugten direkt die Netzbetriebsspannung von 10 000 V.

Im Jahre 1903 wurde die hydraulische Anlage durch eine fünfte Maschineneinheit von 850 kW und im folgenden Jahr durch eine solche von 960 kW erweitert. Zusammen mit einer Dampfturbine erreichte das Kraftwerk damals 4260 kW.

Vom Kraftwerk aus wurde die elektrische Energie in 10 000 V über Fernleitungen verteilt. Sie führten im Westen über Herisau—Flawil nach Wil, Degersheim und Uzwil, im Südwesten und -osten nach Schwellbrunn, Teufen—Bühler—Gais und im Nordosten nach Goldach mit Abzweigung nach Speicher.

Die Maschinen und Einrichtungen des Kraftwerkes Kubel wurden im Verlaufe der Zeit mehrmals umgebaut und erneuert. Mit der Erstellung einer zweiten Druckleitung vom Stausee zum Maschinenhaus im Jahre 1905 und dem Bau eines Parallelstollens vom Tobel zum Gübsensee im Jahre 1914 erreichte die Leistung der alten hydraulischen Kraftwerkanlage schliesslich 11 300 kW. Die mittlere jährliche Energieerzeugung betrug 29 GWh.

Die Erneuerung von Druckleitung und Kraftwerk

Nach jahrzehntelangem Betrieb wurden Druckleitungen, Turbinen und Generatoren der alten Anlage reparatur- und störungsanfällig. Daher beschloss man im Jahre 1972 aufgrund eingehender Wirtschaftlichkeitsberechnungen und Projektstudien, das Kraftwerk und die Druckleitung vollständig zu erneuern. Dabei sollte das Wasser von der Urnäsch und der Sitter in bisheriger Weise genutzt werden, mit dem Gübsensee als Tagesspeicher.

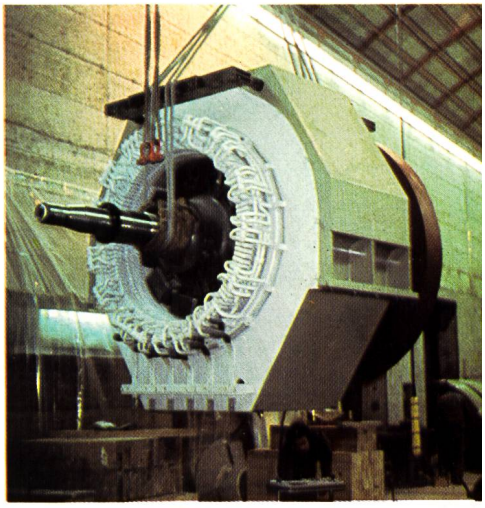


Bild 8. Uebersicht über die neue Kraftwerkanlage.

Bild 9. Zugangsstollen zur Kavernenzentrale während des Baues.

Bild 10. Antransport eines Turbinengehäuses.

Bild 11. Montage der Turbine, Gruppe 1.

Bild 12. Transport eines Generators mit dem Kran der Kaverne.

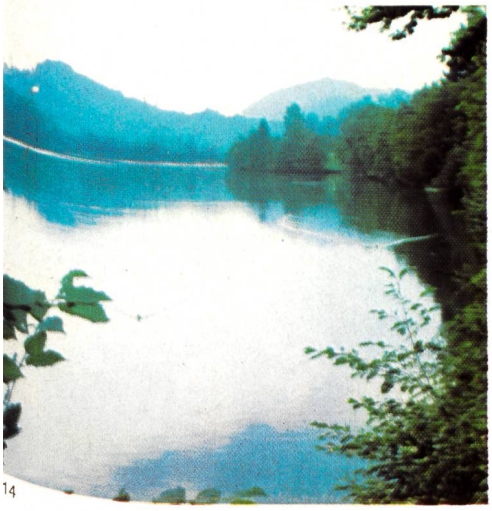
Bild 13. Die Turbine-Generator-Gruppe 3 (Dotiergruppe) befindet sich im Untergeschoss der Kaverne.

Bild 14. Der Gübsensee, Stausee und Naturpark.

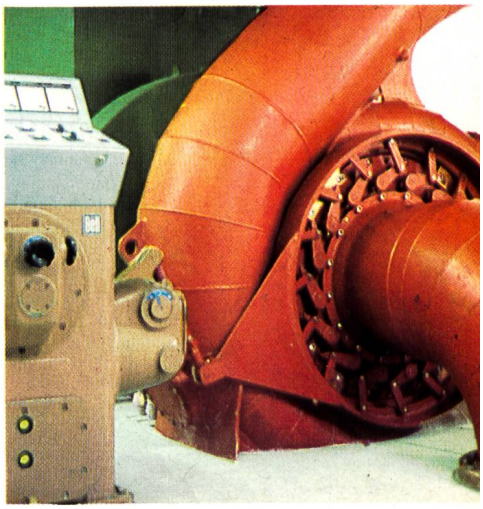
Schon im Herbst des Jahres 1900 liessen sich auf dem Gübsensee einige hundert nordische Lachmöwen, Wildenten und einzelne Blässhühner nieder. Tagsüber suchten die Enten ihr Futter in der Umgebung bis in das Andwiler Moos hinab. Jeden Abend kehrten sie zum Gübsensee zurück, um auf ihm, gegen Raubwild geschützt, zu nächtigen.

Am 7. Juni 1928 gründete eine Anzahl Naturfreunde die Gübsen-Gesellschaft. Der planmässige Ausbau des Stausees zum Naturschutzgebiet erfolgte nun durch diese Gesellschaft mit Unterstützung der St.-Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke AG nach dem Plan von Gartenarchitekt Klauser aus Rorschach: Man bepflanzte das Seeufer mit Birken, Erlen und Eschen, Zitterpappeln und allerhand Gedörn für Kleinvögel und liess der natürlichen Entwicklung des Auenbewuchses den Lauf.

Heute ist das Gebiet um den Gübsensee ein Gelände von besonderer Eigenart, das dem Menschen Ruhe und Erholung bietet und Pflanzen und Tieren eine natürliche und weitgehend ungestörte Entfaltung gewährt.



14



Hauptdaten der drei Maschinengruppen — Tabelle 1

		Turbine-Generator-Gruppe 1	2	3 Dotiergruppe
Turbinenleistung	kW	6680	6680	1650
Wassermenge	m³/s	8,0	8,0	2,0
Generatorleistung	kW	5925	5925	1600
Tourenzahl	U/min	600	600	1000

Im engen Taleinschnitt des Sittertobels war es schwierig, für das neue Kraftwerk einen geeigneten Standort zu finden. Die engen Platzverhältnisse an der Sitter, die geringeren Strömungsverluste in der kurzen Druckleitung und betriebliche Gründe führten dazu, das neue Kraftwerk im Berginnern, 60 m vom Sitterlauf entfernt, zu bauen.

Diese Anordnung erlaubte, ohne Produktionsausfall der alten Zentrale, das neue Werk zu erstellen, auszuprüfen und in Betrieb zu nehmen.

Ende 1976 konnte die neue Anlage nach dreijähriger Bauzeit dem Betrieb übergeben werden. Projektierung und Bauleitung lagen in den Händen der AG Ingenieurbüro Maggia, beratende Ingenieure, Locarno, die eng mit der SAK zusammenarbeiteten.

Ein 25 m langer Betonhohlträger überspannt die Sitter als Zufahrtsbrücke zum Eingang des 60 m langen Stollens, der mit leichtem Gefälle zur Kavernenzentrale führt.

Nach dem Bau des Zugangsstollens wurden für den Ausbruch der Kaverne zuerst zwei seitliche Längsstollen und ein Firststollen vorgetrieben. Durch Ausweitung des Firststollens und sukzessives Aufschlitzen der Seitenstollen konnte das Betongewölbe ringweise eingebaut werden. Der verbleibende Felskern wurde nach der Auskleidung und in deren Schutz auf einfache und rationelle Weise abgebaut.

Die Druckleitung verläuft durchwegs im Felsen. Vom Einlauf des Wassers im Gübsensee führt ein 72 m langer Druckstollen von 2,3 m Durchmesser beinahe horizontal bis zur Drosselklappenkammer. Von dort fliesst das Wasser in einem Druckschacht von 141 m Länge und einem Gefälle von 80 % zu den Turbinen der Kavernenzentrale. Der Druckschacht ist mit Stahlrohren von 1,8 m Durchmesser gepanzert.

Aufgrund von sorgfältigen geologischen Studien und von Versuchsbohrungen wurde es möglich, die Kaverne fast ausschliesslich in festen Nagelfluhfelsen zu legen. Lediglich im hintern Teil wurden Schichten mit Schiefer- und Kohlemergel angeschnitten. Der Druckstollen konnte in die obere Nagelfluhbank gelegt werden, während der Druckschacht drei Mergel- und vier Sandsteinschichten durchstösst.

Dank der sorgfältigen geologischen Voruntersuchungen und der gewählten Baumethoden blieben die geologischen Erschwernisse sehr klein.

Die drei Maschinengruppen

Um die unterschiedliche Wasserführung optimal auszunützen, wurden drei Turbine-Generator-Gruppen eingebaut. Die Hauptdaten sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. Mit diesen drei Gruppen lässt sich bei Leistungen von 800 kW bis 13 450 kW mit guten Wirkungsgraden Energie erzeugen. Die kleinste Gruppe 3 erlaubt bei geringem Wasserzufluss wenigstens die minimale Wassermenge auszunützen, die der Sitter gemäss der Wasserrechtskonzession unterhalb des Kraftwerkes wieder zugeführt werden muss.

Den einflutigen, horizontalachsigen Francisturbinen fliesst das Wasser durch ein Verteilrohr zu, das mit Drosselklappen abgeschlossen ist. Die Drosselklappen werden hydraulisch geöffnet und können mechanisch mittels Hebelgewicht geschlossen werden. An die Drosselklappen angeflanscht sind die Turbinen-Spiralgehäuse. Ueber den Leitapparat im Spiralgehäuse gelangt das Wasser dosiert zum Laufrad und gibt dort seine Energie ab. In der Achsmitte der Turbine wird das entspannte Wasser gefasst und durch den angeflanschten Saugrohrkrümmer dem Unterwasserstollen zugeleitet, der das Wasser wieder der Sitter zurückgibt.

Die zwei grösseren Generatoren sind für eine Maschinenspannung von 3800 V, der kleinere für 3150 V ausgelegt. Diese Spannungen werden durch Anpasstransformatoren auf die Verteilspannung des Netzes von 10 000 V transformiert. Beim plötzlichen Abschalten eines Generators, z. B. bei Kurzschluss, erhöht sich seine Drehzahl. Um diese Drehzahlerhöhung in zulässigen Grenzen zu halten, sind an allen Maschinengruppen Schwungräder angebracht.

Steuerung und Regulierung der Turbine-Generator-Gruppen

Die drei Maschinengruppen werden vollautomatisch gesteuert, so dass für den normalen Betrieb weder in der Kavernenzentrale noch im Unterwerk Bedienungspersonal notwendig ist. Die Kavernenzentrale kann über eine Anfahrautomatik sowie einen Optimalisierungsrechner vom Unterwerk aus ferngesteuert werden.

Jede Maschinengruppe verfügt über eine elektronische Anfahrautomatik, die es erlaubt, jede Turbine vom Stillstand aus auf Nenndrehzahl zu bringen. Anschliessend werden die Generatoren automatisch auf das elektrische Verteilnetz zugeschaltet. Jeder einzelne Programmschritt wird überwacht, und der nachfolgende Befehl wird erst erteilt, wenn die Rückmeldung des richtig vollzogenen vorangehenden Schrittes vorliegt. Ueberschreitet der Anfahrvorgang eine gewisse Zeit, so wird die Maschinengruppe automatisch in den Ausgangszustand zurückgeführt. Die vollzogenen Programmschritte werden optisch angezeigt, so dass bei allfälligen Störungen die Fehlerquelle sofort lokalisiert werden kann.

In Abhängigkeit der verfügbaren Wassermenge wird die entsprechende Turbine-Generator-Gruppe zugeschaltet, und die Leistungsabgabe an das Verteilnetz wird durch einen Optimalisierungsrechner gesteuert. Die unterschiedlichen Zuflüsse aus der Urnäsch und der Sitter sowie die rasch wechselnden Verhältnisse bei Wetterumschlägen bedingen häufige Korrekturen der Lasteinstellung. Diese Laständerungen können auch die Zu- und Abschaltung einer Maschinengruppe zur Folge haben. Der kontinuierliche automatische Betrieb der Kavernenzentrale mit optimaler Ausnützung der Wasserzuflüsse und des gespeicherten Wassers wäre ohne Rechenautomatik nicht zu realisieren.

Das Kraftwerk Kubel im Netz der SAK

Die im Kraftwerk Kubel erzeugte Energie macht nur noch etwa 3 Prozent der gegenwärtig im Absatzgebiet der Sankt Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke AG benötigten Jahresenergie aus. Da im engeren Versorgungsgebiet keine grösseren Wasserkräfte vorhanden sind, traten die SAK zur Sicherstellung der Energieversorgung im Jahre 1928 der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG, NOK, bei. SAK wie NOK sind öffentliche Unternehmungen, deren Aktien sich vollständig im Besitze der beteiligten Kantone befinden.