Der Weiterausbau der Wasserkräfte im Oberhasli [Schluss]

Autor(en): **Ludwig, H.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **42 (1950)**

Heft 9

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-922033

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 Weiterausbau der Wasserkräfte im Oberhasli (Schluß)

Von Dipl.-Ing. *H. Ludwig,* Kraftwerke Oberhasli AG

Im Längsgang über den Transformerzellen befindet sich die *13-kV-Schaltanlage.* Diese enthält die erforderlichen Druckluftschalter, Trenner, Strom- und Spannungswandler und Hilfsapparate. Je zwei Generatoren mit der zugehörigen Transformatorengruppe bilden eine Einheit (Blockgruppe), die vom Kommandoraum in Innertkirchen aus überwacht und ferngesteuert wird.

Im Maschinensaal befindet sich für jede Maschineneinheit eine 5-feldige Maschinenschalttafel, ferner eine Zentral- und eine Eigenbedarfschalttafel.

An *Hilfseinrichtungen* sind vorhanden: ein 115-t-Maschinensaalkran, ein 35-t-Schieberkammerkran, ein 18-t-Turbinenkran, eine Kühlwasseranlage, eine Hausgruppe mit Transformator und eine Akkumulatorenbatterie für Eigenbedarf, eine Ventilationsanlage und eine modern eingerichtete Werkstatt.

Der Maschinensaal wurde mit zum Teil direkt, zum Teil indirekt angeordneten Fluoreszenzröhren ausgerüstet, die ein tageslichtähnliches, vollkommen blendungsfreies Licht ausstrahlen. Außerdem wurde der Maschinensaal in frischen, aufeinander abgestimmten Farben gehalten, so daß das Dienstpersonal von dem Gefühl, sich tief im Berginnern zu befinden, weitgehend befreit ist.

Im heutigen Ausbau erfolgt die *Energieübertragung* der 1. Blockgruppe Handeck II bis zur Zentrale Handeck I über einen etwa 400 m langen 150-kV-Ölkabelstrang, der östlich dieser Zentrale auf einem Abspanngerüst an die im Jahre 1949 neu erstellte 150-kV-Leitung nach Guttannnen angeschlossen ist. Von Guttannen bis Innertkirchen wird eine der bisherigen 50-kV-Leitungen benützt, die für eine Betriebsspannung von 150 kV umgebaut wurde. In der Freiluftstation wird der Strang Handeck II über einen Hochleistungsschalter an die gemeinschaftliche 150-kV-Sammelschiene angeschlossen, von welcher die Fernleitungen zu den Unterstationen der KWO-Aktionäre abgehen.

Hand in Hand mit dem 1. Ausbau der Zentrale Handeck II erfolgt ein teilweiser Umbau der Zentrale Handeck I, indem die beiden 11/50-kV-Transformatoren der Generatoren 3 und 4 durch eine einzige 11/150-kV-Transformatorengruppe ersetzt und ebenfalls ein Blockbetrieb eingeführt wird, um an Übertragungsleitungen zu sparen. Im Vollausbau der Zentralen Handeck I und II werden dann total 4 Blockgruppen gebildet, die ihre Energie über vier 150-kV-Ölkabelstränge (im bestehenden Kabelstollen) nach Guttannen und von da über die zwei auf 150 kV umgebauten Freileitungen nach Innertkirchen abgeben werden. Die Zwischenspannung von 50 kV und die nochmalige Transformierung von 50 auf 150 kV in der Freiluftstation Innertkirchen wird dadurch endgültig aufgehoben.

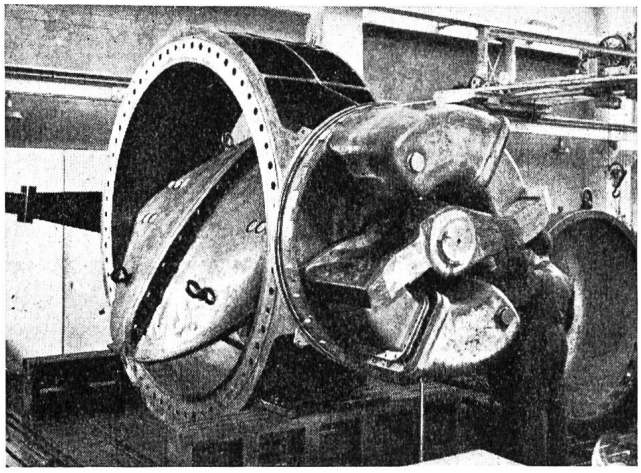

Abb. 13 Wasserschloß Handeck II: 2700 mm Drosselklappe, 10 at, mit doppelwirkendem Ringkolbenantrieb, geöffnet (v. Roll, Klus).

Die Bau- und Installationsarbeiten der elektromechanischen Einrichtungen verliefen programmgemäß, so daß, wenn nichts Unvorhergesehenes eintritt, mit der normalen Betriebsaufnahme mit zwei Einheiten im Herbst 1950 gerechnet werden kann. Bis zu diesem Zeitpunkt wird der Stausee Räterichsboden erstmals gefüllt sein.

II. Das Kraftwerk Oberaar

Allgemeines

Wie in der Einleitung erwähnt, wurde der Inhalt des Oberaar-Staubeckens um 20 Mio m³ größer gewählt, als dem natürlichen Zufluß entspricht, wobei das fehlende Wasser im Sommer mittels einer Pumpenanlage aus dem Grimsel- in den Oberaarsee hinaufgepumpt wird. Das Kraftwerk Oberaar ist ein reines Winterkraftwerk, durch das 190 Mio kWh Sommerenergie in Winterenergie veredelt und dazu weitere 30 Mio kWh Winterenergie gewonnen werden.

Der Oberfläche des Einzugsgebietes Oberaar/Trübten von 21,1 km² entspricht ein Zufluß zum Oberaarsee von min. 38 Mio m³ im Sommer und 1,9 Mio m³ im Winter.

Die verfügbare Winterwassermenge setzt sich zusammen aus:

Zufluß zum Oberaar- und Trübtensee	1,9 Mio m³
Nutzinhalt des Oberaarsees	58 Mio m³
Nutzinhalt des Trübtensees	1 Mio m³
Total	60,9 Mio m³

Das Stauziel des Oberaarsees liegt auf Kote 2303. Die Wasserrückgabe erfolgt in den Räterichsbodensee, dessen Stauziel auf Kote 1767 liegt. Das Bruttogefälle zwischen diesen zwei Staukoten beträgt somit 536 m.

Die Aufspeicherung einer Wassermenge von 58 Mio Kubikmeter im Oberaarsee bewirkt neben der obenerwähnten Energieproduktion im Kraftwerk Grimsel außerdem eine wesentliche Änderung der Produktion der Kraftwerke Handeck I, II und Innertkirchen, wie aus folgender Aufstellung hervorgeht:

Reduktion der *Sommerproduktion* Mio kWh		Steigerung der *Winterproduktion* Mio kWh	
Pumpenenergie	— 27	Grimsel	+ 69
Handeck I	— 73	Handeck II	+ 61
Innertkirchen	— 90	Innertkirchen	+ 90
zusammen	—190	zusammen	+220

Die Baukosten für das Kraftwerk Oberaar wurden auf Fr. 95 000 000.— veranschlagt.

A. Baulicher Teil

Mit den Vorarbeiten für den Bau des Kraftwerks Oberaar wurde schon im Jahre 1949 begonnen. So wurden u. a. eine Zufahrtsstraße von der Grimselpaßhöhe sowie eine leistungsfähige Seilbahn vom Grimselhospiz nach der Baustelle Oberaar erstellt. Ferner wurden eine Reihe von Unterkunfts- und Bürogebäuden sowie Kantinen gebaut und die nötigen elektrischen und sanitären Bauinstallationen mit den erforderlichen, teils oberirdischen, teils unterirdischen Zuleitungen erstellt. Der Umleitungsstollen auf der linken Talseite wurde ebenfalls bereits letztes Jahr in Angriff genommen.

Die *Oberaarsperre* (Abb. 15) wird als massive Schwergewichtsmauer von gleicher Bauart wie diejenige im Räterichsboden ausgeführt und ebenfalls in einzelne Bauelemente von 18 m Breite unterteilt. Die größte Mauerhöhe beträgt 105 m und die gesamte Mauerwerkskubatur wird sich auf rund 500 000 m³ belaufen.

Für die Betonaufbereitung können die Installationen vom Räterichsboden zum größten Teil verwendet werden, doch muß die Leistungsfähigkeit der Betonieranlagen durch zusätzliche Installationen noch gesteigert werden, um das Bauprogramm einhalten zu können. Da die Baustelle Oberaar rund 530 m höher liegt als diejenige im Räterichsboden, ist mit einer wesentlich kürzeren Bausaison pro Jahr zu rechnen. Der für die Staumauer notwendige Zement wird in Kübelwagen per Bahn bis nach Oberwald im Wallis transportiert, wo die Kübel auf einer in diesem Jahre zu erstellenden Luftkabelbahn, die östlich am großen Siedelhorn vorbeiführt, direkt auf die Baustelle Oberaar befördert werden.

Der *Zulaufstollen* von der Staumauer zum Wasserschloß ist für eine max. Wassermenge von 7,5 m³/sec vorgesehen und weist einen lichten Durchmesser von 2,6 m bei einer Länge von 4,55 km auf. Vom Wasserschloß führt ein 1,6 km langer gepanzerter Druckschacht von 1,65 m lichtem Durchmesser nach der Zentrale Grimsel. Er besteht aus einem obern Teil mit 64,3 % Neigung und einem untern Teil mit 1,0 % Neigung. Der Druckschacht führt etwa 80 m unter dem östlichen Arm des Grimselsees und etwa 30 m unter dem Verbindungsstollen Grimsel-Gelmer durch.

Die *Zentrale Grimsel* (Abb. 16), die ebenfalls als Kavernenzentrale ausgebildet wird, liegt auf der linken Seite der Spitallamm, in einem Abstand von min. 350 m talwärts der Spitallammsperre. Der Zugang zur Zentrale erfolgt auf der ehemaligen Grimselstraße im Sommerloch über eine neue Aarebrücke und einen Stollen von 115 m Länge. Zur Fortleitung der Hoch- und Niederspannungskabel dient ein etwa 2,3 km langer Stollen zwischen der Zentrale Grimsel und der Gerstenegg unterhalb der Staumauer Räterichsboden, der gleichzeitig als Winterzugang dient. Dieser Stollen ist bereits fertig erstellt. Außerdem wird die Zentrale Grimsel durch einen Stollen mit der Regulierkammer der Spitallammsperre verbunden, so daß das Wärterpersonal im Win-

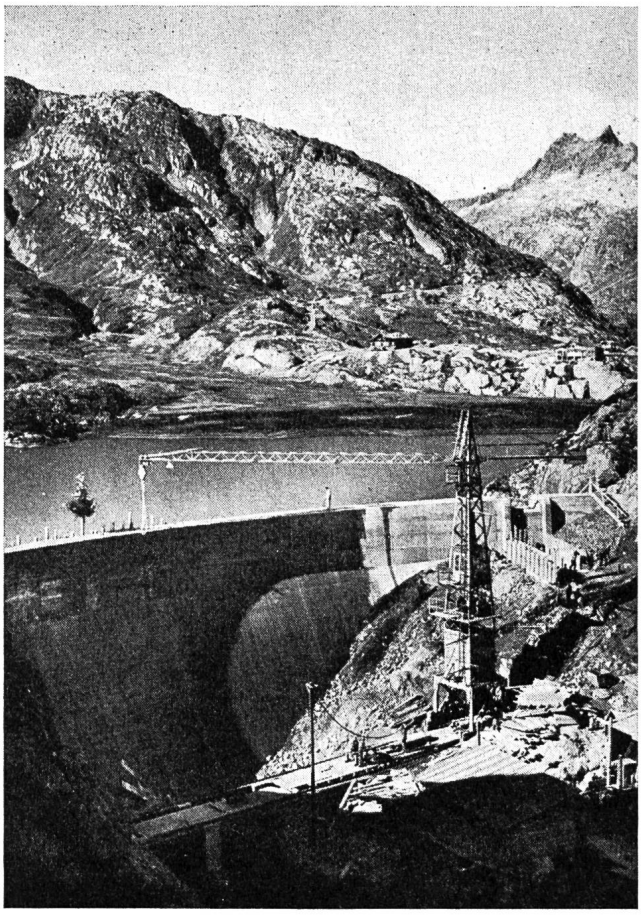

Abb. 14 Totensee auf der Grimselpaßhöhe. Staumauer im Bau (Oktober 1949).

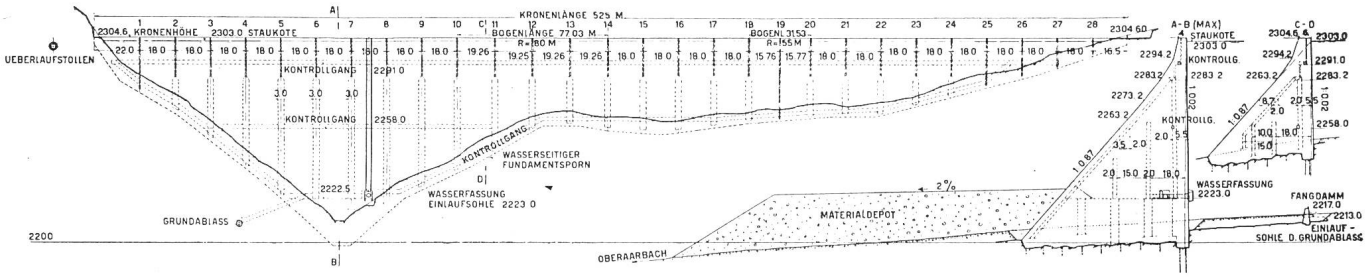

Abb. 15 Talsperre Oberaar, Ansicht der Wasserseite und Querschnitte, Maßstab 1 : 4000

ter vollständig unterirdisch vom Wärterhaus Grimsel bis zum Räterichsboden gelangen kann. Von da führt eine Luftseilbahn zur Zentrale Handeck I.

B. Elektromechanischer Teil

Die Zentrale Grimsel wird mit einer horizontalachsigen Maschinengruppe, bestehend aus zwei, beidseitig eines Drehstromgenerators angeordneten Pelton-Turbinen sowie mit einer vertikalachsigen Pumpengruppe, bestehend aus einer zweistufigen Speicherpumpe und einem direkt gekuppelten Drehstrom-Antriebsmotor ausgerüstet. Die abgegebene bzw. bezogene Energie wird in einer Drehstrom-Transformatorengruppe von 13,5 auf 160 kV bzw. von 160 kV auf 13,5 kV transformiert. Außerdem wird der Platz zur eventuellen spätern Aufstellung einer Francis-Turbinengruppe zur Ausnützung des Gefälles Grimselsee-Räterichsboden vorgesehen.

Die Hauptdaten der vorläufig zur Aufstellung gelangenden Gruppen sind folgende:

Pelton-Turbinengruppe

Nettogefälle	520—456 m
Wassermenge total	7,47—7,00 m³/sec
Leistung total	45 600—37 200 PS
Drehzahl	375 U/min
Anzahl Düsen pro Turbine	1

Drehstrom-Generator

Nennleistung	46 000 kVA
Nennspannung	13 500 Volt
Nennstrom	1 960 Amp.
Frequenz	50 Per/sec

Speicherpumpe

Man. Förderhöhe	400—450 m
Fördermenge	3,95—3,5 m³/sec
Drehzahl	1000 U/min
Leistungsbedarf	etwa 25 000 PS

Drehstrom-Motor

Nennleistung	29 000 PS
Scheinleistung	23 000 kVA
Nennspannung	13 500 Volt
Frequenz	50 Per/sec

Drehstrom-Transformator

bestehend aus 3 Einphasentransformatoren

Nennleistung	45 000 kVA
Nennspannung U. Sp.	13 500 Volt
Nennspannung O. Sp.	160 000 Volt
Schaltung	Dreieck/Stern

Im Gegensatz zu den bisherigen KWO-Zentralen wurde für die *Turbinen-Generatorengruppe* Oberaar eine horizontalachsige Anordnung gewählt. Dies ermöglicht die Aufstellung von zwei beidseitig des Generators angeordneten Turbinen, die normalerweise gleichzeitig im Betriebe stehen. Bei Revisionen, Störungen oder Reparaturen an einer Turbine besteht die Möglichkeit, den Generator mit der andern Turbine, allerdings nur mit halber Last, weiterzubetreiben. Außerdem kann die ganze Gruppe, da sich alle wichtigen Teile über dem Maschinensaalboden befinden, rascher und bequemer überwacht und revidiert werden, was in einer so abgelegenen Zentrale von besonderer Wichtigkeit ist. Als Abschlußorgane für die beiden Turbinen sind wiederum Kugelschieber vorgesehen, welche sich in einer von der Zentrale getrennten Schieberkammer befinden.

Die Entnahme des für den *Pumpenbetrieb* erforderlichen Wassers erfolgt in der bestehenden Regulierkammer im Grimselnollen. Die Pumpenzuleitung wird in dem bereits erwähnten Verbindungsstollen zwischen der Regulierkammer und der Zentrale Grimsel verlegt und erhält in der Schieberkammer ebenfalls einen Kugelschieber als Abschlußorgan. Die Pumpendruckleitung wird über einen Ringschieber an das untere Ende der Druckschacht-Verteilleitung angeschlossen. Der Pumpenmotor wird als Dreiphasen-Synchromotor mit Anlaßtransformator ausgeführt. Nach Erreichen der höchsten Drehzahl wird durch Einschalten des Magnetfeldschalters der Motor synchronisiert, worauf die Pumpenschieber geöffnet werden. Die Pumpe, die sich unterhalb des Motors befindet, kann verhältnismäßig leicht demontiert und durch eine besondere Montageöffnung in den Maschinensaal hochgezogen werden.

Die Zentrale Grimsel wird im übrigen, was die Schaltanlage und die Hilfsbetriebe anbetrifft, ähnlich ausgerüstet wie die Zentrale Handeck II, mit Ausnahme

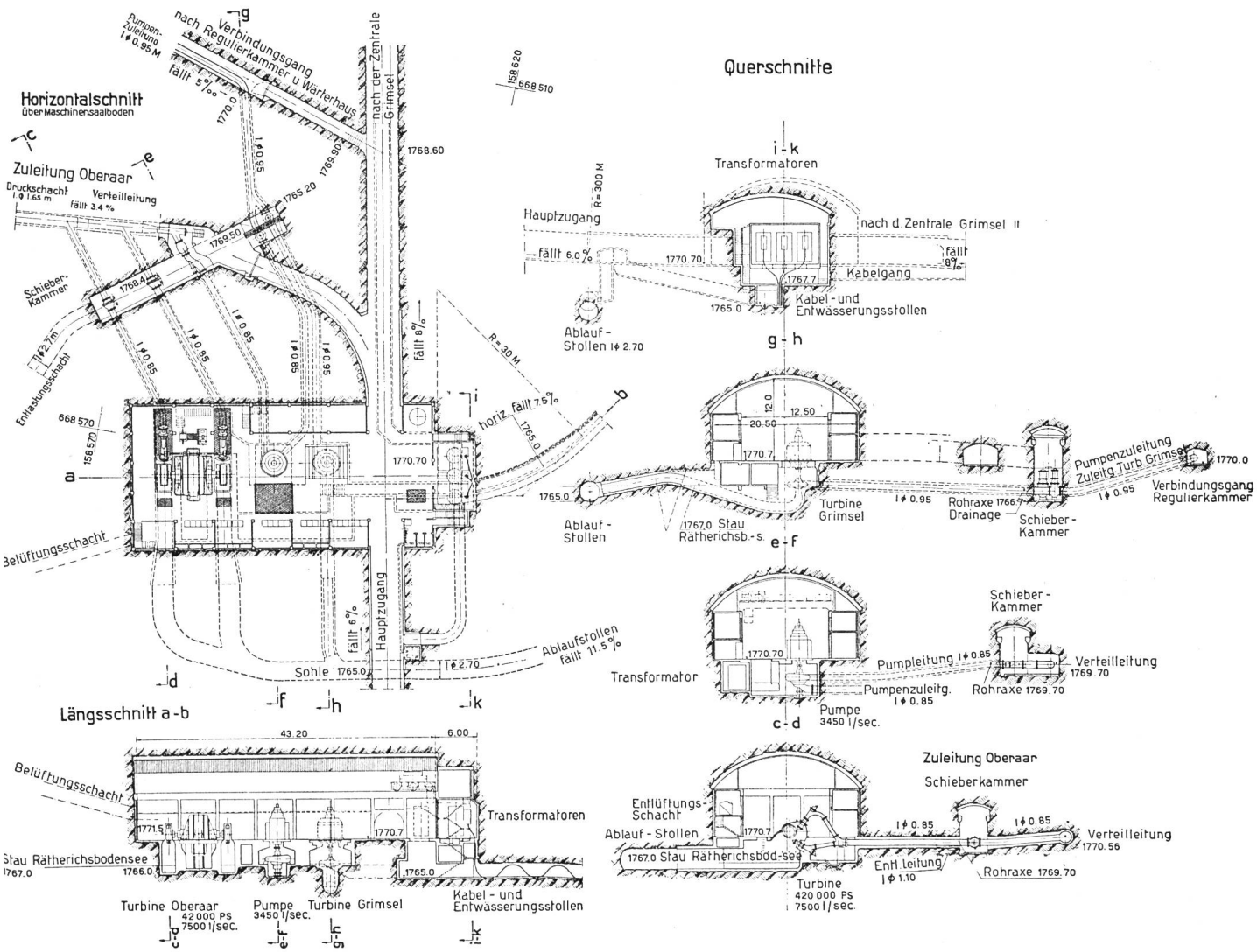

Abb. 16 Zentrale Oberaar, Schnitte 1 : 1000

der Hausgruppe, auf die in der Zentrale Grimsel verzichtet wird. Die Speisung der Eigenbedarfsanlage erfolgt über einen 16 000/380/220 Volt Transformator.

Der Charakter des Kraftwerkes Oberaar als reines Winterkraftwerk bringt es mit sich, daß während der Sommerperiode nur die Pumpengruppe und während der Winterperiode nur die Turbinengruppe im Betriebe steht, wobei der Pumpenbetrieb in die Zeit vom 15. Juni bis 15. September fällt. Die Größe der Pumpe wurde so gewählt, daß der Pumpenbetrieb zur Hauptsache mit Abfallenergie durchgeführt werden kann. Der Turbinenbetrieb ist andererseits so vorgesehen, daß die Entleerung des Oberaarsees in 24stündigem Dauerbetrieb erfolgt, wobei die Turbinen durchgehend mit etwa ¾ Last beaufschlagt werden.

Der Betrieb der Turbinen-Generatoren-Anlage wird vollautomatisch durchgeführt. Die Fernbedienung und -Überwachung erfolgt dabei vom Kommandoraum Innertkirchen aus. Dagegen wird die In- und Außerbetriebsetzung der Pumpengruppe durch einen Maschinisten, der im Wärterhaus Grimsel stationiert ist, vorgenommen; die Regulierung und Überwachung im Betriebe erfolgt ebenfalls von Innertkirchen aus.

Die *Energieübertragung* von der Zentrale Grimsel nach Innertkirchen erfolgt mit 150 kV Betriebsspannung und zwar bis zur Gerstenegg über einen in einem begehbaren, etwa 2,3 km langen Stollen verlegten Ölkabelstrang und von der Gerstenegg nach der Handeck über eine neu zu erstellende Freileitung von etwa 3,1 km Länge. Von hier aus erfolgt der Weitertransport über die bereits unter Abschnitt I B erwähnten 150-kV-Freileitungen nach Innertkirchen.

III. Energieproduktion der Kraftwerke Oberhasli nach Inbetriebsetzung der Kraftwerke Handeck II und Oberaar

Nach erfolgter Inbetriebsetzung des Kraftwerks Handeck II mit zwei Gruppen (Herbst 1950) und des Kraftwerks Oberaar mit einer Turbinen- und einer Pumpengruppe (Herbst 1954) werden die Kraftwerke Oberhasli über folgende Maschinenkapazitäten und minimalen Energieproduktionsmengen verfügen:

Kraftwerk	Inbetriebs.-Jahr	Install. Leistung Anz. Gener./kVA	Sommer Mio kWh	Winter Mio kWh	Jahr Mio kWh
Handeck I	1932	4 à 28 000	132	148	280
Innertkirchen	1943	5 à 52 250	270	205	475
Handeck II	1950	2 à 40 000	148	97	245
Grimsel	1954	1 à 46 000	— 190	220	30
	Total	499 250 kVA	360	670	1030

Kraftwerkbauten in Norditalien

(Fortsetzung von Nr. 6/7 und Schluß)

Von Dipl.-Ing. *G. A. Töndury,* Baden

Die *Kraftwerkgruppe der Val Camonica* nützt die Wasserkräfte des Hauptflusses Oglio, nördlich des Lago d'Iseo und diejenigen verschiedener Seitenbäche im Gebirgsmassiv der Adamellogruppe aus. In diesem ziemlich stark vergletscherten Gebirgsmassiv wurden schon sehr früh in Höhenlagen über 1800 m kleine Bergseen meist durch Staumauern in Mörtelmauerwerk aufgestaut und in die Wasserkraftnutzung einbezogen. Heute bestehen bereits sieben Stauseen in Höhenlagen zwischen 1820 und 2280 m ü. M. mit zusammen rund 90 Mio m³ Stauinhalt; dazu kommt noch der gegenwärtig im Bau befindliche Stausee Pantano d'Avio von 15 Mio m³ (Stauziel Kote 2384 m) mit der Kraftwerkstufe Pantano d'Avio-Lago Benedetto. In dieser Kraftwerkgruppe sind gegenwärtig 10 Zentralen in Betrieb und 2 Kraftwerkstufen im Bau.

Die *Kraftwerkgruppe des Trentino am Noce,* eines östlich des Tonalepasses in der Cevedalegruppe entspringenden Seitenflusses der Etsch, wird nach Vollendung aller projektierten sieben Stufen das Gefälle von 2600 m ü. M. (Stausee Careser) bis zur Kote 200 m lückenlos ausnützen. Im Betrieb befinden sich gegenwärtig die zwei obersten und die zweitunterste Stufe, im Bau sind die zwei Kraftwerkstufen Stausee Pian Palù-Cogolo und Stausee Sta. Giustina-Mollaro.

Der 16 Mio m³ fassende Stausee Pian Palù wird durch den Bau einer 50 m hohen Talsperre in Trockenmauerwerk (145 000 m³) mit wasserseitiger Dichtung geschaffen, man rechnet mit einer durchschnittlichen Leistung von 300 bis 400 m³ Mauerwerk pro Tag; die Dichtung besteht aus einer 2 bis 6 m starken Mörtelmauerschicht und Abdeckung mit 40 cm starken Eisenbeton-Platten, wobei die Dilatationsfugen sorgfältige Dichtungsmaßnahmen erfordern.

Im Cañon des Val di Non im südlichsten Noce-Tal wird bei der Straßenbrücke südlich Cles durch den Bau einer 152,5 m hohen dünnwandigen Bogenstaumauer ein 8 km langer Speichersee von 172 Mio m³ nutzbarem Stauinhalt geschaffen (Stauziel Kote 530 m). Es werden ca. 400 ha Land überschwemmt, teilweise Rebland mit wenigen Häusern. Das Einzugsgebiet mißt hier bereits 1050 km² mit jährlichen totalen Abflüssen von rund 1000 Mio m³.

Bei der Staumauer Sta. Giustina (Abb. 7 bis 10) handelt es sich um ein außerordentlich kühnes und imponierendes Bauwerk, das nach Fertigstellung anfangs 1950 die höchste Bogensperre Europas und die zweithöchste der Welt darstellen wird; sie wird nur übertroffen durch den soeben fertiggestellten ca. 170 m hohen Roß-Damm in den Vereinigten Staaten (Erbauerin: Stadt Seattle im Staate Washington). Die Bogenstaumauer Sta. Giustina in plastischem, vibriertem Beton P 250 hat eine Betonkubatur von ca. 120 000 m³ und ist an der Krone 3,50 m und an der Basis nur 16,5 m stark; die Mauer erhält eine leichte Armierung. Zur Abdichtung des Staubeckens und zur sorgfältigen Fundierung der Staumauer wurde im Kalkdolomit von der Sohle und von 6 horizontalen Stollen aus ein sehr engmaschiges und tiefgreifendes Injektionsdiaphragma erstellt. Die Entlastungsbauten (Grundablaß, Entlastungsablaß und Hochwasserüberlauf) erlauben, 1200 m³/s und unter Berücksichtigung des Retentionsvermögens des Stausees Hochwasserwellen von 1500 m³/s abzuführen.

4. Die Resia-Werke am Oberlauf der Etsch

Nahe unserer östlichen Landesgrenze befinden sich die *Resiawerke der Kraftwerkgruppe Alto Adige* der Montecatini, Società Generale per l'Industria Mineraria e Chimica, Milano, einer der größten Industriegesellschaften Italiens.

Sie nützen die im Stausee S. Valentino auf der Reschenscheidegg gespeicherten 110 Mio m³ und die Etsch in den Stufen.