

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 83 (1991)
Heft: 11-12

Artikel: Die Erneuerung des Lungernerseekraftwerks
Autor: Müller, Urs
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-941041>

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: 16.03.2025

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

Die Erneuerung des Lungernerseerkraftwerks

1. Einleitung

Das Elektrizitätswerk Obwalden (EWO) betreibt seit dem Rückkauf des Lungernerseerwerkes von den Centralschweizerischen Kraftwerken, Luzern, im Jahre 1982 die beiden Kraftwerke Kaiserstuhl und Giswil. Das Lungernerseerkraftwerk nutzt die Abflüsse der Grossen und Kleinen Melchaa in zwei Kraftwerkstufen über ein Gesamtgefälle von rund 340 m.

Das zunehmende Alter der Anlagen und die stetig steigende Energienachfrage bewogen das EWO, einen Ausbau des Lungernerseerwerkes zu studieren.

Ein Ausbauprojekt mit neuer Kavernenzentrale Unteraa, neuen Druckstollen und Druckleitungen sowie einer wesentlich besseren Nutzung der oberen Kraftwerkstufe durch Höherlegung der Wasserfassungen, dem Bau eines Ausgleichsbeckens Tobelplätz und der Zuleitung der linksseitigen Giswiler Bäche erlaubt es, die heutige mittlere jährliche Energieproduktion von 92 GWh auf rund 137 GWh zu steigern. Das Genehmigungsverfahren des Konzessionsprojektes und die Umweltverträglichkeitsprüfung bei den kantonalen Amtsstellen für den geplanten Weiterausbau sind zurzeit im Gang.

Aufgrund des sich zunehmend verschlechternden Zustands der aus dem Jahre 1922 bzw. 1932 stammenden Maschinengruppen und Druckleitungen sowie der elektrischen Anlagen des Kraftwerkes Unteraa muss das Elektrizitätswerk Obwalden, auch vor dem Vorliegen aller Bewilligungen für einen Gesamtausbau, aus Sicherheitsgründen verschiedene Anlagenteile raschmöglichst ersetzen. Ein Ausfall von einer oder mehreren Maschinengruppen könnte, neben der fehlenden Strommenge, vor allem im Lungernsee, der keinen natürlichen Abfluss hat, bei Hochwasser zu einem gefährlichen Anstieg des Seespiegels mit einer allenfalls nur noch schwer kontrollierbaren Überflutung führen.

Der Verwaltungsrat des Elektrizitätswerkes Obwalden fasste anfangs 1991 nach Vorliegen des Bauprojektes und verschiedener verbindlicher Angebote wichtiger Anlagenteile den definitiven Baubeschluss für die 1. Etappe mit Erneuerung der unteren Stufe des Lungernerseerkraftwerkes. Mitte April 1991 wurde mit den Bauinstallationsarbeiten für die Erstellung der neuen Kavernenzentrale Unteraa begonnen. Der vorliegende Beitrag umschreibt die neuen Anlage- und Bauteile des Kraftwerkes Unteraa, die während der kommenden Monate und Jahre zu erstellen sind.

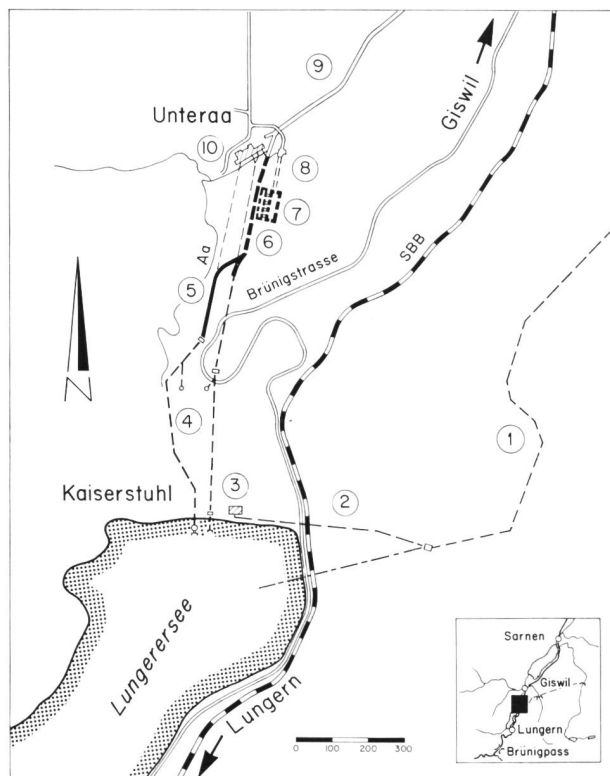


Bild 1. Situation Lungernerseerwerkes – Erneuerung der unteren Kraftwerkstufe.

1. Zuleitungsstollen aus dem Kleinen und Grossen Melchtal
2. Druckleitung (bestehend)
3. Zentrale Kaiserstuhl (bestehend)
4. Druckstollen und Wasserschloss West und Ost (bestehend)
5. Druckleitung West (neu)
6. Druckschacht (neu)
7. Kavernenzentrale Unteraa
8. Zugangs-, Kabel- und Unterwasserstollen
9. Unterwasserkanal (Aakanal)
10. Bestehende Zentrale Unteraa

2. Bestehende Anlagen

Die obere Gefällsstufe wird im *Kraftwerk Kaiserstuhl* genutzt, das als reines Laufkraftwerk entsprechend dem Wasseranfall in den Wasserfassungen Grosse und Kleine Melchaa betrieben wird. Die Grosse Melchaa wird in der Wasserfassung Rismatt unterhalb des Dorfes Melchtal gefasst und durch den rund 6,5 km langen Freispiegelstollen ins Kleine Melchtal geleitet. Nach der Zuleitung der Kleinen Melchaa fliesst das Betriebswasser beider Bäche durch den etwa 3,2 km langen Kleine-Melchaa-Stollen zum Wasser-

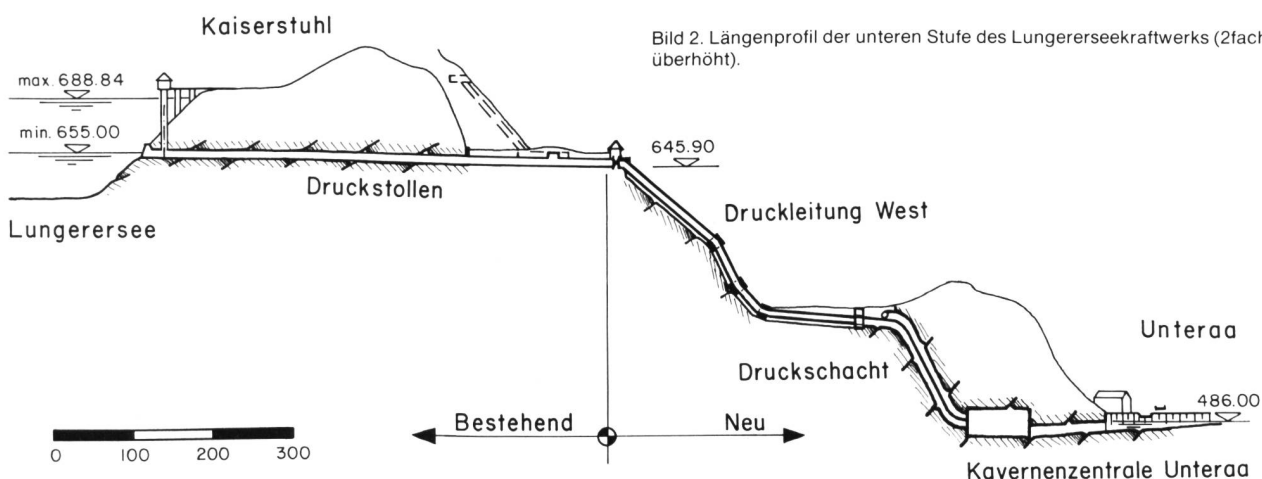


Bild 2. Längensprofil der unteren Stufe des Lungernerseerkraftwerkes (2fach überhöht).

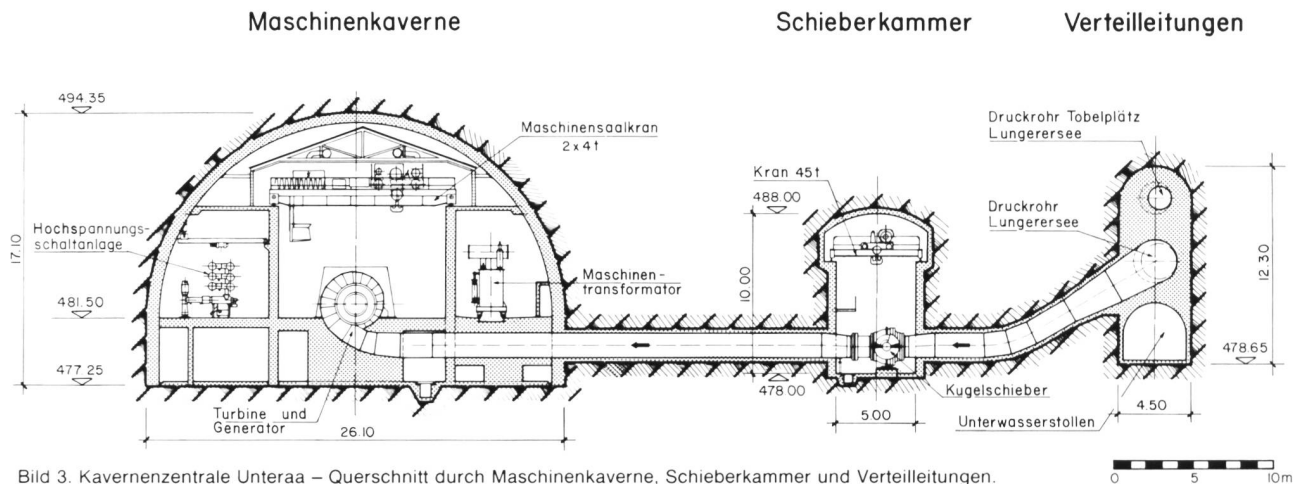


Bild 3. Kavernenzentrale Untereraa – Querschnitt durch Maschinenkaverne, Schieberkammer und Verteilleitungen.

schloss und über die rund 540 m lange Druckleitung zur Zentrale Kaiserstuhl. Im Zentralengebäude sind zwei vertikalachsige Maschinengruppen mit Francisturbinen von gesamthaft 10,5 MW Ausbauleistung eingebaut. Die Wasserrückgabe erfolgt direkt in den Lungerssee.

Der *Lungerssee* mit einem Nutzvolumen von rund 50 Millionen m³ dient zum Teil als Saisonspeicher für das Kraftwerk Untereraa und wird in den Wintermonaten entsprechend dem jeweiligen Energiebedarf abgesenkt.

Das *Kraftwerk Untereraa* nutzt das Gefälle von maximal 202 m zwischen dem Lungerssee und Giswil. Das Betriebswasser wird in zwei Seewasserfassungen in die Stollen West und Ost eingeleitet und über getrennte Druckleitungsstränge der Zentrale Untereraa zugeführt. In der freistehenden Zentrale Untereraa sind fünf horizontalachsige Maschinengrup-

pen mit Francisturbinen eingebaut. Die Ausbauwassermenge aller fünf Maschinen beträgt 32 m³/s, die maximale Ausbauleistung rund 50 MW. Weiter ist im Zentralengebäude eine Umformergruppe der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) zur Erzeugung des erforderlichen Bahnstromes für die Brünigbahn aufgestellt.

3. Erneuerung des Lungersseewerks

Die 1. Etappe des Ausbaus des Lungersseewerks umfasst die Erneuerung des Kraftwerkes Untereraa mit dem Bau einer rund 100 m tief im Fels liegenden Kavernenzentrale mit neuen Maschinengruppen, einen neuen Druckschacht und den Ersatz der bestehenden Druckleitung West. Die Nutzungsgrößen wie Gefälle, Ausbauwassermenge, Staukoten usw. bleiben gegenüber der heutigen Konzession

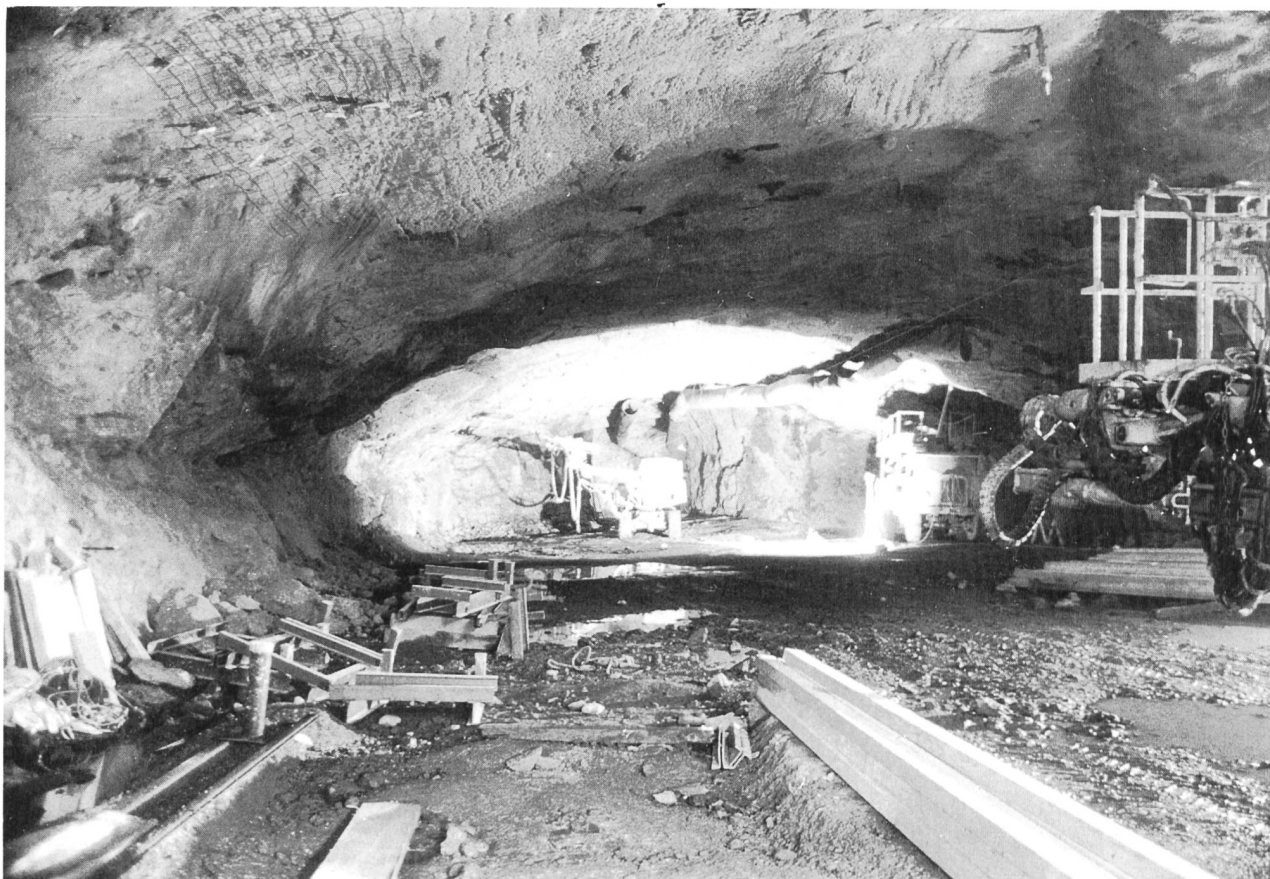


Bild 4. Kavernenzentrale Untereraa. Kalottenausbruch der Maschinenkaverne (Länge 90 m, Breite 23 m, Höhe 6 m).



Bild 5. Kavernenzentrale Unteraa. Schalwagen für die Betonverkleidung der Kalotte.

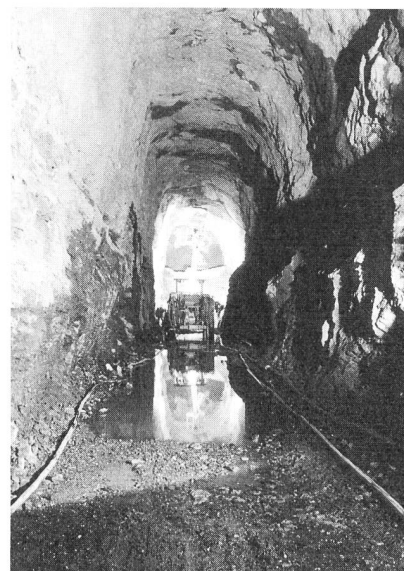


Bild 6. Kavernenzentrale Unteraa. Ausbruch des linken Paramentstollens der Maschinenkaverne.

unverändert. Der geplante Ausbau kann im Rahmen der gültigen Konzession von 1983 getätigt werden.

Als eigentliche Vorinvestition im Hinblick auf den geplanten Vollausbau des Lungernerseewerks wird in der mit vorerst drei Maschinengruppen bestückten Kavernenzentrale der Platz für eine vierte Gruppe vorgesehen. Ebenso wird der unterirdische Druckschacht vom Unteraaboden bis zur Kavernenzentrale mit einem zusätzlichen Druckrohr für den späteren Vollausbau ausgerüstet.

Das gewählte Konzept erlaubt es, den Bau unabhängig von der in Betrieb stehenden Anlage vorzunehmen. Die Anschlussarbeiten der Druckleitungen und des Unterwasserkanals an die neuen Anlageteile können praktisch ohne Produktionsunterbruch erfolgen.

Seewasserfassungen und Druckstollen

Die Seewasserfassungen und Druckstollen bleiben bei der geplanten Erneuerung unverändert. An den Seewasserfassungen werden die Einlaufschützen mit neuen Antrieben ausgerüstet und der Korrosionsschutz erneuert. Zur Ausführung dieser Arbeiten ist der Lungernersee im Winter/Frühjahr 1993 kurzzeitig ganz abzusenken. Gleichzeitig werden in den bestehenden Druckstollen die für den Weiterbetrieb notwendigen Unterhaltsarbeiten ausgeführt.

Druckleitungen und Druckschacht

Die heute zweisträngige Druckleitung West wird abgebrochen und durch eine neue Stahlrohrleitung von 2 m Durchmesser ersetzt. Die Apparatkammer West erhält eine neue Sicherheitsdrosselklappe gleicher Grösse als Rohrbruchsicherung. Das Rohr wird auf der ganzen Länge mit Erdmaterial überdeckt, womit das Landschaftsbild gegenüber heute eine bedeutende Aufwertung erfährt.

Die Druckleitung Ost bleibt unverändert, wird aber im Bereich des Unteraabodens ebenfalls mit Erdmaterial überdeckt.

Oberhalb des neuen Druckschachtes sind die beiden Druckleitungen mittels eines Hosenrohres zu verbinden. Das Betriebswasser gelangt anschliessend durch den gepanzerten Druckschacht mit 100% Neigung und 2,7 m Durchmesser zur Verteilungskammer der Kavernenzentrale.

Kavernenzentrale Unteraa

Die 87 m lange und 26 m breite Maschinenkaverne nimmt im Endausbau vier Maschinengruppen samt den zugehörigen Transformatoren, die gekapselten Schalt- und Kommandanlagen sowie die Werkstätten und Aufenthaltsräume für das diensttuende Personal auf.

Die Maschinengruppen 1 und 2 bestehen aus je einer horizontalachsigen Francisturbine von 24 MW Leistung und 14 m³/s Nennwassermenge und dem direkt gekuppelten Generator von 31,5 MVA Nennleistung.

Die Maschinengruppe 4 dient als Einphasen-Bahnmaschine mit 6,5 MW Leistung und 3,6 m³/s Nennwassermenge der Versorgung der Brünigbahn mit der notwendigen elektrischen Energie. Die Gesamtausbauwassermenge beträgt in der ersten Etappe wie heute 32 m³/s, nach Einbau der Gruppe 3 42 m³/s.

Neben der Maschinenkaverne sind die hydraulischen Abschlussorgane (Kugelschieber und Drosselklappen) in einer separaten Schieberkammer untergebracht. Die Aufteilung der Wassermengen auf die einzelnen Maschinen geschieht in einer in der Achse von Druckschacht und Unterwasserstollen verlaufenden Verteilung. Die Stahlrohre der Verteilungen sind durchwegs einbetoniert.

Der Hauptzugang zur Kavernenzentrale erfolgt durch einen fallenden Zugangsstollen, die Energieableitung verläuft im parallelen Kabel- und Belüftungstollen. Der Wasserrückgabe in den bestehenden Aakanal dient der separate Unterwasserstollen.

Die Energie aus der Zentrale wird in erdverlegten Kabeln abgeleitet und gelangt über eine neue Zugangsbrücke zu den heutigen Abgangsmasten der Hochspannungsleitungen.

Das neue Kraftwerk Unteraa ist für einen unbemannten Betrieb ausgelegt und wird ab der zentralen Netzleitstelle des EWO in Kerns ferngesteuert.

Bauausführung und Bauvorgänge

Die für die Erstellung der Kavernenzentrale Unteraa und des Druckschachtes notwendigen temporären Bauinstallationen liegen unmittelbar neben dem bestehenden Zentrallengebäude am rechten Ufer des Aakanals.

Die Maschinenkaverne wird in mehreren Etappen ausgebrochen. Vom Kabelstollen wird im Scheitel der Kaverne ein

Firststollen bis ans südliche Kavernenende vorgetrieben. Im zweiten Arbeitsgang wird der Firststollen ausgeweitet, gesichert und unmittelbar anschliessend in der Kalotte die ringweise Betonierung der Gewölbeverkleidung ausgeführt. Der Gewölbebeton stützt sich provisorisch auf seitlich ausgebrochenen und verankerten Kämpferwiderlagern ab. Parallel dazu erfolgt vom Zugangsstollen aus, entlang der Kavernenlängswände, der Ausbruch der Paramentstollen, wo die Betonverkleidung vom Fundierungsniveau bis auf eine Höhe von 4 m erstellt wird. In der dritten Phase wird der Felsbereich zwischen Kalotte und Paramentstollen etappenweise ausgebrochen und die Gewölbeverkleidung ringweise fertiggestellt. Mit dem grossflächigen Abbau des Kerns in der vierten Phase sind die Ausbrucharbeiten der Maschinenkaverne beendet.

Die Schieber- und Verteilungskammer sowie die Leitungsstollen werden in mehreren Etappen vom Zugangsstollen und Unterwasserstollen aus ausgebrochen.

Der Druckschacht wird mit mechanischem Vortrieb (Raise-boring-Verfahren) aufgeföhren.

Das Ausbruchmaterial, das praktisch vollständig als Koffermaterial und Betonzuschlagsstoff verwendbar ist, wird auf zwei verschiedenen temporären Deponieplätzen zwischengelagert und wiederverwendet.

Nach fertiggestellten Ausbruch- und Verkleidungsarbeiten folgen der Innenausbau, der Einbau der Panzerrohre der Verteilungen und nach Vollendung des Rohbaus die Montage der Maschinengruppen sowie die Fertigstellungsarbeiten.

Gleichzeitig mit der Maschinenmontage wird die Druckleitung West neu erstellt, um unmittelbar nach deren Fertigstellung das neue Kraftwerk Unteraa in Betrieb nehmen zu können. Über die Druckleitung Ost ist der Weiterbetrieb der bestehenden Zentrale stets gesichert.

Nach dem Baubeginn im April 1991 sind zurzeit die Ausbrucharbeiten der Kavernenzentrale im Gang. Die Erneuerungsarbeiten des Kraftwerkes Unteraa dauern rund drei Jahre. Die Fertigstellung und Inbetriebsetzung der neuen Anlage ist im Frühjahr 1994 geplant.

Nach Erteilung der Konzession für den Gesamtausbau des Lungernerseewerks wird die 2. Etappe gleichzeitig oder nach Inbetriebsetzung der Zentrale Unteraa ausgeführt.

Die Investitionskosten für die Erneuerung des Kraftwerkes Unteraa mit dem Einbau einer Einphasen-Bahnmaschine und den Vorinvestitionen für den Vollausbau belaufen sich auf rund 120 Mio Franken.

Tabelle 1. Ausbau des Lungernerseewerkes, 1. Etappe Erneuerung. Am Bau Beteiligte.

Bauherr
Elektrizitätswerk Obwalden, Stanserstrasse 8, CH-6064 Kerns
Baumeisterarbeiten, Los 1
Arbeitsgemeinschaft Zentrale Giswil, Postfach, CH-6074 Giswil
Rudenz AG, CH-6074 Giswil, Federführung
Murer AG, CH-6472 Erstfeld, Technische Leitung
Eberli Bau, CH-6060 Sarnen
Imfeld + Camenzind AG, CH-6066 Alpnach
Garovi + Birrer AG, CH-6072 Sachseln
Bürgi AG, CH-6066 Alpnach
Turbinen
Bell-Escher Wyss AG, CH-6010 Kriens
Abschlussorgane
Hydro Progress AG Luzern, CH-6102 Malters
Generatoren
ABB, CH-5401 Baden
Projekt und Bauleitung
AG Ingenieurbüro Maggia, Beratende Ingenieure, CH-6601 Locarno und CH-6060 Sarnen

4. Zusammenfassung

Mit der aufgezeigten Erneuerung der unteren Stufe des Lungernerseekraftwerks erhält das Elektrizitätswerk Obwalden ein neues, betriebssicheres Kraftwerk Unteraa, das für die nächsten Jahrzehnte eine sichere Beherrschung des Lungernerseespiegels garantiert.

Mit der durch die deutlich verbesserten Maschinenwirkungsgrade höheren Energieproduktion lässt sich zusätzlich wertvolle Energie gewinnen.

Die mittlere jährliche Energieproduktion der Zentrale Unteraa beträgt nach der Erneuerung rund 76 Mio kWh. Mit dem Einbau einer SBB-Maschinengruppe für die Brünigbahn gewinnt der öffentliche Verkehr eine zusätzliche wertvolle Energiequelle.

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

Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887)

Für Physiker bleibt der Name *Kirchhoff* verbunden mit namhaften wissenschaftlichen Arbeiten in der Elektrizitätslehre (Gesetze von Kirchhoff), der Elastizitätstheorie, der Optik, der Wellenausbreitung von Licht und der physikalischen Chemie. Als Hydrauliker kennt man den 1824 in Königsberg geborenen Wissenschaftler weniger, obwohl er auch hier substantielle Probleme wie die Wellenbewegung und die Laminarströmung untersucht hat. Die sicherlich bekannteste Arbeit «Zur Theorie freier Flüssigkeitsstrahlen» (1865) handelt von der Kontraktion einer zweidimensionalen Ausflussströmung, wie sie typisch bei Schützen auftreten kann. Kirchhoff setzt dabei eine Potentialströmung voraus und löst das Randwertproblem mit Hilfe der konformen Abbildung. Dieses mathematische Verfahren wurde durch *Lagrange* und *Cauchy* begründet und durch *Riemann*, *Christoffel* und *Schwartz* weiterentwickelt. Kirchhoff baute seine Studien zudem auf die kurz davor erzielten Resultate seines Kollegen *Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz*.



Kirchhoff wurde 1850 ausserordentlicher Professor in Breslau und 1854 Professor für mathematische Physik in Heidelberg sowie 1875 in Berlin. 1874 ernannte ihn die wissenschaftliche Akademie von Berlin zu ihrem Mitglied und die wissenschaftliche Akademie von Paris zu ihrem korrespondierenden Mitglied.

WHH