

Das erste Rohrturbinen-Kraftwerk der Schweiz

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **49 (1957)**

Heft 10

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-920845>

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.

Das erste Rohrturbinen-Kraftwerk der Schweiz

50 Jahre Elektrizitätswerk Bürglen AG

Auf den 3. September 1957 wurden verschiedene Vertreter von Behörden, der Presse und der an der Schaffung der neuen Anlagen beteiligten Unternehmungen von der Elektrizitätswerk Bürglen AG zu einem Treffen nach Weinfelden eingeladen, um des 50jährigen Bestehens der Gesellschaft zu gedenken und ihre zwei neuen Wasserkraftanlagen zu besichtigen.

Die von der Familie Böhi gegründete Elektrizitätswerk Bürglen AG (EWB) ist in der Schweiz heute noch eine der wenigen privaten Unternehmungen, die eine Gemeinde mit elektrischer Energie versorgt und diese Energie zudem in hohem Maße aus eigenen Erzeugungsquellen beschafft. Seit den 90er Jahren diente eine 70 PS starke «Zentrale» zuerst der Eigenversorgung von Mühle und Hof, später sukzessive der Stromverteilung an die übrigen Gemeindeeinwohner. Als Stromart wurde damals wie auch andernorts Gleichstrom gewählt. Eine Akkumulatorenbatterie und eine Dieselgeneratorgruppe ergänzten die wechselhafte Erzeugungsmöglichkeit aus dem Thurkanal. Noch kurz vor dem Zweiten Weltkrieg wurde, um den langsam sich abzeichnenden Mehransprüchen zu genügen, die Anlage ergänzt durch einen Anschluß an das Elektrizitätswerk des Kantons Thurgau, wozu ein Quecksilber-Gleichrichter benötigt wurde.

Auf Grund von eingehenden wirtschaftlichen Abklärungen entschloß sich dann das EWB nach Kriegsende, der allgemeinen Entwicklung folgend, das veraltete Gleichstromsystem zu verlassen. Damit war der Weg

für eine rasch aufwärtsstrebende Entwicklung des EWB geöffnet, da nun in Haushalt, Gewerbe und Industrie die gangbaren Drehstrom- und Wechselstromapparate angeschafft werden konnten. Anstelle des ausgedienten Gleichstromkraftwerkes wurde nach gründlichen Studien rund 400 m unterhalb der alten Zentrale, kurz vor der Einmündung des Kanals in die Thur, das neue Kraftwerk «Thur» mit einer Nutzwassermenge von 7,84 m³/s und einem Gefälle von 4,7 m erstellt. Damit wurde eine bessere Gefällsausnutzung erzielt. Das neue Kraftwerk «Thur» ist für zwei Kaplan-Generatorgruppen von je 406 PS, 340 kVA bei 250 U/min vorgesehen. Es wurde vorerst jedoch nur eine Maschinengruppe eingebaut. Zudem wurde eine größere Dieselgeneratorgruppe von 325 PS installiert und der Anschluß an das Elektrizitätswerk des Kantons Thurgau leistungsfähiger und betriebssicherer gestaltet.

Der Übergang auf Drehstrom hatte die erwartete Wirkung: Der Energieverbrauch stieg sofort und anhaltend sehr stark an, derart, daß gegenüber einer Verzehnfachung des Verbrauchs in den ersten 40 Jahren ungefähr ebenfalls eine zehnfache Vergrößerung des Konsums im fünften Jahrzehnt zu verzeichnen war. Dieser Aufschwung brachte einen weiteren Schritt im Ausbau der Eigenerzeugung im Rahmen einer wasserwirtschaftlichen Gesamtplanung. Zusammen mit einer glücklichen Sanierung der Kanalbauten — Aufheben von Mühle- und Sägekanal, Aufheben von drei Kanalunterführungen unter dem SBB-Trasse — wurde anstelle der

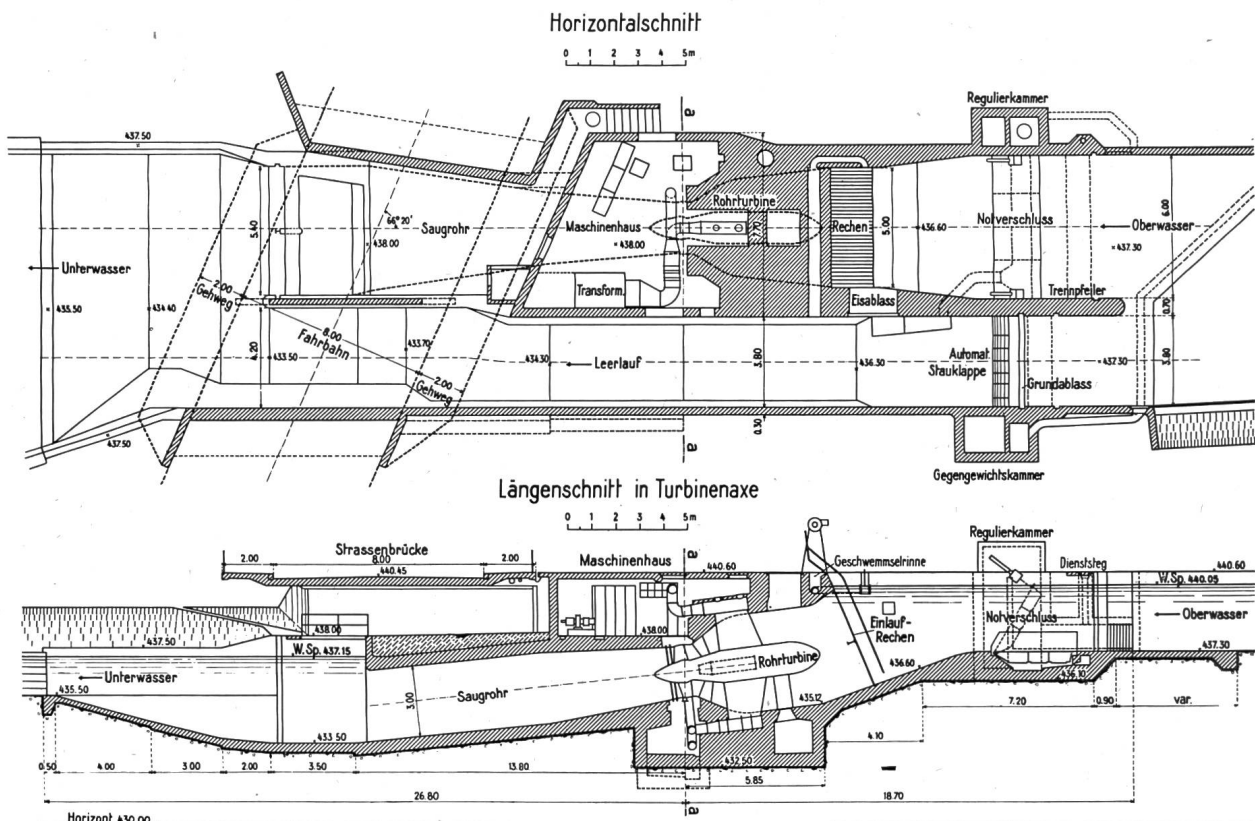
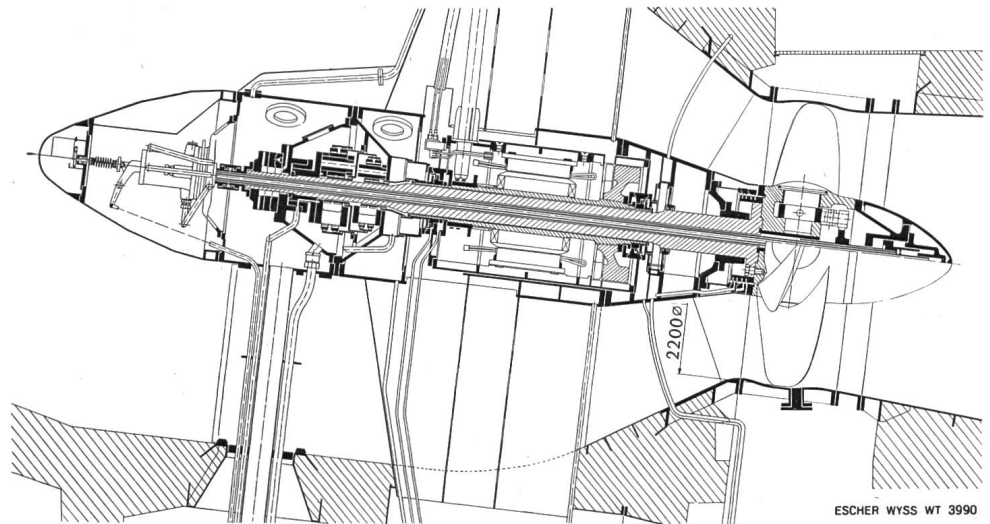


Abb. 1 Längsschnitt und Lageplan des Rohrturbinenkraftwerkes Bürglen/«Säge»

Abb. 3
Schnitt durch die von Escher-Wyß entwickelte Rohrturbine; rechts Laufrad, Mitte BBC-Generator, links Planetengetriebe



Ergänzung des sogenannten «Thur-Kraftwerkes» vom Jahre 1947 auf zwei Gruppen zuerst eine willkommene obere Kanalstufe, der Neubau des Kraftwerkes «Säge», in Angriff genommen. Die Anlagen «Thur» und «Säge» des EWB erzeugen im Mittel 4,6 Mio kWh pro Jahr.

Das Rohrturbinen-Kraftwerk «Säge»

Es entsprach dem Sinn und Geist des initiativen heutigen Leiters dieses privaten Elektrizitätswerkes, H. U. Böhi, daß in erfolgreicher Zusammenarbeit aller Beteiligten die den vorliegenden Wasser- und Landschaftsverhältnissen am besten entsprechende Rohrturbinenanlage ausgeführt werden konnte, eine erste Anwendung dieses Turbinensystems in der Schweiz; die neue Anlage konnte nach erstaunlich kurzer Bau- und Lieferzeit im Oktober 1956 den Dauerbetrieb aufnehmen und bisher die in die Leistungsfähigkeit gesetzten Erwartungen voll erfüllen.

Gegenüber der Kaplan turbine üblicher Bauart mit Einlaufspirale und Saugrohrkrümmer hat die Rohrturbinenanlage vor allem den Vorteil der geringeren Kosten für die baulichen Aufwendungen. Dazu strömt das

Wasser praktisch geradlinig vom Oberwasserkanal durch die Turbine in den Unterwasserkanal, was sich günstig auf den Wirkungsgrad auswirkt. Außer den geringen Dimensionen des Baukörpers fällt in der vorliegenden Anlage auch das übliche Maschinenhaus mit Montagekran weg, indem die elektrischen Ausrüstungen und die Hilfseinrichtungen in einem niederen Bedienungsraum unmittelbar über dem Saugrohr untergebracht werden konnten. Der Baukörper der gesamten Rohrturbinenanlage reicht kaum über das Niveau des Oberwasserspiegels und verschwindet praktisch im Landschaftsbild. Dies um so mehr, als die Decke der Anlage auf gleichem Niveau liegt wie das Trottoir der unmittelbar daran anschließenden Straßenbrücke über den Unterwasserkanal (Abb. 5).

Als Nachteil muß bei einer Rohrturbinenanlage die Unzugänglichkeit für Kontrolle und Unterhalt des allseitig vom Wasser umströmten Maschinenaggregates in Kauf genommen werden. Das ursprüngliche Projekt sah in Anlehnung an ausländische Vorbilder vor, das Maschinenaggregat in eine als Diffusor wirkende Stahltrommel anzuordnen. Zu Gunsten wesentlicher Erleichterung der Zugänglichkeit für Montage und Revisionen sowie baulicher Vereinfachungen und Einsparungen wurde eine schweizerische, neue Lösung erzielt, die in origineller Weise die Anordnung des Turbinen-Generatorkörpers im Einlauf ermöglichte.

Die Besonderheit dieser Ausführung liegt darin, daß das zweistufige Planetengetriebe nicht zwischen Laufrad und Generator, sondern aus Gründen der guten Zugänglichkeit für Revisionsarbeiten vor dem Generator angeordnet wurde. Die Turbinenwelle ist durch die hohle Generatorwelle hindurch mit dem Getriebe verbunden. Das Turbinenlaufrad, in dessen Abflußhaube der Servomotor für die Schaufelverstellung untergebracht ist, sitzt fliegend auf der Welle. Auch bei dieser Turbine genügt aus betrieblichen Gründen ein Leitapparat mit feststehenden Schaufeln. Das vollständig in Öl laufende Turbinenlager ist gegen den Generator und gegen außen abgedichtet, um sowohl Ölaustritt als auch Wassereintritt zu verunmöglichen. Verschiedene Kontrolleleitungen dienen der dauernden Überprüfung dieses Lagers.

Querschnitt a-a in Laufradaxe
gegen Oberwasser gesehen
0 1 2 3 4m

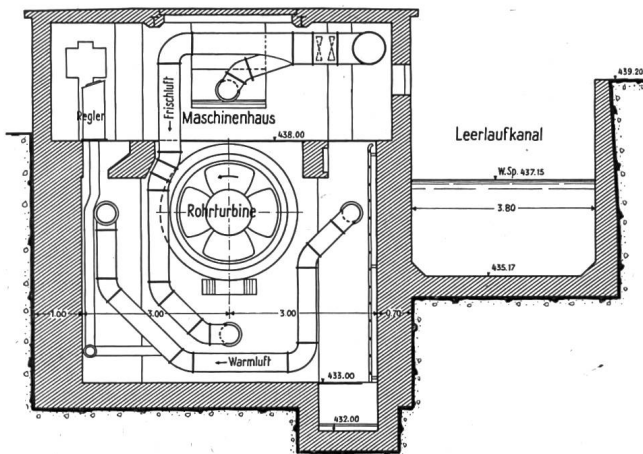


Abb. 2 Querschnitt durch das Rohrturbinenkraftwerk «Säge»

Die Rohrturbine hat bei einer Schluckfähigkeit von 19 m³/s und einem Gefälle von 3,06 m eine Nennleistung von 610 PS bei einer Drehzahl von 114 U/min und treibt über ein zweistufiges Planetengetriebe den Generator von 615 kVA mit einer Drehzahl von 1000 U/min.

Das gesamte Maschinenaggregat — umfassend das Kaplanlaufrad mit eingebautem Servomotor für die Flügelverstellung, den Generator, das zweistufige Planetengetriebe, Turbinen-Generator- und Spurlager, Druckkölmpumpe usw. — ist in einem torpedoförmigen Körper von über 7 m Länge eingebaut, der allseitig vom Wasser umströmt wird und durch vier kreuzförmig angeordnete Hohlspeichen im Turbineneinlauf festgehalten wird.

Durch die vier tragflügelartigen Hohlspeichen ist das Maschinenaggregat mit dem Bedienungsraum verbunden. Die Kühlluft für den Generator wird durch sie zu- und weggeführt. Die Generatorkabel, die Steuerkabel der Überwachungsorgane, die verschiedenen Ölleitungen für die Laufradverstellung sowie für die Schmierung der Lager und Getriebe und die mechanische Rückführung der Laufradstellung zum Turbinenregler werden ebenfalls durch die Hohlspeichen geführt. Auch die nahezu 3 m langen Schleifringbürsten für die Polraderregung können durch die Hohlspeichen von außen kontrolliert oder ersetzt werden.

Im Gegensatz zu den normalen Kaplanturbinen ist in der vorliegenden Anlage der Leitapparat nicht radial, sondern axial angeordnet, und zwar ist er nicht verstellbar, sondern fest. Beim «Schließen» der Turbine werden nur die Schaufeln des Laufrades quergestellt, während der Leitapparat offen bleiben muß. Der Wasserdurchfluß der Turbine kann nicht abgesperrt, sondern nur gedrosselt werden. Da die «geschlossene» Turbine langsam weiterlaufen kann, wurde vor dem Rechen ein Notverschluß, eine im Kanalboden des Oberwasserkanals versenkt angeordnete Klappe, eingebaut. Auch diese vollständige Neukonstruktion ragt nicht über die Wasseroberfläche hinaus. Sie ist zudem derart in die

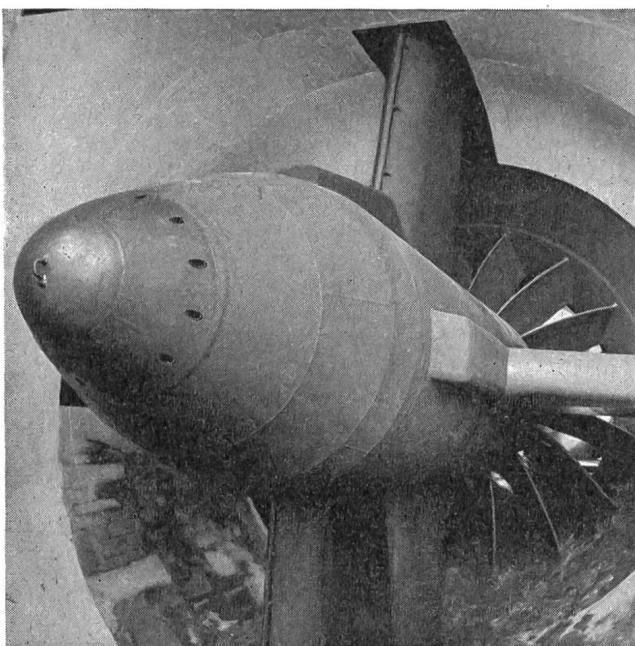


Abb. 4 Die eingebaute Rohrturbine. Ansicht von der Wassereintrittsseite; hinter den vier Stützrippen ist der feste Leitapparat sichtbar.

Sicherheits- und Überwachungsautomatik der Gesamtanlage kombiniert, daß in allen notwendigen Fällen der Turbineneinlauf vollständig geschlossen wird.

Die Turbinenregulierung arbeitet wie auch im Kraftwerk «Thur» im Normalbetrieb mit einer Schwimmersteuerung im Oberwasser auf die anfallende Wassermenge. Bei Ausfall des ausgleichend wirkenden Netzes des Kantons Thurgau wird die Turbinenleistung durch die Anforderungen des EWB-eigenen Verbrauchsnetzes bestimmt, in welchem Falle selbständig die Schwimmerregulierung auf Frequenzregulierung umstellt.

Der Antriebsmotor für das Reglerpendel und die Vorsteuerpumpe der Turbinenregulierung werden direkt von den Generatorklemmen gespeist, da für die gedrängten Raumverhältnisse und der kleinen Leistung entsprechend auf den Pendelgenerator verzichtet wurde. Bei unerregtem Generator kann also die Turbinenregulierung nicht arbeiten, der Regler schließt. Für den Anlauf muß so lange mit einer Handpumpe Drucköl für die Vorsteuerung erzeugt werden, bis der Generator Spannung abgeben kann.

Wie schon das Kraftwerk «Thur» ist auch das neue Kraftwerk «Säge» für nicht überwachten Betrieb und für Fernbedienung von der Schaltzentrale aus vorgesehen. Das Kraftwerk muß daher vom Bedienungspersonal nur zur Inbetriebnahme und zur periodischen Kontrolle sowie bei Störungen besucht werden.

Die im Rohrturbinenaggregat erzeugte Leistung wird von der Generatorspannung 380/220 Volt auf die Übertragungsspannung 8 kV (später 16 kV) transformiert und über das rund 500 m lange Hochspannungskabel der Schaltzentrale zugeführt. Hier erfolgt über ein eigenes Hochspannungsschalterfeld mit Meß- und Parallelschalteneinrichtungen der Anschluß an die 8-kV-Sammelschienen. Bei Netzstörungen soll nur der Hochspannungsschalter auslösen, so daß die leer weiterlaufende Maschinengruppe von der Schaltzentrale aus, wo sich das Bedienungspersonal aufhält, wieder parallel geschaltet werden kann. Die Hochspannungseinrichtung im Kraftwerk selbst beschränkt sich auf den Transformator, den unter Last schaltbaren Trenner, während der dem Kraftwerk «Säge» zugeordnete Hochspannungsschalter in der Schaltzentrale eingebaut ist und vom Kraftwerk «Säge» aus fernbetätigt werden kann. Der zwischen Generator und Transformator angeordnete automatische Niederspannungsschalter (Generatorschalter) soll nur bei internen Störungen im Kraftwerk, d. h. bei Ansprechen der Sicherheitsorgane, auslösen. Das Wieder-Parallelschalten der Maschinengruppe erfolgt in diesem Fall im Kraftwerk selbst mittelst des Generatorschalters. Eine Blockschaltung von Generator, Generatorschalter, Transformator und Hochspannungsschalter in der Schaltzentrale konnte nicht rein verwirklicht werden, weil die benachbarte Mühle direkt vom Kraftwerk «Säge» gespeist werden muß.

Den speziellen Verhältnissen der Rohrturbinenanlage mußte auch bei der Projektierung der Schalteinrichtung Rechnung getragen werden. Diese weichen denn auch in einigen wesentlichen Punkten von denjenigen im Kraftwerk «Thur» ab.

Die für den Anlauf und den Betrieb nötigen Hilfseinrichtungen erfordern aus Sicherheitsgründen eine mehrfache Speisemöglichkeit mit automatischer Umschaltung. Außerdem bedingt das im Wasser drehende

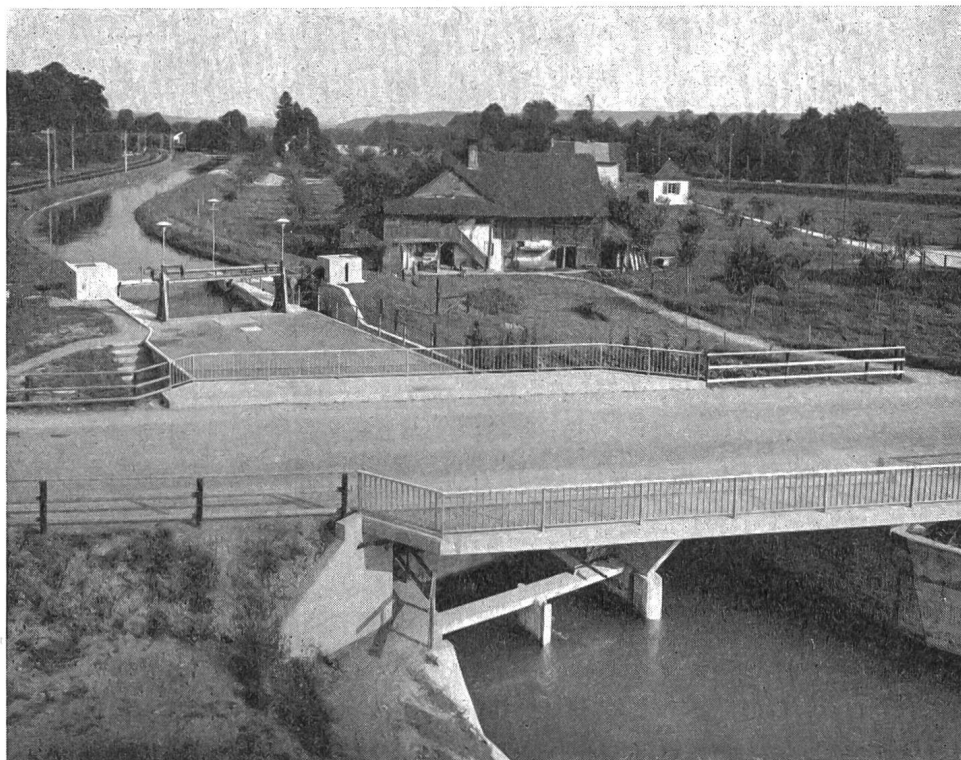


Abb. 5 Außenansicht des hinter und unter der Straßenbrücke gelegenen neuen Rohrturbinenkraftwerkes Bürglen/«Säge»

Maschinenaggregat den Einbau zahlreicher Sicherheits- und Kontrollorgane und eine Automatik, welche eintretende Störungen eindeutig meldet und selbständig die jeweils notwendigen Sicherheitsmaßnahmen einleitet.

Da infolge niedriger Raumhöhe eine natürliche Luftkühlung des Transformators nicht ausreichen würde, ist die verschlossene Transformierzelle in den durch Ventilatoren angefachten Kühlluftstrom zum Generator eingeschaltet. Die warme Abluft des Generators, die für Heutrocknung verwendet wird, erfaßt damit auch die Abwärme des Transformators.

Die Bedienungsschalttafel ist entsprechend ihrer dreifachen Aufgabe in drei Felder unterteilt, nämlich je ein Schalttafeld für den Generator, für die Automatik und für die Hilfsbetriebe.

Zur Konstanthaltung des Wasserspiegels im Oberwasserkanal des neuen Kraftwerkes «Säge» sind zwei *selbsttätige Entlastungskappen* installiert. Die erste befindet sich etwa 400 m oberhalb des neuen Maschinenhauses. Dieser bewegliche Verschluss von 1,70 m Stauhöhe und 5 m Breite ist linksseitig am Kanalufer eingebaut und benützt den alten Überlaufkanal der oberhalb liegenden Wasserkraftanlage als Entlastungskanal in die Thur. Durch diese Klappe können bei ganz geöffneter Lage (Klappe horizontal umgelegt) etwa $20 \text{ m}^3/\text{s}$, also die ganze Betriebswassermenge des Kraftwerkes «Säge», abgeführt werden, wenn dieses plötzlich abgeschaltet wird, ohne daß der Oberlieger durch den entstehenden Schwall wesentlich beeinflusst wird. Die zweite Entlastungsklappe ist unmittelbar beim Maschinenhaus, linksseitig des Turbineneinlaufs, über einer Grundschütze

angeordnet und entlastet seitlich des Maschinenhauses direkt in den Unterwasserkanal. Diese Klappe ist 3,80 m breit und 1,10 m hoch. Ihr Schluckvermögen beträgt etwa $8 \text{ m}^3/\text{s}$. Sie dient, gemeinsam mit der Grundschütze, dazu, beim Abschalten der Rohrturbine dem unterliegenden Kraftwerk «Thur» sofort die Betriebswassermenge zuzuführen, respektive zu erhalten.

Der Gestaltung des *automatischen Stauwehrs* mußte eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, da man störende, über dem benachbarten Straßenniveau aufragende Konstruktionen zu vermeiden trachtete; dies führte zu einer konstruktiv interessanten Lösung mit einer im Betriebszustand des Kraftwerkes in der Kanalsohle gelagerten, sohleneben umgelegten Notverschlußklappe.

Abschließend sei vermerkt, daß folgende Unternehmungen vor allem beim Bau des Kraftwerkes «Säge» mitwirkten:

Locher & Co., Zürich, für Projektierung, Leitung und Ausführung der Bauarbeiten; A. V. Lutz & Co., Zürich, für Projektierung und Ausführung der automatischen Stauwehre; Mech. Werkstätte V. Föh, Glarus, für die Rechenreinigungsmaschine und Grundablaß-Schütze; Escher Wyß AG, Zürich, für die Rohr-Turbine; AG Brown, Boveri & Cie., Baden, für den Generator; H. W. Schuler & E. Brauchli, Zürich, beratende Ingenieure für die maschinelle und elektrische Ausrüstung.

Text-Zusammenstellung nach Mitteilungen der Elektrizitätswerk Bürglen AG und obgenannter Unternehmungen