Der etappenweise Ausbau der Wasserkräfte des Oberhasli vor 1970

Autor(en): **Fankhauser, Hans**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **97 (1979)**

Heft 14: **SIA-Heft 2**

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-85442

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Der etappenweise Ausbau der Wasserkräfte des Oberhasli vor 1970

Von Hans Fankhauser, Locarno

Die ersten Bemühungen zur Nutzung der Wasserkräfte des Oberhasli gehen bis auf die Jahrhundertwende zurück. Der Wasserreichtum des Tales, die hohen Gefälle und die Verfügbarkeit grosser Speichermöglichkeiten zogen bereits in den Anfangsjahren hydro-elektrischer Energieerzeugung die besondere Aufmerksamkeit der Fachleute und der Elektrizitätsunternehmungen auf sich. Neben mehreren privaten Interessenten trat bald auch die Bernische Kraftwerke AG in ihrer damaligen Gesellschaftsform als Bewerberin auf, die im März 1906 durch die Berner Regierung die generelle Nutzungskonzession der Aare und ihrer Zuflüsse von der Grimsel bis Innertkirchen erhielt. Das Projekt wurde in der Folge mehrmals umgearbeitet; der späteren Konzessionsurkunde vom März 1925 wurde als *erste baureife Etappe* der *Ausbau der Stufe Grimsel- Handeck* zugrunde gelegt.

Die Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) wurde am 20. Juni 1925 gegründet. Zum ursprünglichen Alleinteilhaber *Bernische Kraftwerke AG* traten in den späteren Jahren als Partner die Städte *Basel, Bern* und *Zürich;* die Bernischen Kraftwerke sind zur Hälfte und die drei Städte je zu einem Sechstel am Aktienkapital beteiligt. Nach dem Partnervertrag der KWO steht jedem ein entsprechender Anteil an Leistung und Energieproduktion zur Verfügung; er ist anderseits verpflichtet, die Jahreskosten der Gesellschaft im gleichen Verhältnis zu dekken. Die bei der KWO bewährte Form des Partnerwerkes wurde in der Folge von mehreren anderen schweizerischen Kraftwerkgruppen übernommen.

Der dem jeweiligen Bedarf auf dem Energiemarkt folgende etappenweise Ausbau der Wasserkräfte des Oberhasli (Bilder 1 und 2) lässt sich in die drei folgenden Hauptabschnitte gliedern:

- Ausbau der grossen Speicherwerke von 1925–1954,
- Nutzung der verbliebenen Wassermengen als Laufenergie in der Periode 1952– 1968,
- Neuanlagen zur Veredlung der verfügbaren Energie seit 1970.

Kraftwerk Handeck I, 1925–1932

Die *erste Stufe* der KWO, das Kraftwerk Handeck I, verfügt über die folgenden Hauptanlagen:

- Speicherbecken Grimsel mit den Talsperren Spitallamm und Seeuferegg; Nutzinhalt 102 Mio m³ bei Stauziel 1908,74 m ü. M.
- Verbindungsstollen Grimsel-Gelmersee von 5,2 km Länge und 2,6 m Durchmesser.
- Speicherbecken Gelmer von 13,5 Mio Nutzinhalt, Stauziel 1850 m ü. M.
- Gepanzerter Druckschacht von 1,2 km Länge und 2,2o–2,10 m Durchmesser.
- Freistehende Zentrale Handeck I mit 4 vertikalachsigen Maschinengruppen von 23 MW Nennleistung, Ausbauwassermenge 20 m³/s; Turbinenachse 1303,24 m ü. M.
- Schaltanlagen, Neben- und Hilfseinrichtungen, Energieübertragungsanlagen (zuerst 50kV) zwischen Handeck und Innertkirchen, Unterstation Innertkirchen.

Dieser mit dem Namen des ersten Direktors der KWO, Herrn Oberingenieur Dr. *Arnold Kaech,* verknüpfte Erstausbau umfasst mit der damals höchsten Talsperre Europas (Spitallamm, Höhe 114 m), dem gepanzerten Druckschacht, der Stollenbahn Handeck-Guttannen und der steilen Standseilbahn Handeck-Gelmer Pionierleistungen auf dem Gebiete der Ingenieurkunst.

Kraftwerk Innertkirchen I, 1939–1943

Die *zweite Stufe* der KWO, das Kraftwerk Innertkirchen I, wurde während des Zweiten Weltkrieges unter erschwerten Verhältnissen realisiert. Diese Anlage umfasst:

- Ausgleichsbecken Handeck, Staukote 1301,74 m ü. M.
- Druckstollen Handeck-Innertkirchen von 10 km Länge und 3.30 m Durchmesser.
- Wasserschloss Innertkirchen und gepanzerter Druckschacht von 1,9 km Länge und 2,6–2,40 m Durchmesser.
- Unterirdische Kavernenzentrale mit separater Schieberkaverne, ausgerüstet mit zunächst drei, später fünf vertikalachsigen Maschinengruppen von 47 MW Ausbauleistung, Ausbauwassermenge 40 m³/s, Turbinenachse 629,44 m ü. M.
- Unterwasserstollen von 1,3 km Länge zum Gadmerwasser vor dessen Einmündung in die Aare.
- Energieübertragung mit 150 kV-Kabeln bis zur Unterstation Innertkirchen.

Die *Zentrale Innertkirchen* war die *erste unterirdische Zentrale der Schweiz* und damit der Prototyp für viele spätere Realisierungen.

Nach dem Ausbau des Kraftwerks Innertkirchen I folgte ein Zeitabschnitt mit Studien für den weiteren Ausbau der Anlagen sowohl im Aaretal, wie auch unter Einbezug von Gewässern des Gadmentales.

Kraftwerk Handeck II, 1947–1950

Diese Anlage besteht aus dem

- Speicherbecken Räterichsboden mit 27 Mio m³ Nutzinhalt, Stauziel 1767 m ü. M.
- Ausgleichsbecken Mattenalp im Urbachtal mit 2 Mio m³ Nutzinhalt.
- Druckstollen Räterichsboden-Handeckfluh von 3,3 km Länge und 3,30 m Durchmesser.
- Zuleitungsstollen Mattenalp-Handeckfluh von 5,5 km Länge und 7m² Querschnitt.
- Gepanzerter Druckschacht von 866 m Länge, Durchmesser 2,25–2,15 m.
- Kavernenzentrale Handeck II mit vier vertikalachsigen Maschinengruppen von 33 MW Ausbauleistung, Ausbauwassermenge 30 m³/s, Turbinenachse 1304,30 m ü. M.
- Umbau der Energieübertragung Handeck-Innertkirchen auf 150 kV.

In den Jahren 1949/50 wurde zudem der kleine Totensee auf dem Grimselpass aufgestaut und ein Nutzvolumen von 2,5 Mio m³ geschaffen; der Totensee wird durch einen kurzen Stollen in das Grimselgebiet übergeleitet.

Kraftwerk Oberaar, 1950–1954

Das Kraftwerk Oberaar besteht aus den Anlagen

- Speicherbecken Oberaar mit 60,5 Mio m³ Nutzinhalt, Stauziel 2303 m ü. M.
- Druckstollen Oberaar-Grimsel von 4,5 km Länge und 2,60 m Durchmesser mit Einleitung des leicht aufgestauten Trübtensees (Nutzinhalt 1 Mio m³)
- Wasserschloss Grimsel und Druckschacht von 1,6 km Länge und 1,65 m Durchmesser
- Unterirdische Zentrale Grimsel I mit einer horizontalachsigen Maschinengruppe von 34 MW Ausbauleistung, Ausbauwassermenge 8 m³/s, Turbinenachse 1770,47 m ü. M. und einer Speicherpumpengruppe von 19,5 MW Ausbauleistung und 4 m³/s Förderwassermenge, angeschlossen an den Verbindungsstollen Grimsel-Gelmer mit einer 400 m langen Druckleitung

- 150 kV Energieübertragung bis Innertkirchen.

In der gleichen Zeitperiode wurden der Gruben- und der Bächlisbach durch einen separaten 1,36 km langen Stollen zum Grimselsee übergeleitet.

Mit dem Kraftwerk Oberaar war der erste Ausbauabschnitt der grossen Speicherkraftwerke im Oberhasli abgeschlossen. Bei diesem Ausbauzustand verfügten die Partner der KWO-Gruppe über vier Kraftwerke mit 493 MW Ausbauleistung, über ein gesamtes Speichervermögen von 208 Mio m³, entsprechend einer Kapazität von 630 Mio kWh Speicherenergie. Die mittlere Jahresproduktion betrug 1171 Mio kWh, wovon 90 Prozent als hochwertige Spitzen- und Starklastenergie abgegeben werden konnten.

Zuleitung des Gadmerwassers zum Kraftwerk Innertkirchen I, 1952–55

Mit der Erstellung der *Speicherbecken Räterichsboden* und *Oberaar* wurde der Sommerwasserzufluss zur Zentrale Innertkirchen I abgemindert. Als Sommerwasserersatz wurde eine Zuleitung des Gadmerwassers ins System des Kraftwerks Innertkirchen I beschlossen. Es handelt sich dabei um die Fassung und Zuleitung des Wendenwassers (2 m³/s), des Steinwassers (6,5 m³/s) und des Triftwassers (6,5 m³/s). Die Zuleitung erfolgt durch einen Stollen von 12,3 km Gesamtlänge nach dem Fenster Rotlaui des Druckstollens Handeck-Innertkirchen. Bei dieser Zuleitung wird zum *ersten Mal Nutzwasser aus dem Gadmental* in das Ausbausystem der KWO einbezogen. Die Kombination drängte sich auf, da im Gadmental keine namhaften Speichermöglichkeiten vorhanden sind.

Kraftwerk Gental mit Zentrale Fuhren, 1958–1960

Es handelt sich um die Nutzung der Abflüsse des obern Gentals mit dem Ausgleichsbecken Teuflaui sowie der Speichermöglichkeit des Engstlensees von 2 Mio m³ Nutzinhalt. Die Wasserrückgabe erfolgt über einen gepanzerten Gegendruckschacht in den Zuleitungsstollen Steinwasser-Trift. Die Zentrale Fuhren ist ausgerüstet mit einer horizontalachsigen Maschinengruppe von 10 MW (Ausbauwassermenge 3 m³/s) und einer horizontalachsigen Pumpengruppe von 4,6 MW Motorleistung (Förderwassermenge 2 m³/s).

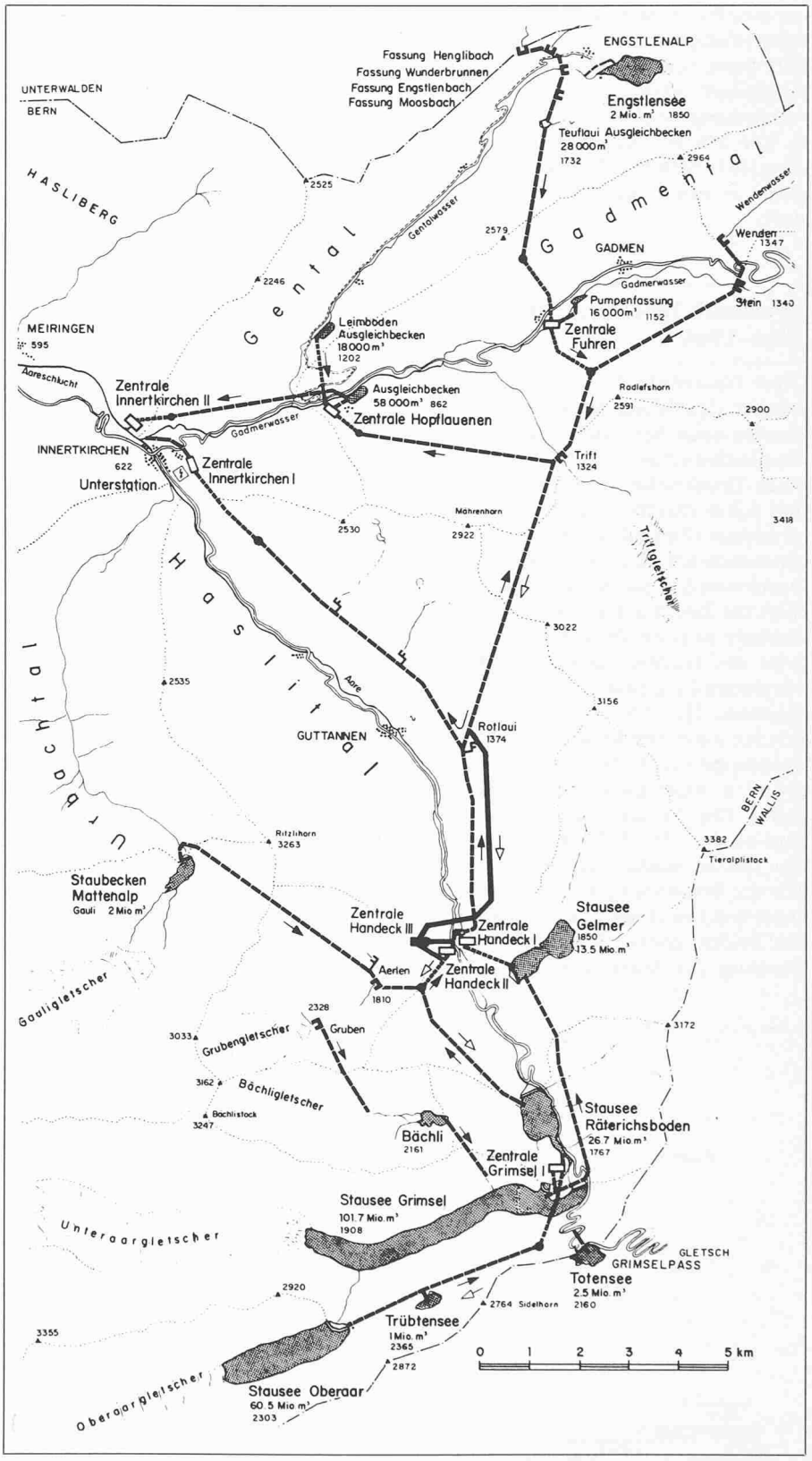


Bild 1. Übersichtsplan der Kraftwerkanlagen Oberhasli

Kraftwerk Hopflauenen, 1962–1967

Zur weitern Nutzung der Sommerabflüsse des Gadmentals wurde das Leistungsvermögen der Fassung Trift durch unterirdische Reservoirkammern erhöht. Der Druckstollen Trift-Speicherberg von nahezu 4 km Länge und 3 m Durchmesser sowie der 890 m lange Druckschacht von 2,0–1,9 m Durchmesser führen das verbleibende Nutzwasser des Gadmentales zur Zentrale Hopflauenen.

Eine weitere separate Zuleitung des Gentalwassers aus dem Ausgleichsbekken Leimboden besteht aus der in einem begehbaren Schrägschacht verlegten Druckleitung von 1435 m Länge und 0,8–0,9 m Durchmesser. Die Zentrale Hopflauenen wurde in offener Baugrube erstellt und später überdeckt. Sie ist ausgerüstet mit einer horizonta-

len 6-MW-Gruppe für 2 m³/s Ausbauwassermenge zur Nutzung der Gentalseite sowie ursprünglich einer horizontalachsigen 43-MW-Gruppe (Ausbauwassermenge 10,5 m³/s) für die Triftseite. Die Wasserrückgabe erfolgt in das Ausgleichsbecken Hopflauenen bzw. direkt in den Druckstollen der Unterstufe.

Kraftwerk Innertkirchen II, 1964–1968

Diese Unterstufe des Gadmentals verarbeitet den Wasseranfall des Werkes Hopflauenen bzw. des gleichnamigen Ausgleichsbeckens. Sie verfügt über einen Druckstollen von 3,85 km Länge und 3,2 m Durchmesser bis zum Wasserschloss oberhalb Innertkirchen. Der gepanzerte Druckschacht von 2,1–2,0 m Durchmesser und rund 600 m Länge führt zur Zentrale Innertkirchen II. Die Zentrale ist freistehend auf der rechten Seite des Gadmerwassers unmittelbar vor dessen Einmündung in die Aare angeordnet. Die Zentrale war ursprünglich mit einer vertikalachsigen Maschinengruppe von 30 MW Ausbauleistung (14 m³/s Ausbauwassermenge) ausgerüstet. Die Anlagen des Gadmentales sind an das 150-kV-Netz der Unterstation Innertkirchen angeschlossen.

Mit der Betriebsaufnahme der Zentrale Innertkirchen II im Jahre 1968 waren die beiden ersten Ausbauphasen zur Nutzung der Wasserkräfte des Oberhasli abgeschlossen. Der Gesamtaufwand für diese Anlagen betrug rund 500 Mio Franken. Aus den sieben Kraftwerken standen den Partnern der KWO zu diesem Zeitpunkt insgesamt 582 MW Ausbauleistung und eine mittlere Jahresproduktion von 1,5 Milliarden kWh, davon 80 Prozent als Spitzen- und Starklastenergie erzeugbar, zur Verfügung.

Mit dem etappenweisen Ausbau ergaben sich unterschiedliche Laufzeiten der diversen Konzessionen. Zur Vereinheitlichung des Nutzungskonzeptes wurde *im Jahre 1961* eine *neue Gesamtkonzession* für die Anlagen der Kraftwerke Oberhasli AG erstellt, deren Verleihungsdauer einheitlich bis zum 1. Januar 2042 festgelegt wurde.

Vorstudien und Konzept des Weiterausbaus

Mit dem etappenweisen Ausbau seit 1925 und den im Verlauf der Jahre geänderten Bedarfsbedingungen auf dem Energiemarkt entstanden im Ausbausystem der KWO einige die *Betriebsfreiheit hemmende Engpässe,* deren bestmögliche Eliminierung erwünscht war. Im weitern stellte sich die Aufgabe, im Blick auf den *Verbundbetrieb mit Kernkraftwerken* die *Eingliederungsmöglichkeit von Pumpspeicherwerken in das bestehende Gesamtkonzept* und schliesslich auch die *allfällige Erweiterung* der Werkgruppe durch *zusätzliche Ausbaumöglichkeiten* zu prüfen.

Die Kraftwerke Oberhasli AG beauftragten im September 1966 die AG Ingenieurbüro Maggia mit der Durchführung einer derartigen Studie, die in zwei Projektierungsphasen gegliedert war, nämlich einen generellen Teil mit dem Vergleich verschiedener Ausbaumöglichkeiten hinsichtlich Energie und Kosten sowie ferner einer Projektstudie zur Optimalisierung der gewählten Lösung und schliesslich die Ausarbeitung eines Ausbauprojektes.

Über die generellen Studien, in deren Verlauf etwa 70 verschiedene Möglichkeiten und Varianten verglichen wurden, konnte bereits im Frühjahr 1967 berichtet werden; zusätzliche, von der KWO verlangte Untersuchungen über Teilprobleme dauerten noch bis zum Frühjahr 1968.

Die *Vorstudien* führten zu den folgen-

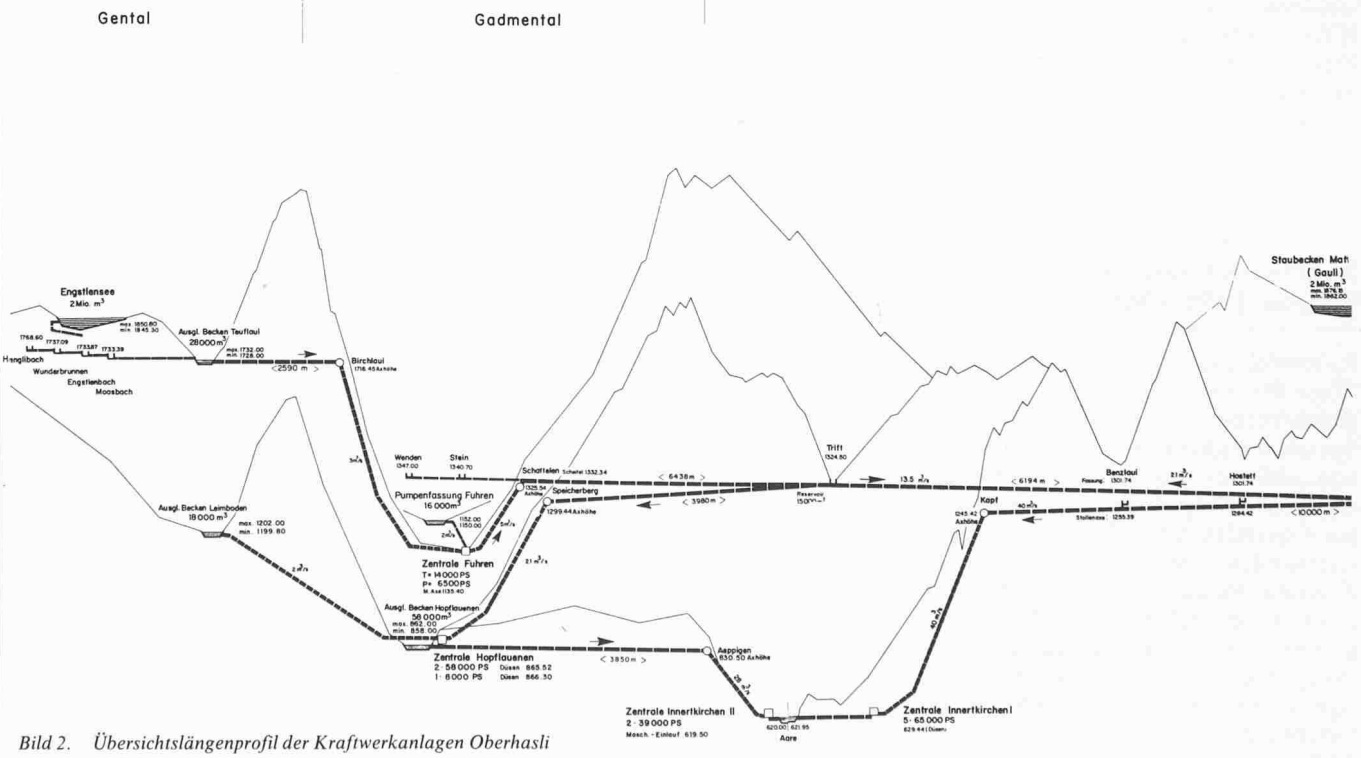


Bild 2. Übersichtslängenprofil der Kraftwerkanlagen Oberhasli

den *Beschlüssen für den Weiterausbau* der Anlagen:

- *Einbau einer weitern Maschinengruppe von 7 MW Ausbauleistung* (7,5 m³/s Schluckvermögen) in der Zentrale Grimsel I zur direkten Nutzung von Wasser aus dem Grimselsee in den Räterichsbodensee. Die Anlage ermöglicht eine unmittelbare Verbindung vom Grimselsee via Räterichsbodenbecken zur leistungsfähigen Zentrale Handeck II. Die Gruppe ist seit dem Herbst 1974 in Betrieb.
- *Überleitung Handeck-Trift mit Zentrale Handeck III.* Das Werk bezweckt die Herstellung einer gegenseitigen hydraulischen Verbindung zwischen den Anlagen im Aaretal und denen im Gadmental. Sie dient der Entlastung von Innertkirchen I *und* der vermehrten Ausnützung freier Maschinenkapazität in den Zentralen Hopflauenen und Innertkirchen II. Im weitern dient sie zur Eliminierung des nur beschränkt ausgleichbaren Wasserüberschusses auf dem Niveau Handeck bei Vollast beider Oberwerke. Schliesslich kann der Sommerwasserüberschuss aus dem Gadmental via Handeck in ein Saisonbecken des Aaretales gefördert und damit ein Ersatz für die fehlenden Speichermöglichkeiten im Gadmental gefunden werden. Die Anlage wurde im Frühjahr 1977 in Betrieb genommen.
- *Vollausbau der Zentralen Hopflauenen und Innertkirchen II.* Mit der *Schaffung einer hydraulischen Verbindung zwischen Aartetal und Gadmental* rechtfertigt sich der Einbau je einer zweiten Maschinengruppe in den Anlagen Hopflauenen und Innertkirchen II. Diese Leistungsverstärkung wurde inzwischen ebenfalls ausgeführt.
- Zwischen den beiden Grossspeichern Oberaar und Grimsel wurde die *Erstellung einer Pumpspeicheranlage* mit vorläufig 300 MW, später 600 MW Ausbauleistung in Aussicht genommen. Die Anlage dient zum Hochpumpen von Wasser aus dem Grimselbecken in das Oberaarbecken während Schwachlast- und Wochenendperioden; dieses Nutzwasser steht alsdann zur Rückturbinierung in den Grimselsee während Spitzen- und Starklastperioden zur Verfügung. Mit der Pumpspeicheranlage Grimsel – Oberaar erhält die Werkgruppe einen neuen Schwerpunkt der Leistungsreserve. Das Umwälzwerk Grimsel – Oberaar mit vorläufig 300 MW Ausbauleistung wird gegenwärtig erstellt; seine Inbetriebnahme ist auf 1979 vorgesehen.

Im Zusammenhang mit dem Weiterausbau werden ferner die *informationstechnischen Anlagen verbessert* mit dem Ziel, den Betrieb der ganzen Werkgruppe vom neu erstellten Betriebsgebäude Innertkirchen aus *fernsteuern* zu können. Im weitern wird eine *Zentralwerkstatt* in *Innertkirchen* eingerichtet und die *Wohnkolonie für das Personal erweitert.* Schliesslich ist das *interne Energieübertragungsnetz von 150 kV auf 220 kV Spannung auszubauen.*

Adresse des Verfassers: H. Fankhauser, dipl. Ing., Direktor, AG Ingenieurbüro Maggia und Ingenieur-Unternehmung AG, Bern, Via Stefano Franscini 2, 6600 Locarno

