

Die Erneuerung des Kraftwerks Herrentöbeli im Toggenburg

Autor(en): **Müller, Urs**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **84 (1992)**

Heft 5-6

PDF erstellt am: **27.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-940552>

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.



Bild 5. Das Maschinenhaus Sella.



Bild 6. Das neue Maschinenhaus Sella im ersten Schnee.

– Eine Klimaanlage sorgt dafür, dass die Raumtemperatur in einem bestimmten Bereich bleibt. Die Anlage ist mit einem Feuermeldealarmsystem überwacht. Die gesamten Kraftwerkseinrichtungen wurden raumsparend auf zwei Etagen angeordnet. Das neue Maschinenhaus mit seiner Natursteinverkleidung passt sich unauffällig in die Landschaft ein.

Besonderheiten

Das Kleinkraftwerk Sella zeichnet sich durch eine Reihe von technischen und betrieblichen Besonderheiten aus, welche an Projektierung und Bau besondere Anforderungen stellen.

Das Kleinkraftwerk ist in den Wintermonaten praktisch unzugänglich. Da der Winter auch gleichzeitig die eigentliche Produktionssaison darstellt, wurden an die Betriebssicherheit und -zuverlässigkeit der gesamten Einrichtungen hohe Anforderungen gestellt. Die Anlage wird von der Zentrale Airolo oder vom Netzsteuerzentrum Lavorgo aus fernbedient und fernüberwacht. Die Maschinengruppe wird täglich 10 bis 16 Stunden betrieben. Um bei extremer Kälte ein Einfrieren der Druckleitung zu vermeiden, wurde ein fernbetätigter Freilaufschieber vorgesehen, der bei Betriebsstillstand eine schwache Wasserströmung in der Druckleitung aufrechterhält.

Die hochalpinen Klimabedingungen mit nur vier schneefreien Monaten erzwangen auch die Aufteilung der baulichen Erstellung auf zwei Sommerperioden. Während im Sommer 1990 ein Teil des Maschinenhauses sowie der untere Teil des Druckleitungsgrabens erstellt wurden, konzentrierte sich der grössere Teil des Bauprogramms auf den Sommer 1991. Vom Juni bis Ende September wurden die Bauarbeiten am Maschinenhaus und am Druckleitungsgraben fertiggestellt, die gesamte Druckleitung verlegt und montiert sowie die mechanischen und elektrischen Einrichtungen im Kraftwerk installiert. Das gute Wetter im Sommer 1991 hat sicher dazu beigetragen, dass die Anlage ohne spezielle Probleme termingerecht fertiggestellt werden konnte und vor Wintereinbruch ihren kommerziellen Betrieb aufnehmen konnte.

Die lange Druckleitung mit geringem Gefälle und hoher Aufstellungshöhe verlangte eine umfassende Druckstossrechnung.

Dabei wurden die beim Schliessen und Öffnen der Turbine auftretenden transienten Zustände beim Turbineneinlauf und an drei Stellen der Druckleitung ermittelt. Als Kriterien

wurden für die maximalen Drücke die zulässige Druckbelastung der Druckleitung und für die minimalen Drücke die Verhinderung vom Dampfdruck berücksichtigt.

Das zur Berechnung verwendete Programm ermittelte zugleich die zeitliche Änderung der Wassermenge sowie der Turbinendrehzahl.

Adresse der Verfasser: *Walter Nüssli*, Projektleiter, Colenco Power Consulting AG, Mellingerstrasse 207, CH-5405 Baden, und *Alessandro Sala*, Vizedirektor, Aar e Ticino SA di Elettricità, Atel, CH-6743 Bodio.

Die Erneuerung des Kraftwerks Herrentöbeli im Toggenburg

Urs Müller

1. Einleitung

Das Kraftwerk Herrentöbeli an der Thur oberhalb von Krummenau liegt an einem natürlichen Wasserfall, dessen Gefälle schon vor der Jahrhundertwende genutzt wurde. Die Anlage befindet sich in einem rund 30 m tiefen und nur schwer zugänglichen Taleinschnitt. Nach einer vorerst nur bescheidenen Ausnutzung der Wasserkraft ging das Werk im Jahre 1944 in den Besitz einer in Krummenau domizilierten Weberei über, welche einen Ausbau auf eine höhere Leistung vornahm. Das Kraftwerk bestand aus einem festen Überfallwehr, einem rund 20 m langen Zulaufkanal und der Zentrale mit einer Leistung von 130 kW. Bei einer Ausbaumassermenge von 3 m³/s und einem Nutzgefälle von 7,6 m liess sich eine mittlere Jahreserzeugung von 800 000 kWh erreichen. Im Jahre 1981 erwarb die St. Gallisch-Appenzelische Kraftwerke AG (SAK) dieses Kraftwerk, nachdem die Weberei ihre Fabrikation aus wirtschaftlichen Gründen einstellen musste. Vorerst wurde die bestehende Anlage weiterbetrieben, bevor die SAK im September 1987 eine neue, auf 80 Jahre befristete Konzession für einen Ausbau mit einem grösseren Gefälle von 9,6 m und einer Ausbaumass-

sermenge von 11 m³/s erhielt. Nach Vorliegen der Bau- und Rodungsbewilligungen wurde Anfang Oktober 1989 mit den Bauarbeiten an der Neuanlage begonnen. Im Frühjahr 1991 konnte die Anlage in Betrieb genommen und Ende Juli die letzten Arbeiten abgeschlossen werden.

2. Nutzbare Wassermenge und Energieproduktion

Die Thur beim Kraftwerk Herrentöbeli mit einem direkten Einzugsgebiet von 165 km² weist wegen der grossen Abhängigkeit der Zuflüsse von den jeweiligen Niederschlagsmengen grosse jahreszeitliche Schwankungen auf. Die jährlich nutzbare Wasserfracht wurde durch eine flächenproportionale Umrechnung aus der Dauerkurve der Abflussmengen der eidgenössischen hydrometrischen Station Thur Stein-Iltishag ermittelt. Bereits in einer Frühphase der Projektierung wurden verschiedene Ausbauvarianten mit variablen Ausbauwassermengen und Nutzgefällen untersucht. Als günstigste Lösung erwies sich ein Neubau mit einer Ausbauwassermenge von 11 m³/s, die durchschnittlich an 80 Tagen im Jahr erreicht oder überschritten wird. Da das Betriebswasser unmittelbar unterhalb des Wasserfalls wieder in die Thur fliesst, erübrigt sich eine Restwassermenge, so dass alles Wasser bis zur Ausbaumenge für die Energieerzeugung genutzt wird. Die nutzbare Wassermenge beträgt im Mitteljahr rund 176 Mio m³, wovon rund 70% im Sommer- und 30% im Winterhalbjahr anfallen. Bei einem nutzbaren Gefälle von 9,6 m resultiert daraus eine mittlere jährliche Energieproduktion des neuen Kraftwerkes von 3,6 Mio kWh. Die Ausbauleistung der neuen Anlage beträgt 840 kW.

3. Beschreibung der Neuanlage

Wegen der höheren Ausbauwassermenge und des um 2 m angehobenen Stauziels waren die bestehenden Anlageteile praktisch durchwegs abzubauen und durch neue, grössere am gleichen Ort zu ersetzen.

Stauwehr, Einlaufbauwerk und Zulaufkanal

Anstelle des bestehenden Holzdammbalkenwehrs war durch das erhöhte Stauziel eine neue Betonwehrrschwelle mit Natursteinverkleidung zu erstellen. Bei der Festlegung des Stauziels galt es, die flussaufwärts gelegene, in der Zwischenzeit aber eingestürzte Naturbrücke zu beachten, die nicht eingestaut werden durfte. Das 24 m breite Überfallwehr wurde auf das Bemessungshochwasser von 300 m³/s ausgelegt. Am rechten Widerlager des Stauwehrs befinden sich das Einlaufbauwerk und der Zulaufkanal zur neuen Zentrale. Eine Tauchwand vor dem Einlauf sorgt bei Stauwehrüberlauf für die Abweisung von grobem Geschwemmel. Der neue Grundablassschütz dient bei Hochwasser der Ableitung von Geschiebe und ermöglicht die Entleerung des Staubeckens bei Spül- und Unterhaltsarbeiten.

Der gleichzeitig als Entkieser dienende Zulaufkanal kann mit einem unmittelbar vor dem Einlaufrechen angeordneten Kiesspülschütz von Ablagerungen gereinigt werden.

Zentrale

Das neue dreigeschossige Zentralengebäude weist infolge der rund 10 m hohen Fallhöhe des Kraftwerkes und der aus Gründen der Kavitationssicherheit tiefen Einbauhöhe der Turbinen eine grosse Bauhöhe auf. Im untersten Geschoss sind die beiden Maschinengruppen mit den zugehörigen Hilfsbetrieben angeordnet. Im mittleren und obersten Geschoss befinden sich die elektrischen Einrichtungen des

Kraftwerkes sowie eine Transformatorenstation für die Energieversorgung der Region. Für den Zugang zur Zentrale vom Tobelrand aus dient ein rund 40 m langer Schrägaufzug mit einer Transportkapazität von 4 Tonnen.

Die Verarbeitung der anfallenden Wassermengen erfolgt mit zwei doppelregulierten Kegelrad-Rohrturbinen mit senkrecht zur Turbinenwelle aufgebauten Generatoren. Die Turbinen mit einem Laufraddurchmesser von 1000 mm weisen bei 5,5 m³/s Nennwassermenge je eine Nennleistung von 473 kW und eine Drehzahl von rund 470 Umdrehungen pro Minute auf.

Vom Zulaufkanal wird der Wasserstrom auf die beiden trichterförmigen Turbineneinläufe aufgeteilt, die je mit einem Einlaufrechen und einer automatischen Rechenreinigungsmaschine ausgestattet sind. Die Wasserrückgabe in die Thur erfolgt nach den Turbinensaugrohren direkt durch einen kurzen Stollen ins Unterwasser des Kraftwerkes. Mittels Ober- und Unterwasserdammbalken kann jede Turbine für sich im Revisionsfall trockengelegt werden, währenddem die zweite in Betrieb bleibt.

Die auf den Turbinen aufgesetzten Asynchrongeneratoren sind über ein Kegelradgetriebe mit den Turbinenwellen verbunden. Die Generatoren weisen je eine Nennleistung von 500 kW, eine Klemmenspannung von 400 V und eine Nenn-drehzahl von 1010 Umdrehungen pro Minute auf. Der Blindleistungsbedarf der Asynchrongeneratoren wird zum grössten Teil mittels Kondensatoren in der Zentrale kompensiert.

Den beiden Generatoren ist ein Transformator von 1250 kVA zugeordnet. Die Energie wird über ein Hochspannungskabel entlang dem Schrägaufzug bis zu einem Abgangsmast des 20-kV-Talversorgungsnetzes der SAK abgeleitet.

Die Kraftwerksanlage ist für vollautomatischen Betrieb ausgelegt und läuft unbedient. Gemäss Wasserrecht muss der Oberwasserspiegel auf Höhe der Wehrkante konstant gehalten werden. Diese Aufgabe obliegt den beiden elektronischen Turbinenreglern. Eine Gruppensteuerung regelt den

Tabelle 1. Technische Daten der Anlage.

Laufkraftwerk mit zwei gleichen Kegelrad-Rohrturbinen mit aufgebaute	
Asynchrongenerator	
Ausbauwassermenge Q_A	11 m ³ /s
Max. Bruttogefälle H_{Br}	10,1 m
Nettogefälle bei Q_A	9,3 m
Ausbauleistung P_A	840 kW
Mittlere Energieproduktion	
– Sommer	2,56 Mio kWh
– Winter	1,04 Mio kWh
– Jahr	3,60 Mio kWh



Bild 1. Alte Zentrale Herrentöbeli.

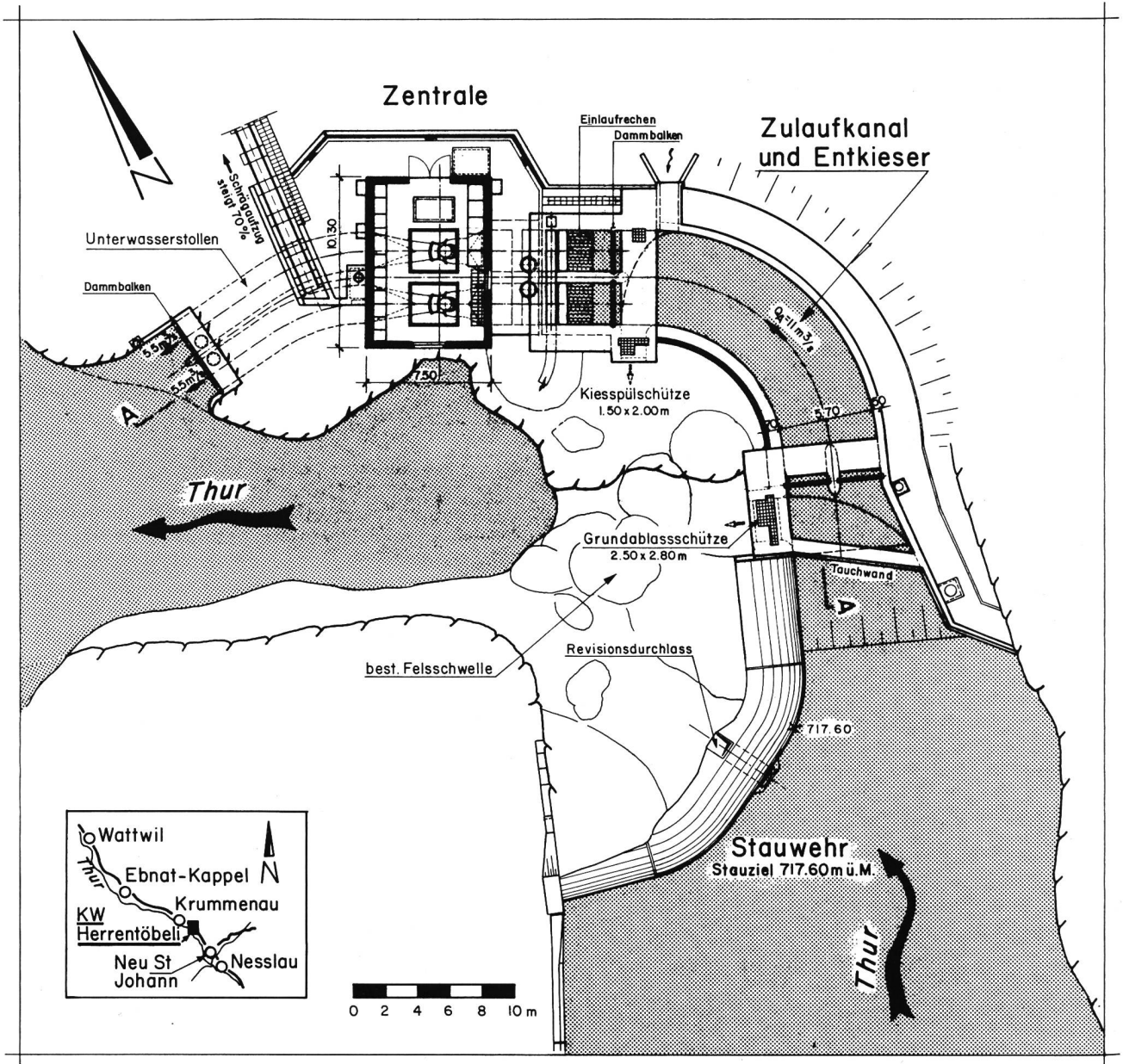


Bild 2. Situation des neuen Kraftwerks Herrentöbeli.

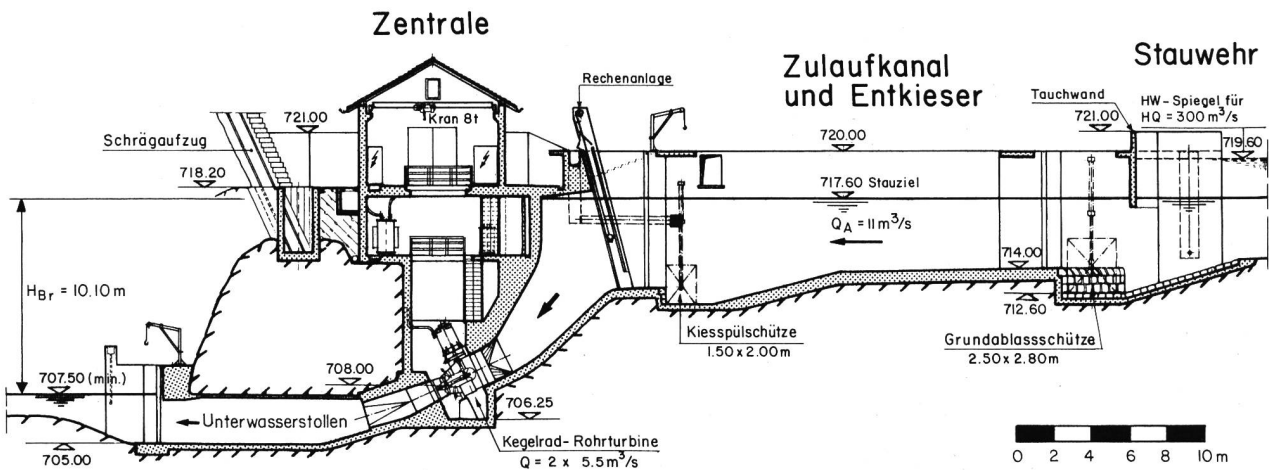


Bild 3. Längsschnitt A-A durch Einlaufbauwerk, Zulaufkanal, Zentrale und Unterwasserstollen der Neuanlage.

Einsatz der beiden Turbinen im Teillastbereich und ermöglicht einen möglichst optimalen Betrieb der Maschinengruppen. Der automatische Anlauf der Gruppen erfolgt über eine speicherprogrammierbare Steuerung. Daneben lassen sich die Maschinen aber auch von Hand über eine normale Relaissteuerung bedienen. Das Kraftwerk ist mit den üblichen Überwachungs- und Alarminrichtungen ausgerüstet. Bei unbedienter Anlage werden Störungen mittels Telealarmanlage direkt an das zuständige Pikettpersonal weitergeleitet.

Bauausführung

Die Bauarbeiten wurden im Oktober 1989 zu Beginn der wasserarmen Jahreszeit aufgenommen. In einer ersten Bauphase wurde die linke Hälfte des Stauwehrs erstellt, um Anfang 1990 die Thur durch eine in Wehrmitte ausgesparte Baubresche zu leiten. Zur zweiten Bauphase gehörten die rechte Wehrhälfte, das Einlaufbauwerk, der Zulaufkanal und die Zentrale, die im Schutze von Betonfangdämmen gebaut wurden. Eine Überflutung der Baustelle während des extremen Thurhochwassers vom Februar 1990 und diverse starke Wassereintritte im stark zerklüfteten und ausgewaschenen Nagelfluhfels führten während der Aushubphase zu erheblichen Schwierigkeiten. Die Erschliessung der Baustelle erfolgte über einen rund 50 m hohen Hochbaukran. Die fehlende Zufahrtsmöglichkeit und die äusserst beschränkten Platzverhältnisse erforderten ein etappenweises Vorgehen mit entsprechend längerer Bauzeit. Die Montage der elektromechanischen Ausrüstung begann Anfang Oktober 1990, die Inbetriebsetzung der Anlage fand Anfang April 1991 statt.

4. Zusammenfassung

Die Erneuerung des Kraftwerks Herrentöbeli mit einer Erhöhung der Ausbauwassermenge und einer Anhebung des Stauziels ermöglichte eine Erhöhung der Energieproduktion auf das 4,5fache der alten Anlage. Das neue Kraftwerk fügt sich ausgezeichnet in die Umgebung ein, und seine Stromerzeugung ist umweltfreundlich. Mit dieser Neuanlage leistet die St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG einen kleinen, aber sehr sinnvollen Beitrag an die Lösung unserer Energieprobleme.

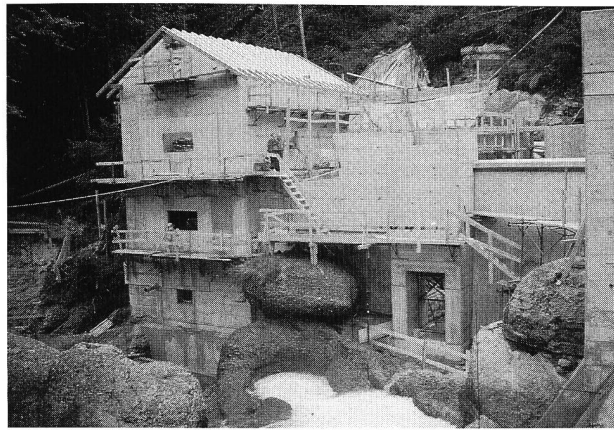


Bild 4. Zentrale, Zulaufkanal und Kiesspülschütze kurz vor Rohbauvollendung.

Tabelle 2. Am Bau Beteiligte.

<i>Bauherr</i>	St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG, St. Gallen.
<i>Projekt und Bauleitung</i>	AG Ingenieurbüro Maggia, Beratende Ingenieure, Gossau und Locarno.
<i>Baumeisterarbeiten</i>	Arbeitsgemeinschaft Kraftwerk Herrentöbeli, W. Schlittler AG, Bauunternehmung, Niederurnen, Pozzi AG, Bauunternehmung, Wattwil.
<i>Schützen und Dammbalken</i>	Erh. Lutz & Co., Ingenieurbüro, Zürich.
<i>Rechen und Rechenreinigungsmaschinen</i>	Vinzenz Fäh, Maschinen- und Metallbau AG, Glarus.
<i>Turbinen</i>	Bell Maschinenfabrik AG, Kriens.
<i>Elektrische Ausrüstung (Gesamtlieferung)</i>	Costronic SA, Préverenges.
– <i>Generatoren</i>	Otto Bartholdi AG, Elektromaschinenbau, Koblenz.
– <i>Kontrollschalttafel, Mittelspannungsanlage</i>	Costronic SA, Préverenges.
<i>Schrägaufzug</i>	R. Niederberger Söhne AG, Seilbahnen, Dallenwil.

Adresse des Verfassers: Urs Müller, dipl. Bauingenieur ETH, AG Ingenieurbüro Maggia, via St. Franscini 5, CH-6601 Locarno.

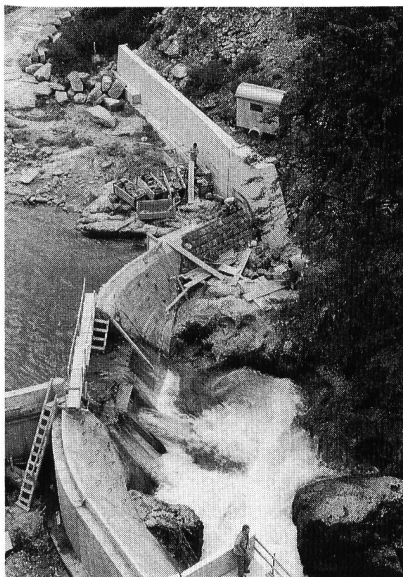


Bild 5. Stauwehr im Bauzustand. Erstellung der Natursteinverkleidung und Mauerbresche in Wehrmitte für Baumleitung.



Bild 6. Kraftwerk Herrentöbeli nach der Erneuerung.