

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Band:** 74 (1982)  
**Heft:** 11-12

**Artikel:** Die Jungfraubahn erhält ein neues Stromversorgungskonzept :  
Modernisierung des Wasserkraftwerkes Burglauenen, Abschied vom  
Werk Lauterbrunnen  
**Autor:** Hofmann, Heini  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-941169>

### **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:** 15.10.2024

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

NUSSDORF	9. 8.82	16:49:51					
		SOLL	DW	UW	ZUFLUSS	DHF	DHA
PEGEL [M]		464.00	464.04	454.00	486.50	10.04	0.00
		REGLER	SPILAST	EFFEKT	MASCH 1-2	WEHR 1-3	FUEHRUNG
Q-SOLL [M3/S]		585	576	585	584	1	PEGEL
		REGLER	DH	DQT	DQW	PEGEL	LEISTUNG
			0.039	-8	-1	EIN	AUS
							ABFLUSS
							EIN
		MASCH 1	MASCH 2	MASCH 1-2	SOLL		
LEISTUNG [MW]		22.00	22.30	44.30	45.00		
Q-IST [M3/S]		288	288	576			
OFFNUNG [%]		90.7	90.7				
VERFUEGBAR		AUF MAX	AUF MAX	AUF MAX			
BEFEHL							
		WEHR 1	WEHR 2	WEHR 3	WEHR 1-3		
KLAPPE [M]		464.40	464.40	464.40			
SEGMENT [M]		0.00	0.00	0.00			
Q-IST [M3/S]		0	0	0			
VERFB Klappe		AUF MIN	AUF MIN	UNVERFB	AUF MIN		
VERFB Segment		UNVERFB	UNVERFB	UNVERFB	UNVERFB		
BEFEHL							

Bild 4. Bildschirmdarstellung.

9. 8.82	16:43:1	151	NUSSDORF	KLAPPEN	ZUSTAND	AUF MIN
9. 8.82	16:43:1	153	NUSSDORF	WEHR	ZUSTAND	AUF MIN
9. 8.82	16:43:49	42	NUSSDORF	TURBINE 1	OFFNUNG	MAXIMUM
9. 8.82	16:44:17	100	NUSSDORF	WEHR 1	KLAPPE	MINIMUM
9. 8.82	16:44:20	112	NUSSDORF	WEHR 2	KLAPPE	MAXIMUM
9. 8.82	16:44:25	57	NUSSDORF	TURBINE 2	OFFNUNG	MAXIMUM
9. 8.82	16:44:25	82	NUSSDORF	TURBINEN	ZUSTAND	AUF MAX
9. 8.82	16:44:32	**154**	NUSSDORF	WEHR	Q-ABWEICH	UNTER MAX

Bild 5. Meldungsprotokoll.

Bild 4 zeigt ein Beispiel des im Bildschirm ablesbaren, jeweils aktuellen Zustands des Kraftwerks und des Reglers. Diese Tabelle wird in die Leitstelle übertragen; sie kann ausgedruckt werden. Vom Betriebspersonal wurde die Bildschirmanzeige schnell akzeptiert und dazu benützt, das Kraftwerk auch im Handbetrieb nach ihr zu fahren. Damit hat der Bildschirm die Aufgabe des grossen Übersichtsschaltbildes übernommen.

Bild 5 bringt ein Beispiel des Meldeprotokolls, in dem auch die im Prozess unabhängigen Meldungen verarbeitet werden.

#### 4. Betriebserfahrungen

Der älteste von den hier erwähnten Prozessrechnern hat eine mehr als 5jährige Betriebszeit durchlaufen und dabei einige aussergewöhnliche Ereignisse wie extremes Hochwasser sowie Netz- und Kraftwerksstörungen verarbeiten müssen. Die Automatik hat alle diese Zustände gut beherrscht.

Die Störungshäufigkeit der Automatik selbst ist nach Überwindung von Anfangsschwierigkeiten gering. Der Rechner benötigt allerdings qualifiziertes Wartungspersonal und eine gewisse Bereitschaft zur Einarbeitung für alle Beteiligten.

Die Anpassung des Regelkreises an die örtlichen Gegebenheiten und Anforderungen nimmt einen langen Zeit-

Bild 6. Zentrale Nussdorf.

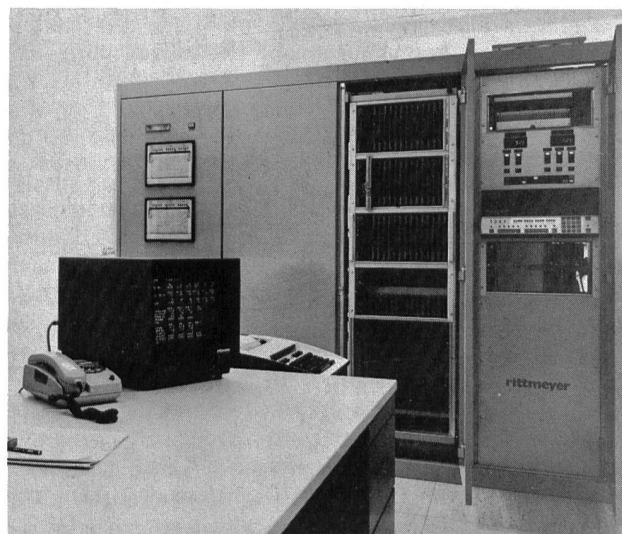


Bild 7. Zentrale Neuötting.

raum in Anspruch, da mehrere Betriebsarten (Wehr- und Turbinenbetrieb mit verschiedener Turbinenanzahl) und weite Bereiche der Wasserführung (100 m<sup>3</sup>/s bis 2000 m<sup>3</sup>/s) beherrscht werden müssen. Ein Kompromiss zwischen Regelgüte, Stabilität und Häufigkeit der Stellbefehle muss bei jeder Anlage empirisch gefunden werden.

Der unbemannte Betrieb erfordert auch bei grossen Kraftwerken, wie sie am unteren Inn üblich sind, keinen grossen technischen Aufwand. Er liegt unter 1% der gesamten Baukosten. Schwierigkeiten für die Sicherheit der Anlagen haben sich auch in langjährigem Betrieb nicht ergeben.

Adressen der Verfasser: Wolfgang Bernhauer, Innwerk AG, D-8266 Töging, und Josef Gähwiler, Rittmeyer AG, CH-6300 Zug.

## Die Jungfraubahn erhält neues Stromversorgungskonzept

### Modernisierung des Wasserkraftwerkes Burglauenen, Abschied vom Werk Lauterbrunnen

Heini Hofmann

Die Bahnen der Jungfrauregion verfügen über ein einmaliges Stromversorgungskonzept auf der Basis der Selbstversorgung. Im Zuge einer von Rentabilitätsüberlegungen diktierten Neukonzeption musste das eine von zwei eigenen Kraftwerken stillgelegt werden, während das andere zurzeit modernisiert und mit einer neuen Druckleitung versehen wird.

Bei der gegenwärtig herrschenden Tendenz der allgemeinen Aufwertung der Wasserkraftwerke stiess diese – notwendige – Liquidation eines Werkes auf Kritik, die jedoch einer sorgfältigen Prüfung der Gegebenheiten nicht standhielt.

#### Europas Höchste auf Erfolgskurs

Obwohl die zum «Top of Europe» emporstrebende Jungfraubahn nicht eine grundsätzliche Transportnotwendigkeit abdeckt, wie etwa eine Bergbahn, die hochgelegene Ortschaften mit dem Tal verbindet, sondern rein von den

Touristen abhängig ist, fährt sie doch beständig in den schwarzen Zahlen und gehört seit Jahren zu den «gesündesten» Privatbahnen Europas. Selbst in Zeiten allgemeiner Stagnation im Tourismus verzeichnet sie einen Aufwärtstrend und ist der Traumgrenze von einer Million Jahrespässagieren zum Greifen nahe.

Gründe dieser rosigen Situation: einmaliges Paradebeispiel geglückter Heirat zwischen Natur und Technik, Prestigeziel vieler Weltenbummler (wer nicht auf dem Jungfrauoch war, hat Europa nicht gesehen), zukunftsorientiertes Management und geschickte Public-Relations-Aktivitäten, die unter anderem zu einer eigentlichen Japaner-Invasion führten. Aber auch ein ökonomisches Energiekonzept trug seinen Teil bei.

#### *Guyer lebte seiner Zeit voraus*

Der Schöpfer der Jungfraubahn, *Adolf Guyer-Zeller*, ein Mann der kreativen Phantasie und des unbeirrbareren Tatendrangs, ging ein geniales Wagnis ein: Trotz der damaligen Steinzeit der Elektrifizierung, da noch niemand über Erfahrung verfügte, stand für den Bergbahnpionier bereits im Stadium der Planung fest, dass die Jungfraubahn elektrische Traktion erhalten sollte.

Guyer dachte aber noch weiter: Wenn elektrischer Betrieb, dann auch eigene Stromversorgung. Also sicherte er sich in weiser Voraussicht die Wasserrechte an beiden Lütschinen und erhielt am 10. Juni 1896 die Konzession zum Bau der beiden Kraftwerke Lauterbrunnen und Burglauenen respektive Lütschental (früher wurden die Kraftwerke nach dem Ort der Wasserfassung bezeichnet, weshalb das in



Die Jungfraubahn erschliesst eine einmalige Hochgebirgslandschaft.

Lütschental gelegene Kraftwerk Burglauenen heisst, weil hier der Einlauf ist).

#### *Verbundsystem bewirkte Umstellungen*

Diese beiden eigenen Kraftwerke ermöglichten es, im Sommer Überschussenergie an die Bernischen Kraftwerke abzugeben, welche ihrerseits im Winter aushalfen, wenn bei Niederwasser und skisportbedingten Spitzenfrequenzen die Eigenversorgung nicht mehr ausreichte.

Dieser Verbundbetrieb zwang die Jungfraubahn zur Anpassung ihres technischen Systems an das der öffentlichen Energieversorgungsunternehmen. Bisher lieferten die Bahngeneratoren Drehstrom mit 7000 V und 40 Hz, der zur Einspeisung in die Fahrleitung auf 500 V transformiert wurde.

Drehstrom (von Guyer seinerzeit als neueste Errungenschaft eingeführt) deshalb, weil er gerade den Zahnradbahnen wesentliche Vorteile bot: leichte Übertragbarkeit auf grosse Entfernungen, konstante Geschwindigkeit ohne notwendige Regulierung auf der Berg- und Talfahrt sowie die einfache Art der elektrischen Bremsung durch Energierückgabe ans Netz.

1960 dann wurde die Frequenz auf 50 Hz (Industriefrequenz) und die Fahrdrachtspannung zunächst von 500 auf 700, 1964 schliesslich auf 1125 V erhöht. Auf den Übertragungsleitungen des bahneigenen Verteilnetzes führte man anstelle von 7000 nun 16 000 V ein.

#### *Zunehmender Wintersport brachte Probleme*

Die Kraftwerke Lauterbrunnen und Burglauenen produzierten (als beide noch in Betrieb waren) zusammen bis zu 42 Mio kWh/Jahr, davon Burglauenen gute 80%, Lauterbrunnen lediglich knapp 20%. Zwei Drittel der gesamten Stromerzeugung entfielen auf Sommerenergie.

Die Probleme erwuchsen im Winter mit der rapiden Zunahme des Wintersportverkehrs. Dieser Mehrbedarf konnte, da keine Möglichkeit für Speicherenergie (Stauseen) bestand, nicht mehr gedeckt werden. Zudem waren beide Kraftwerke überaltert, und mit dem Ertrag aus der sommerlichen Überschussenergie allein war kein Sanierungsprogramm zu finanzieren. Deshalb suchte man nach anderen Lösungsmöglichkeiten.

#### *Energiewirtschaft 1981 des Kraftwerkes Burglauenen*

Genutzt werden die Wasser der Schwarzen Lütschine, bei einer maximal nutzbaren Wassermenge von 4,5 m<sup>3</sup>/s und einem Gefälle von netto 154,3 m.

Fünf Pelton-Turbinen (à 4 × 1370 und 1 × 2900 PS) liefern 8380 PS und 5 Drehstromgeneratoren (à 4 × 1150 und 1 × 2500 kVA) 7100 kVA.

Im Jahr 1981 konnte mit 39 897 580 kWh die höchste je im Kraftwerk Burglauenen erzielte Energieproduktion realisiert werden. Sie war um 1 730 740 kWh oder 4,5% grösser als im Vorjahr.

*Energieumsatz* (nahm 1981 um 1 889 825 kWh oder 4,29% zu)

Energieumsatz 1981	45 943 000 kWh	100,00%
Energieerzeugung KW		
Burglauenen	39 897 580 kWh	86,84%
Fremdenergiebezug von BKW	6 045 420 kWh	13,16%

#### *Energieverteilung 1981*

Abgabe an:

– Jungfraubahn	4 516 660 kWh	9,83%
– Wengernalpbahn	6 366 226 kWh	13,86%
– Berner Oberland-Bahnen	4 793 425 kWh	10,44%
– Bergbahn Lauterbrunnen–Mürren	887 591 kWh	1,93%
– Bernische Kraftwerke AG	19 483 200 kWh	42,41%
– Abonnenten	8 233 663 kWh	17,92%
– Eigenbedarf Kraftwerk	271 907 kWh	0,59%
– Verluste und Messfehler	1 390 328 kWh	3,02%

Die Energieerzeugung 1981 betrug im Sommer 27 141 200 kWh oder 68,03%, im Winter 12 756 380 kWh oder 31,97%.

## Ein wohlüberlegter Entscheid

Man machte sich die Sache nicht leicht. Ganze drei Expertisen (durch die Bernischen Kraftwerke AG, die Elektrowatt und Jungfraubahn-intern) wurden eingeholt, kamen aber alle zur selben Feststellung, welche zur Aufgabe des Werkes Lauterbrunnen im Jahre 1974 führte.

Diesen Entscheid erleichterte zudem die Tatsache, dass der Berghang oberhalb des Kraftwerkes infolge Instabilität ungenügend Sicherheit bot (Zerstörungen durch einen massiven Steinschlag bestätigten dies). Zudem war in Lauterbrunnen wesentlich weniger und fast ausschliesslich Sommerenergie produziert worden, für die kein Mangel besteht.

Gemäss Konzessionsauflage musste nach der Stilllegung alles wieder in den ursprünglichen Zustand versetzt werden (Druckleitung demontieren, Wassereinlauf in Lütschine korrigieren), was auch fast eine halbe Million Franken kostete; allein schon deshalb hatte man nicht leichtfertig auf Abbruch tendiert.

## Hier Untergang, dort Aufschwung

Umgekehrt entschied nun aber der Verwaltungsrat, das Werk Burglauenen, dessen Produktionsmenge ohnehin stets grösser war und dessen Rentabilitätsabklärungen wesentlich günstiger ausfielen, solle erhalten bleiben und etappenweise erneuert werden.

Dies ist bereits geschehen, und zwar sehr gründlich: Neuwicklung der Generatoren, Erneuerung der Schaltanlage und Einbau einer Fernwirkanlage mit Summenfernmessung. Ferner wurden wegen des Mehrbedarfs an Energie neue Trafostationen installiert und die Gleichrichterstationen der Wengernalpbahn mit Silizium-Gleichrichtern ausgerüstet.

## Optimale Lösung für Druckleitungsneubau

Die entscheidende Etappe dieses Sanierungsprogramms ging eben jetzt über die Bühne mit der Erneuerung der 73jährigen Druckleitung, deren Sicherheit aufgrund eines EMPA-Berichtes zu wünschen übrig liess.

Bau- und Montagearbeiten erforderten rund sieben Monate. Der Einbau der neuen Rohre im Trassee der alten hätte somit den Ausfall einer ganzen Sommerproduktion zur Folge gehabt. Da aber bereits seinerzeit beim Kraftwerksbau der Platz für eine zweite Leitung vorgesehen worden war, konnte nun die neue Druckleitung neben die bestehende gebaut werden, womit sich der Betriebsstillstand der Zentrale auf zwei Herbstmonate (bis zum 23. Oktober 1982) verringerte.

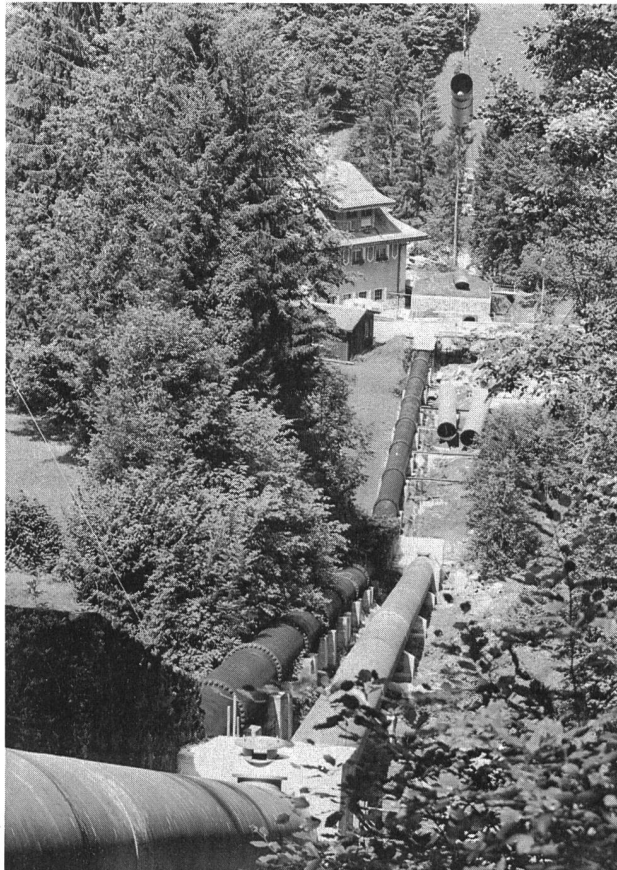
Mehr noch: Durch die Beibehaltung der bestehenden Druckleitung als Überlauf- und Abschwemmleitung können die Betriebsverhältnisse des Kraftwerkes verbessert werden. Im Falle von Turbinenabschaltungen wird im Wasserschloss ein Teil des rückgestauten Wassers inskünftig in diese Leitung abgeführt, wodurch die Druckstösse auf dem Zuleitungsstollen verringert werden.

Diese optimale Lösung trägt sowohl der Sicherheit als auch der Rentabilität Rechnung.

## Das Verbundsystem heute

Mit dieser wirksamen Erneuerung des Kraftwerkes Burglauenen und den (schon vorher) zusätzlich errichteten Unterstationen in Lauterbrunnen und Grindelwald kann trotz Aufgabe des Werkes Lauterbrunnen die Stromversorgung kontinuierlich und kostengünstig sichergestellt werden.

Deshalb kann der Grundsatzentscheid, so fragwürdig er vielen zuerst erscheinen mochte, rückblickend als bestmögliche Lösung taxiert werden.



Neubau der Druckleitung des Jungfraubahn-eigenen Kraftwerkes Burglauenen mit einer Länge von 430 m und einem Rohrdurchmesser von 1,40 m. Die neue Leitung wurde in 3 m Abstand östlich zur gleich grossen alten verlegt (welche inskünftig als Überlauf- und Abschwemmleitung dient), weist jedoch dank besseren Qualitätskennwerten der Rohre bis auf 16 m vergrösserte Abstände der Stützsockel auf. Da eine neue Verteilleitung für die fünf Turbinen extrem teuer wäre (Rohrverzweigungen kosten pro Tonne Gewicht etwa achtmal mehr als gerade Rohre), wird die bestehende Verteilleitung beibehalten, jedoch mit einem armierten Betonmantel verstärkt. (Foto: JB)

Situation heute: Alles, was über der Scheidegg liegt (Bahn, Nebenbetriebe, Hotels, Ski- und Sessellifte, soweit zur Jungfraubahn-Gruppe gehörend), wird von der Jungfraubahn-Gesellschaft (JB) ab eigenem Kraftwerk Burglauenen mit Zentrale in Lütschental gespeisen (inkl. Alpiglen). Was jedoch unterhalb der Scheidegg situiert ist, wird durch das Elektrizitätswerk Lauterbrunnen (EWL) und das Elektrizitätswerk Grindelwald (EWG) versorgt. JB, EWL und EWG stehen über die Unterstationen Lauterbrunnen und Grindelwald in Verbund mit den Bernischen Kraftwerken AG (BKW).

Adresse des Verfassers: Heini Hofmann, Hohlweg 11, CH-8645 Jona/SG.