**Zeitschrift:** Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
**Band:** 55 (1963)
**Heft:** 12

**Artikel:** Das Kraftwerk Simmenfluh der simmentaler Kraftwerke AG
**Autor:** Stutz, R.
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-921549

**Nutzungsbedingungen**
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 18.02.2026

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

# DAS KRAFTWERK SIMMENFLUH DER SIMMENTALER KRAFTWERKE AG

R. Stutz, Ingenieur der Société Générale pour l'Industrie, Genf

DK 621.221

Im Anschluss an die Einweihung des Kraftwerkes, die am 23. September 1963 Behörden, Bauherr, Unternehmer und Lieferanten, insgesamt über 100 Personen vereinigte, soll hier auszugsweise über einige Projektierungsgrundlagen und Erfahrungen beim Bau berichtet werden.

Nach einem einleitenden Rückblick auf die früheren Kraftwerkbauten im Simmental werden die einzelnen Bauwerke besprochen, unter besonderer Berücksichtigung der an den fertig gestellten Anlagen ausgeführten Versuche und Kontrollen.

## 1. EINLEITUNG

### 1.1 DIE WASSERKRÄFTE DES SIMMENTALES UND IHRE BISHERIGE AUSNÜTZUNG (Fig. 1)

Der Ausnützung der Wasserkräfte zur Gewinnung von elektrischer Energie waren durch das verhältnismässig geringe Gefälle der Simme seit jeher enge Grenzen gesetzt. Die Vergletscherung des Einzugsgebietes ist gering, und zudem fehlen die topographischen und geologischen Voraussetzungen, welche durch Schaffung von Stauraum die Verschiebung der Sommerabflüsse auf den Winter erlauben. So beschränkten sich die bisherigen Anlagen und Projekte auf die Ausnützung von seitlichen Zuflüssen und einigen günstigen Abschnitten der Simme. Den Anfang machten die Bernischen Kraftwerke A.G. (damals Vereinigte Kander- und Hagneck-Werke A.G.) in den Jahren 1906 bis 1909 mit der Erstellung der Simme-Zuleitung zum bereits seit 1899 bestehenden Kanderwerk Spiez. Nach längerem Stillstand folgte 1944 bis 1946 der Bau des kleinen Kraftwerkes Klusi der Elektrizitätsgenossenschaft Stockensee-Simme (EGSS), das zuerst den Hinterstockensee, später dann auch den Vorderstockensee, ausnützte und damals der Energieversorgung der umliegenden Dörfer zu dienen hatte.

Im Jahre 1955 wurden die Simmentaler Kraftwerke A.G. (SKW) mit Sitz in Erlenbach i. S. gegründet, an der die Bernischen Kraftwerke (BKW), die Société Générale pour l'Industrie (SGI), die EGSS, die Stadt Thun und einige Gemeinden des Simmentales beteiligt sind. Bei der Gründung haben die SKW das Kraftwerk Klusi übernommen.

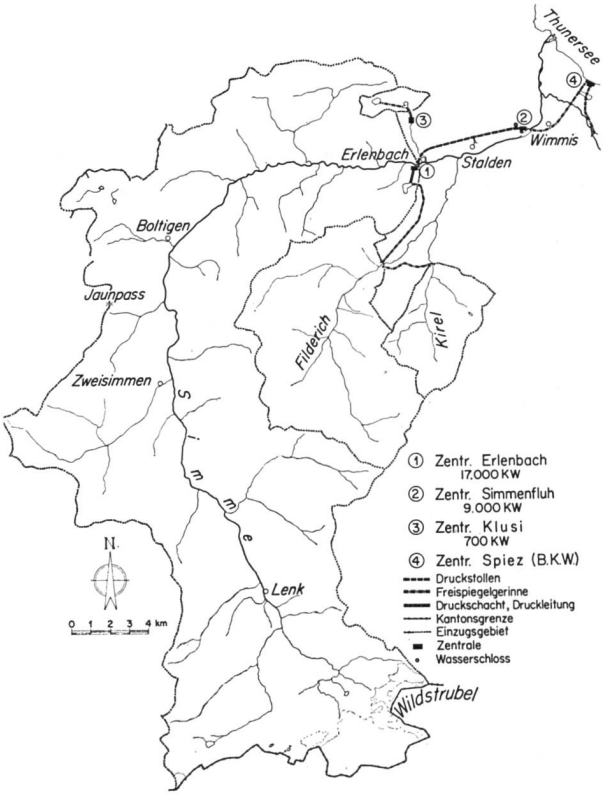



Fig. 1 Einzugsgebiet des Kraftwerks Simmenfluh und Uebersicht über die bisher erstellten Anlagen im Simmental

### 1.2 DAS KRAFTWERK KIREL-FILDERICH

Die Simmentaler Kraftwerke erbauten in den Jahren 1956 bis 1958 das Kraftwerk Kirel-Filderich, das die gleichnamigen Wasserläufe ausnützt. Es umfasst zwei Wasserfassungen, Zuleitungsstollen und gedeckte Rohrleitungen von zusammen rund 7,4 km Länge, das Ausgleichbecken Bergli von 125 000 m³ Nutzinhalt [1], den 400 m langen Druckstollen, die gedeckte 865 m lange Druckleitung und die Zentrale Erlenbach [2], in welcher bei einem Bruttogefälle von rund 300 m von 2 Francis-Turbinen zu je 11 600 PS insgesamt 6,6 m³/s verarbeitet werden. Die mittlere Jahresproduktion beträgt rund 50 GWh. Projektierung und Bauleitung lagen, wie auch bei der nachstehend dargestellten Stufe Simmenfluh, in den Händen der Société Générale pour l'Industrie, Genf.

## 2. DAS KRAFTWERK SIMMENFLUH

Das Kraftwerk Simmenfluh ist ein reines Laufwerk. Es hat jedoch betrieblich den Vorteil, dass sich weiter oben das bereits erwähnte Ausgleichbecken Bergli (125 000 m³) des Kirel-Filderich-Werkes befindet.

### 2.1 GRUNDLAGEN DES WERKES UND ABMESSUNGEN DER BAUWERKE

#### 2.11 Topographische und hydrologische Grundlagen

| | |
|---|---|
| – Länge der ausgenützten Gewässerstrecke | 6,1 km |
| – Ausgenütztes Gefälle | |
| Stauziel der Wasserfassung | 682,50 |
| Rückgabe in den Stausee Wimmis | 627,70 |
| Bruttogefälle | 54,80 m |
| Nettogefälle (bei 22 m³/s), ca. | 46,80 m |
| – Einzugsgebiet (Fig. 1) | |
| Simme in Erlenbach | 427 km² |
| Kraftwerk Kirel-Filderich | 104 km² |
| Gesamtfläche | 531 km² |

[1] J. C. Ott: «Expériences faites au cours de la construction des bassins de compensation d'Eggen et du Bergli», Veröffentlichung Nr. 23 der Schweizerischen Gesellschaft für Bodenmechanik und Fundationstechnik, Seiten 8/16 (1960).

[2] J. Wahl: «Particularités de l'équipement électro-mécanique de la centrale d'Erlenbach», Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, Nr. 23, vom 17. November 1962, Seiten 1132/1139.

– Abflussmengen in der Simme (Messungen 1920–1956)

| | |
|---|---|
| Mittlere Wassermenge | 14 m³/s |
| Minimale Wassermenge | 3 m³/s |
| Grösste Wassermenge (Hochwasser 1944) | 250 m³/s (geschätzt) |

– Ausbauwassermenge, im Mitteljahr während 100 Tagen verfügbar 22 m³/s

– Dotierwassermengen beim Wehr Erlenbach

| | |
|---|---|
| Im Winter | 200 l/s |
| Im Sommer | 400 l/s |

– Mittlerer Jahresabfluss bei Erlenbach bestehend aus den Zuflüssen der Simme und des Kirel-Filderich-Werkes:

| | Abflussmengen Mio m³ | davon nutzbar Mio m³ | nutzbarer Anteil |
|---|---|---|---|
| Sommer | 396 | 304 | 77 % |
| Winter | 145 | 141 | 97 % |
| Jahr | 541 | 445 | 82 % |

Jahresabfluss im trockenen Jahr 1921: 334 Mio m³; Ausfall 38 %
Jahresabfluss im nassen Jahr 1922: 784 Mio m³; Ueberschuss 45 %

## 2.12 Reihenfolge der Anlagen und deren wichtigste Abmessungen

– Wehr Erlenbach
3 Hauptöffnungen zu 9,50 und 1 Spülöffnung zu 4,0 m;
Stauziel 682,50 m
mögliche Abflussmenge ohne Ueberströmen der Wehrpfeiler bei einer geschlossenen Schütze 400 m³/s

– Wasserfassung und gedeckter Kanal
Fassung mit Rechen, Einlauftrompete und Einlaufschütze, gedeckter Kanal 1,80 x 4,50 m, rund 200 m lang, unter geringem Druck stehend

– Druckstollen ⌀ 3,40 m, 5760 m lang, Stollenfenster in Stalden, ungefähr in Stollenmitte

– Wasserschloss ⌀ 7,90 m, ca. 50 m hoch, horizontales Verbindungsrohr zum Stollen, ⌀ 1,42 m, als Drosselung

– Zentrale, mit
Schrägschacht ⌀ 3,0 m, Länge 56 m, Gefälle 80 %
Zugangsstollen
2 Kavernen enthaltend u. a.
1 Kaplan-Turbine 12 400 PS
1 Generator (Klemmenspannung 16 kV) 11 250 kVA
16 kV-Schaltanlage

Unterwasserstollen und Auslaufbauwerk, auf die Rückgabekote 627,70 des Stausees Wimmis abgestimmt.

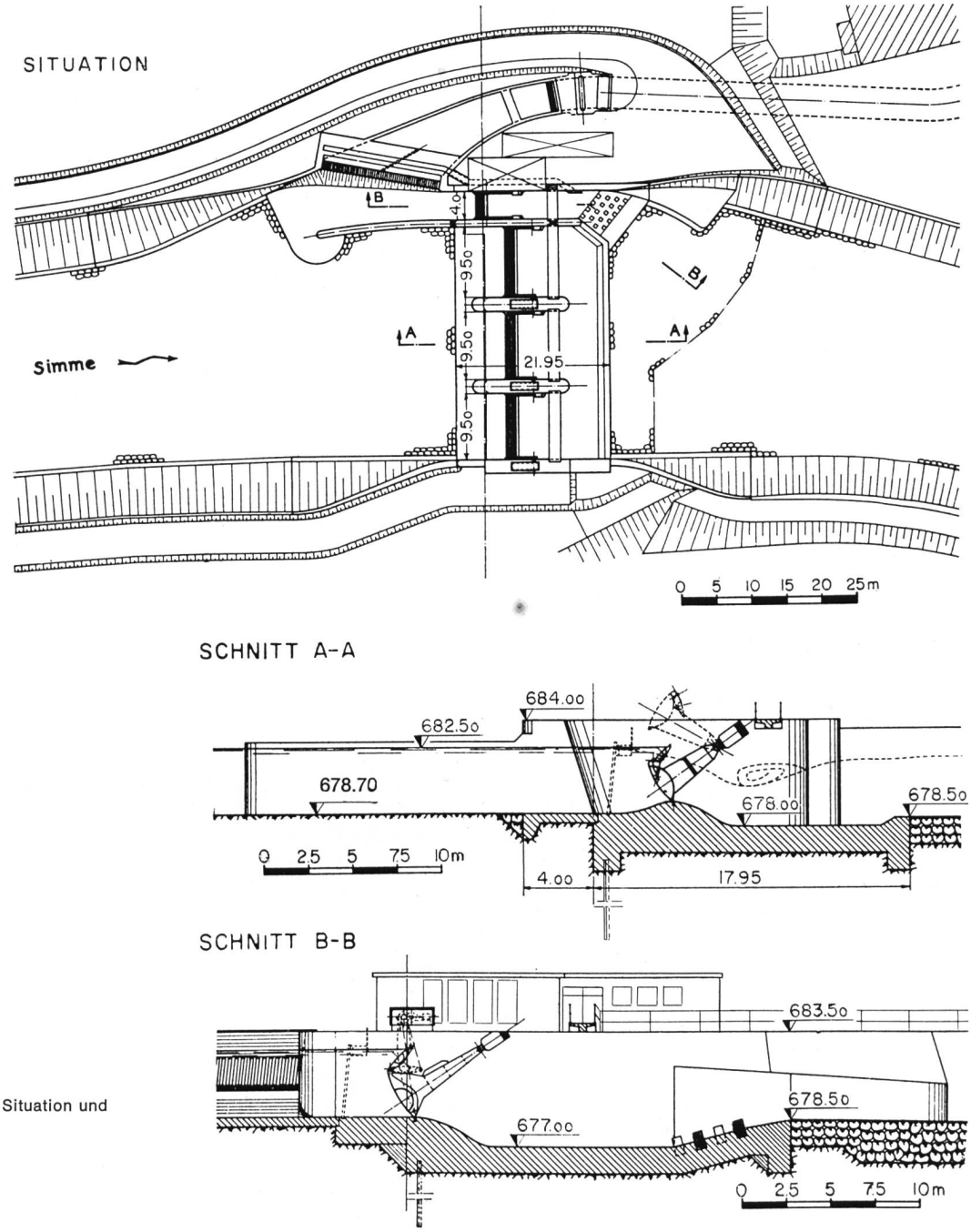



Fig. 2 Wehr Erlenbach: Situation und Schnitte

### 2.13 Energieproduktion

Produktion im hydrologischen Mitteljahr

| | |
|---|---|
| Im Sommer | 33,6 GWh |
| Im Winter | 16,5 GWh |
| Im Jahr | 50,1 GWh |

Der weitgehend automatisierte Betrieb der Kraftwerkgruppe Kirel-Filderich und Simmenfluh wird geleitet von der Bernischen Kraftwerke A.G., die auch die gesamte Stromproduktion ohne Transformierung in ihr 16 kV-Netz übernimmt.

## 2.2 WEHR ERLENBACH

### 2.21 Lage des Wehres

Die Stufe Simmenfluh stellt das Bindeglied dar zwischen der Rückgabe der Zentrale Erlenbach und dem Stausee Wimmis der Simmezuleitung zur Zentrale Spiez. Die Ausnützung des gesamten verfügbaren Gefälles (54,80 m bei Normalstau) wurde ermöglicht durch den Umstand, dass von dem ca. 200 m unterhalb der Zentrale Erlenbach liegenden Wehr nach Durchquerung der verhältnismässig schmalen und nur schwach besiedelten Talebene ein Stolleneingang im anstehenden Flysch angeordnet werden konnte und dass einem gewissen Aufstau bis zur Rückgabekote der Zentrale Erlenbach nichts im Wege stand.

### 2.22 Bemessung und allgemeine Disposition (Fig. 2)

Der Bemessung ist ein Katastrophenhochwasser von 400 m³/s zugrunde gelegt worden, das nach Extrapolation der Hochwasserhäufigkeitskurve das 500jährige Hochwasser darstellt. Unter der Annahme einer geschlossenen Schütze ergab sich als günstigste Lösung ein Wehr mit drei Hauptöffnungen von 9,50 m Breite, sowie eine Spülöffnung vor dem Einlauf zur Wasserfassung von 4,0 m Breite. Die Resultate der Modellversuche bestätigten, dass in keinem Fall mit einem Ueberströmen der Pfeiler und der Dämme gerechnet werden muss und dass auch sperriges Geschwemmsel für den Dienststeg keine Gefahr darstellt. Sie erlaubten ebenfalls, der Leitmauer zwischen dem Wehr und der Spülöffnung eine günstige Krümmung zu geben und die Länge des Tosbeckens zu bestimmen.

Auf die Erstellung einer Fischtreppe wurde verzichtet. Dagegen ist der Einsatz von zusätzlichen Forellensömmerlingen vorgesehen. Die Dotierwassermenge beträgt 400 l/s im Sommer und 200 l/s im Winter.

### 2.23 Abschlussorgane und Hilfseinrichtungen

Auf die Verwendung der ursprünglich vorgesehenen Klappenschützen ist auf Grund eingehender Modellversuche verzichtet worden, da die Gefahr besteht, dass bei teilweise abgesenkten Klappen das Geschiebe sich unter denselben ablagert und ein anschliessendes vollständiges Senken verhindert. Dieser Umstand, der zur Hauptsache auf den geringen Höhenunterschied zwischen der Wehrschwelle und dem Tosbecken zurückzuführen ist, wurde bereits ausführlich behandelt [3].

Zum Einbau gelangten in den drei Hauptöffnungen drei Sektorschützen mit aufgesetzten Klappen von 3,15 x 9,50 m Abschlussfläche. Für beide Elemente ist ein hydraulischer Antrieb gewählt worden. Die Antriebspressen der einseitig angetriebenen Sektorschützen liegen horizontal in den Pfeilernischen, während diejenige der Klappen sich zentrisch auf die Schützen abstützen. Bis zu einer Ueberschusswassermenge von 40 m³/s genügen die drei im allgemeinen gleichzeitig betätigten Klappen zur automatischen Stauregulierung. Für grössere Wassermengen werden die Sektorschützen angehoben.

Das Abschlussorgan der Spülöffnung besteht ebenfalls aus einer Sektorschütze mit Klappe von 3,80 x 4,0 m Abschlussfläche. Dagegen erfolgt die Betätigung mechanisch mit Hilfe eines Kettenantriebes.

Das Dienstgebäude enthält neben den Steuerorganen eine Notstromgruppe zum Betrieb der Pumpenmotoren bei Ausfall der örtlichen Stromversorgung.

### 2.24 Grundwasser

Vergleichende chemische Untersuchungen haben ergeben, dass das Grundwasser in der Talebene nicht von der Simme, sondern von den Talhängen stammt. Diesem Umstand,

[3] Mario Salvetti: «Inconvénients dus au charriage pour les barrages en rivière équipés de vannes clapets». Sonderdruck aus Bulletin Technique de la Suisse Romande, No 12 vom 17. Juni 1961.

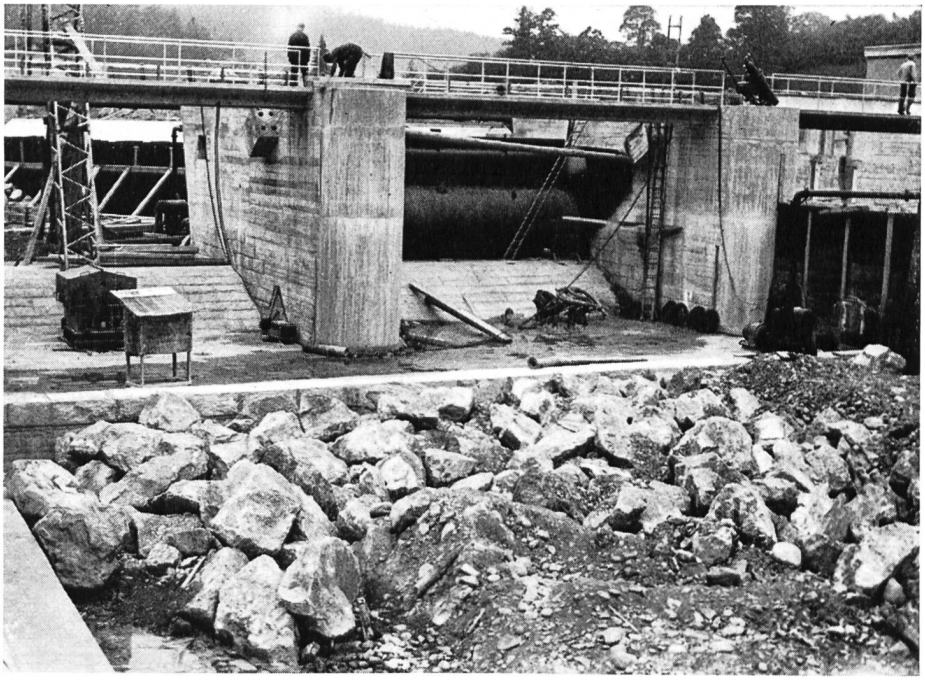


Fig. 3 Wehr Erlenbach, Blick flussaufwärts. Bauzustand am 2. 10. 61; im Vordergrund der unterwasserseitige Kolkschutz aus grossen Blöcken.

Fig. 4 Wehr Erlenbach, Blick flussabwärts. Bauzustand am 14. 3. 62, die 1. Hauptöffnung mit den Dammbalkennadeln abgeschlossen; im Hintergrund ein Teil des Dorfes Erlenbach.

der übrigens bei der Oeffnung der Baugruben offensichtlich wurde, ist Rechnung getragen worden durch ein Drainagesystem auf beiden Ufern, welches das Hangwasser und das Verlustwasser der Stauanlage aufnimmt und unterhalb des Wehres der Simme zuleitet.

Die Grundwasserströmung unter dem Wehr in Kiesschichten, deren Mächtigkeit vom rechten zum linken Ufer gemäss Sondierungen von 15 auf 30 m zunimmt, ist neben den üblichen Methoden auch mit Hilfe elektrischer Analogie untersucht worden. Die Stauhöhe von nahezu 4 m und die Wehrlänge von 22 m machten besondere Massnahmen notwendig. Gewählt wurde ein Dichtungsschirm, der aus 8 m langen Spundwandbohlen besteht und bis 14,50 m unter den Oberwasserspiegel reicht, wobei auf die Ausführung eines unterwasserseitigen Filters verzichtet wurde.

Während und nach dem ersten Aufstau wurden in 13 Piezometerröhren die Wasserspiegel bzw. Drücke des Grundwassers unter den Wehrpfeilern und Ufermauern gemessen, wobei eine befriedigende Uebereinstimmung mit den Berechnungsergebnissen festgestellt wurde.

### 2.25 Konstruktive Einzelheiten und Bauausführung

Als bemerkenswerte Einzelheit seien die Vorspannkabel erwähnt, welche die beim Anheben der Sektorschützen von den horizontal liegenden Pressen abgegebenen Kräfte von ca. 100 t pro Schütze aufzunehmen haben. Je vier Kabel verhindern nicht nur die Rissebildung, sondern gewähren durch entsprechende Vorspannung auch im ungünstigsten Fall noch eine Druckbeanspruchung des umgebenden Pfeilerbetons.

Der Bau des Wehres (Fig. 3, 4 und 5) erfolgte in zwei Etappen, 1960 auf dem linken und 1961 auf dem rechten Ufer, jeweils im Schutze einer Baugrubenumschliessung aus Spundwänden, und gibt zu keinen besonderen Bemerkungen Anlass. Der an Ort und Stelle betonierte Uferschutz im Oberwasser wurde ebenfalls im Schutze von Spundwänden ausgeführt. Die Spundwände der beiden Hauptbaugruben wurden für Hochwasser von 120 $m^3/s$ bemessen, die im Mittel alle drei Jahre eintreten. Tatsächlich sind die Baugruben nie überschwemmt worden.

Fig. 5 Wehr Erlenbach, Blick flussabwärts. Aufnahme Sommer 1963 bei Normalstau.

Die Montage der Schütze erfolgte programmgemäss. Die infolge des einseitigen Antriebes auftretende Verdrehung der Sektorschützen blieb innerhalb der erwarteten Grenzen.

## 2.3 WASSERFASSUNG UND GEDECKTER KANAL

### 2.31 Bemessung, allgemeine Disposition und Ausführung

Der 17,0 x 1,5 m messende und mit einem Feinrechen und einer Rechenreinigungsmaschine versehene Einlauf geht in der Einlauftrompete in das Rechteckprofil 4,5 x 1,8 m des gedeckten Kanales über. Hinter der Kanaleinlaufschütze befindet sich der Belüftungsschacht, der zugleich als Einstieg benützt wird.

Die Einschaltung eines Entsanders ist in Erwägung gezogen, dann aber aus folgenden Gründen verworfen worden:

- auf Grund von Analysen und entsprechend dem petrographischen Aufbau des Einzugsgebietes sind nur ca. 40 Prozent des Geschiebes quarzhaltig;
- infolge des über der Wehrschwelle angeordneten Einlaufes ist nur mit Sand unter ∅ 2 mm zu rechnen, von dem ein Entsander mit den begrenzten Platzverhältnissen angepassten Abmessungen die Körner über ∅ 0,2–0,5 mm ausgeschieden hätte;
- da dieser nicht ausgeschiedene Feinsand mengenmässig überwiegt, hätte im Hinblick auf die Abnützung der Turbine ein Entsander nur eine beschränkte Wirksamkeit aufgewiesen;
- die wasserarmen Winter erleichtern zudem kurzfristige Betriebseinstellungen zwecks Ueberholung allfälliger schadhafter Maschinenteile.

Die Erstellung des gedeckten Kanales im Grundwasser des Talbodens konnte auf seiner ganzen Länge dank der flachen Bauweise ohne Baugrubenumschliessung ausgeführt werden.

## 2.4 DRUCKSTOLLEN

### 2.41 Gliederung und Längenprofil (Fig. 6)

Durch das Fenster Stalden, 298 m lang mit Panzertüre als Abschluss, wird der 5760 m lange Stollen in zwei Abschnitte aufgeteilt, von denen der obere, Erlenbach-Stalden, 3090 m und der untere, Stalden-Simmenfluh, 2670 m misst. Der Zugang zum Stollen am unteren Ende und zum Wasserschloss erfolgt durch das 70 m lange Fenster Simmenfluh und ein Mannsloch.

Das Längenprofil zeigt den anlässlich der Ausbruchsarbeiten fallenden Vortrieb in Erlenbach, die beiden steigenden Vortriebe in Stalden und den mit verhältnismässig starkem Gefälle ebenfalls steigenden Vortrieb in Simmenfluh. Der in der unteren Stollenhälfte dadurch gebildete Scheitelpunkt liegt jedoch nur ca. 2 m über der Stollenhöhe in Stalden, so dass auf die Ableitung der Luft während der Füllung bezw. auf die Belüftung im Falle der Entleerung des Stollens verzichtet werden konnte. Im Falle der Betriebsaufnahme nach einer der seltenen Stollenfüllungen wird der Luftsack im Laufe von wenigen Stunden aufgelöst, und die Maschinengruppe erreicht wieder ihre volle Leistung.

### 2.42 Geologische Verhältnisse

Der Stollen durchquert drei geologische Formationen, die sich jedoch in den Berührungszonen überschneiden:

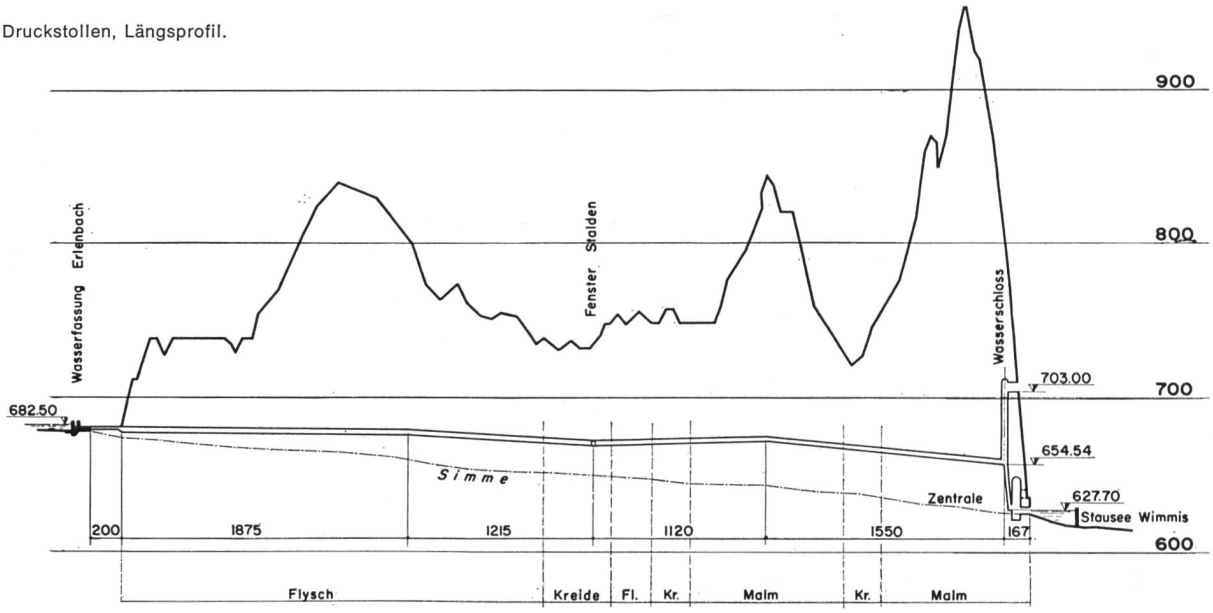
- den Flysch der Simmen-Decke (Kreide) im oberen und stellenweise auch im unteren Abschnitt; er ist aus mehr oder weniger glimmerigen, abwechselnd mergeligen oder tonhaltigen Schiefern und kalkartigen und kieseligen Schuppen zusammengesetzt; dieser Flysch kann als wasserundurchlässig bezeichnet werden;
- die obere Kreide der Klippendecke in der oberen Hälfte des unteren Abschnittes; sie ist charakterisiert durch ihre roten Schichten und enthält vor allem mergelige, tonhaltige, fein geschichtete oder schierferartige, manchmal sehr stark gefaltete Kalksteine; Wassereintritte in unbedeutendem Umfang sind im Bereich der Schichtungsfugen festgestellt worden;
- den Malm des oberen Jura, der aus dicken, massiven, jedoch stellenweise zerklüfteten und durch Verwerfungen zerbrochenen Kalksteinen besteht; in diesen Zonen sind Quellen von insgesamt 7 l/s aufgetreten.

### 2.43 Stollenprofile und Bauausführung

Von den vorgesehenen Profiltypen sind nur zwei ausgeführt worden, nämlich die Typen III mit 35 cm und I mit 25 cm starker Schalbetonverkleidung (Fig. 7).

Der Ausbruch im Flysch für das Profil III (theor. Volumen 13,7 m³/m) wurde erschwert durch die parallel zur

Fig. 6 Druckstollen, Längsprofil.



Stollenaxe einfallende Schichtung, was zu unvermeidlichen Ueberprofilen führte. Als Einbau genügte streckenweise eine Spritzbetonverkleidung von 7,5–10 cm Stärke. Zur Hauptsache wurde jedoch ein Stahleinbau mit Profil GI 100 und GI 110 im Abstand von 80 bis 130 cm versetzt. Die Vortriebsleistungen betrugen in beiden Fällen 4,5 bis 5,5 m pro 20stündigem Arbeitstag.

Das Profil I (12,4 $m^3/m$) kam im Malm und in den roten Schichten der Kreide zur Anwendung. Ein Einbau erwies sich, abgesehen von den erwähnten lokalen Klüftungen, als überflüssig, und die täglichen Vortriebsleistungen schwankten zwischen 9 und 12 m.

Von den 66 vorsorglich schon vor Beginn der Ausbruchsarbeiten gemessenen Quellen sind nur einige wenige von den Arbeiten beeinflusst worden. In allen Fällen konnte durch geeignete Massnahmen die Wasserversorgung der Bevölkerung sichergestellt werden. So wurden für die Benützer der versiegten Quelle beim Fenster Stalden durch eine Quellfassung im Fensterstollen die bisherigen Leitungen neu gespiesen.

Die Betonierung der Stollenverkleidung erfolgte in einer Etappe mit Hilfe einer Teleskopschalung. Als mittlere Tagesleistung wurden rund 40 m betoniert, was bei den vorhandenen Betoniereinrichtungen einem Ausschalen nach 24 bis 26 Stunden entsprach. Vorgängig der Betonierung waren die Drainageleitung und die örtlichen Wassereintritte gefasst worden.

### 2.44 Injektionen

Die Füllinjektionen, die mit einem Druck von 6 – 10 kg/cm², einem Bohrloch pro 22 m² und einem Injektionsgut von im Mittel 1 t Zement auf 2,5 t Sand ∅ 0 bis 3 mm ausgeführt worden sind, wiesen einen Materialbedarf von 961 kg/m oder 90 kg pro m² Innenfläche auf. Die Injektion der Drainageleitung erforderte zusätzliche 117 kg/m. Die Kontakt- und Dichtungsinjektionen wurden mit einem Druck von 12 kg/cm² und einem Netz von Bohrlöchern von 1 Loch pro 6,4 m² ausgeführt. Das Injektionsgut bestand im Mittel aus 1 t Bentonit auf 8 t Zement, und der Verbrauch belief sich auf 235 kg/m oder 23 kg pro m² Innenfläche. Diese Injektionen, je nach Fels und Wassereintritten auf 2 bis 4 Durchgänge verteilt, erstreckten sich im Rahmen des Bauprogrammes auf sieben Monate. Mit einem Aufwand von total 1313 kg/m, oder rund 7600 t ist es möglich gewesen, die Wassereintritte und damit – wie im nachfolgenden Abschnitt gezeigt – die Wasserverluste auf geringfügige Mengen zu reduzieren.

### 2.45 Messung der Wasserverluste im Stollen

Die gewählte statische Versuchsanordnung sah die Messung der Verluste im ganzen Stollen vor. Es ist darauf verzichtet worden, einzelne Abschnitte getrennt zu prüfen, obwohl die Unterteilung des Stollens durch das Fenster Stalden in einen oberen und einen unteren Abschnitt und eine dieser Unterteilung nahezu entsprechende Aufteilung der durchfahrenen Felsformationen ein solches Vorgehen nahegelegt hatten.

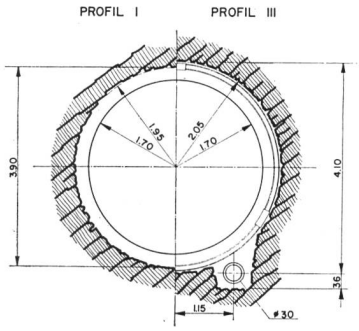



Fig. 7 Druckstollen, Profile I und III

Die damit verbundenen Mehrkosten, sowie die Annahme, dass die sorgfältig ausgeführten Injektionen die Rissgefahr und zum Teil auch die Porosität des Betons stark herabsetzen würden, haben zu der gewählten Prüfungsmethode geführt. Selbstverständlich konnten Druckstösse und Wasserschloss-Schwingungen nicht berücksichtigt werden; diese Einflüsse sind jedoch zeitlich begrenzt und fallen bei den verhältnismässig geringen Druckhöhen nicht ins Gewicht.

Die äusserst einfachen Versuchseinrichtungen bestanden aus einer mit Wassermesser versehenen Pumpanlage, welche bei der Wasserfassung in Erlenbach aufgestellt wurde. Die ober- und unterwasserseitigen Abschlüsse wurden einerseits durch die Einlaufschütze, andererseits durch den speziell abgedichteten Turbinenschieber hergestellt.

Die Wasserverluste entsprachen denjenigen Wassermengen, die bei geschlossener Einlaufschütze periodisch aus dem Stau des Wehres in den Einstiegschacht zum gedeckten Kanal und somit in den Stollen hinübergepumpt werden mussten, um jeweils den Wasserspiegel wieder auf eine bestimmte Kote zu bringen. Diese Kote wurde 1 m unterhalb des Staues angenommen, um die Dichtungen der Einlaufschütze ständig unter Druck zu halten.

Die Verluste betrugen zuerst 14,2 l/s, um dann nach 10 Tagen asymptotisch auf 5 l/s abzusinken. Da die gesamte Oberfläche von gedecktem Kanal, Stollen, Wasserschloss und Schrägschacht rund 65 200 m² beträgt, ergeben sich folgende relativen Werte:

14,2 l/s = 0,78 l/m² · Std. = 1,31 l/min · 100 m²
5 l/s = 0,28 l/m² · Std. = 0,46 l/min · 100 m²

## 2.5 WASSERSCHLOSS

### 2.51 Lage und Bemessung

Es befindet sich am unteren Ende des Druckstollens und ist als einfacher Vertikalschacht ausgebildet. Sein Durchmesser beträgt 7,90 m und die Höhe rund 50 m. Eine Drosselung wird erreicht durch das 2,50 m lange Verbindungsrohr zum Druckstollen, das einen Durchmesser von 1,42 m aufweist. Die Wirkungsweise dieser Drosselung war durch Versuche abgeklärt worden, deren Ergebnisse bei der Berechnung der Wasserschloss-Schwingungen berücksichtigt worden sind. In diesem Zusammenhang wurden für die durch konstante Oberwasserspiegel erfolgende Steuerung der Turbinenleistung vereinfachte Formeln aufgestellt [4].

### 2.52 Messung von Schwingungen und Druckstössen

Während des Probebetriebes im Sommer 1963 sind in Zusammenarbeit mit dem Laboratoire d'Hydraulique de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Lausanne eine Reihe von Messungen durchgeführt worden, welche die Bestimmung der Stollenrauhigkeit und die Untersuchung von Wasserschloss-Schwingungen und Druckstössen zur Aufgabe hatten. Für die Rauhigkeitsmessung wurde der Wasserspiegel beim Eingang des gedeckten Kanals und beim Stolleneingang an einfachen Piezometern abgelesen, während beim Wasserschloss eine Druckwaage zur Anwendung gelangte. Für die dynamischen Versuche wurden Induktions-Druck--

[4] MM. Cuénod und Dysli: «Le réglage de la puissance d'aménagements hydro-électriques avec bassin de compensation de faible volume». Sonderdruck aus Revue Nouvelles Techniques, 1962/11.

messer benützt, welche die Drücke im Druckstollen vor und nach dem Wasserschloss, im Wasserschloss selbst und am Fusse des Schrägschachtes angaben, wobei ebenfalls die Turbinenöffnung und die Wassermenge gemessen wurden. Alle Werte wurden gleichzeitig auf einen Oszillographen übertragen und aufgezeichnet.

Sobald die Ergebnisse dieser Untersuchungen ausgewertet sind, wird eine besondere Veröffentlichung darüber orientieren.

## 2.6 ZENTRALE

### 2.61 Elektro-mechanische Ausrüstung

Da im Rahmen dieses Berichtes nicht auf Einzelheiten eingegangen werden kann, sollen nur die Gründe erwähnt werden, die bei der Bestimmung von Art und Zahl der Maschinengruppen in Erwägung gezogen wurden.

Bei einem Nutzgefälle von rund 50 m und einer Ausbauwassermenge von 22 m³/s standen zuerst 1 oder 2 vertikalaxige Francis-Turbinen im Vordergrund; ausschlaggebend für die Wahl einer einzigen Kaplanturbine waren folgende Ueberlegungen und Berechnungen:

- Bessere Ausnützung der kleinen Wassermengen, aber Wirkungsgradabfall beim Einschalten der 2. Gruppe im Falle von zwei Maschinengruppen.
- Ein allfälliger Ausfall einer einzigen Maschinengruppe von 9000 kW hat für das Netz der BKW keine bedeutenden Folgen. Revisionen sind im Winter bei niedriger Wasserführung ohne grossen Produktionsausfall möglich.
- Geringeres Volumen der Zentrale bei einer Maschinengruppe.
- Flachere Wirkungsgradkurve der Kaplanturbine, was bei der stark wechselnden Wassermenge der Simme von besonderer Bedeutung ist.
- Drehgeschwindigkeit der Kaplanturbine 428 t/min gegenüber ca. 300 t/min für eine Francisturbine, somit Ersparnis beim Generator.
- Niedrigere Kosten der Turbine selbst.

### 2.62 Lage und Gliederung der Zentrale (Fig. 8/10)

Infolge Platzmangel und Steinschlaggefahr längs der Simmentalstrasse und dem Stausee Wimmis wurde die Zentrale in den Fels hinein verlegt. Das Portal des Zugangsstollens mit dem durch eine starke Betondecke geschützten Vorplatz (Fig. 10) befindet sich dort, wo die Schutthalden auslaufen und die Felswand der Simmenfluh sich bis auf wenige Meter der Strasse nähert. Nur der äussere Teil des Unterwasserstollens musste auf 25 m Länge in die das Seeufer bildende Kiesterrasse gelegt werden, wozu die Bauweise in offener Baugrube gewählt wurde (Fig. 9).

Der Schrägschacht, die beiden Kavernen, der Zugangsstollen, 38 m lang, und der Unterwasserstollen, 50 m lang, befinden sich in gutem kompakten Kalkfels, dessen fast unmerkliche Schichtung beim Ausbruch nur stellenweise geringfügige Ueberprofile verursachte. Die nahezu 14 m breiten Felsgewölbe der beiden Kavernen, wie auch die Kalotten von Zugangs- und Unterwasserstollen wurden mit einer durch Drahtnetze armierten Spritzbetonverkleidung vor der Verwitterung geschützt.

Die Standfestigkeit des Felsens erlaubte die Gliederung der für die elektromechanischen Einrichtungen benötigten Räume in zwei senkrecht zueinander stehenden Kavernen. Das ausgebrochene Felsvolumen beträgt rund 9700 m³. In der Kaverne I, 12,40 x 22,50 m, 25 m hoch, befindet sich die Maschinengruppe, wobei der Generator über dem Unterwasserspiegel angeordnet worden ist, und in der Kaverne II, 13,10 x 21,50 m, 15 bis 20 m hoch, sind die 16 kV-Schaltanlage, die Eigenbedarfs- und Diensträume sowie die Klima-

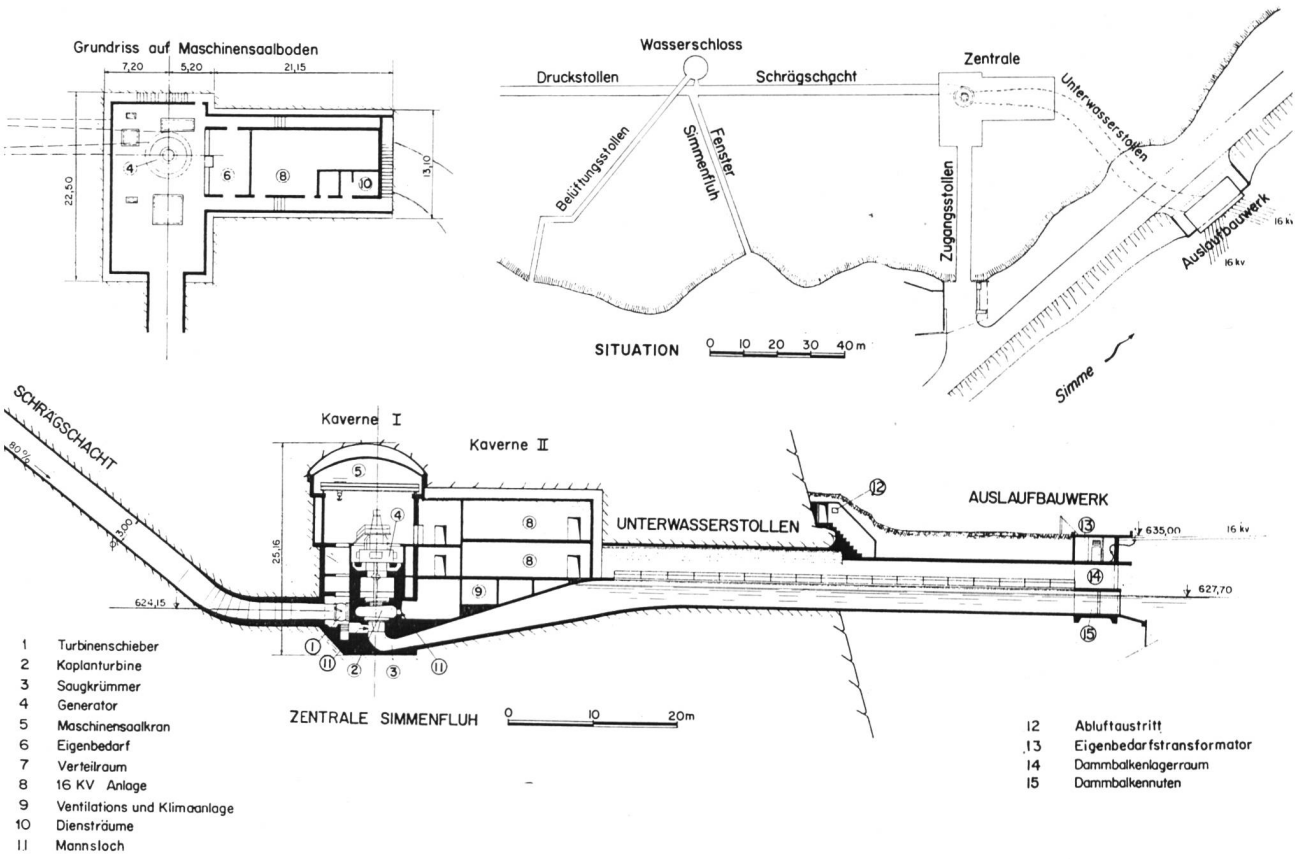



Fig. 8 Zentrale Simmenfluh, Situation und Schnitte

anlage untergebracht. An diese Kaverne schliesst der Unterwasserstollen an, durch den mit 16 kV-Kabeln der Abtransport der elektrischen Energie erfolgt; dieser Stollen kann auch als Notausgang dienen.

Die Kaverne I enthält ebenfalls die Schieberkammer, die für einen Innendruck von 30 t/m² bemessen ist. Die Entleerung im Falle eines Rohr- oder Schieberbruches erfolgt durch den Entlastungskanal, der unter den Kavernen hindurch zum Unterwasserstollen führt.

Im Auslaufbauwerk (Fig. 9 und 10) kann der Unterwasserstollen mit Dammbalken vom Stausee Wimmis abgeschlossen werden. Im oberen Stockwerk befinden sich der 250 kVA-Eigenbedarfstransformator, sowie die Abgänge der vier 16 kV-Freileitungen, von denen eine zur HF-Uebertragung von Messwerten und Befehlen zwischen den beiden Zentralen Erlenbach und Simmenfluh benützt wird.

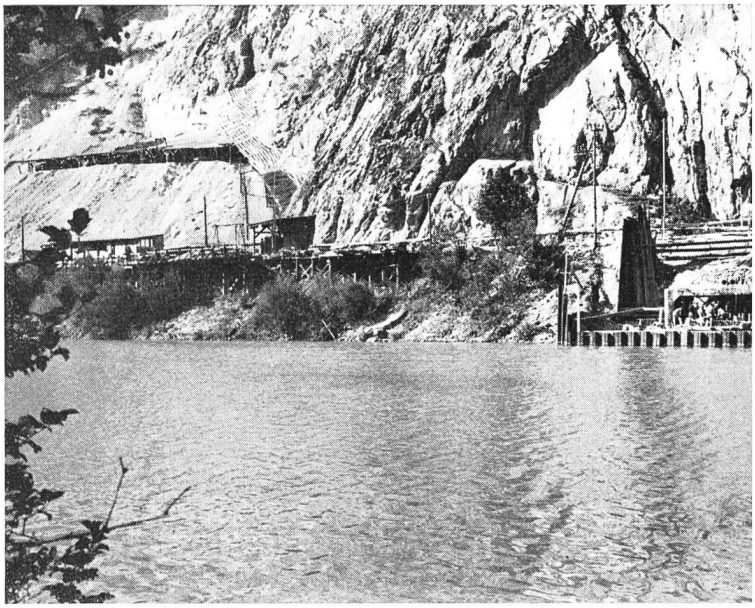


Fig. 9 Aussenbauwerke der Zentrale; Bauzustand am 2. 10. 61: von rechts die Baugrube für das Auslaufbauwerk, links oben die mit einem Steinschlagschutz versehene Plattform vor dem Fenster Simmenfluh.

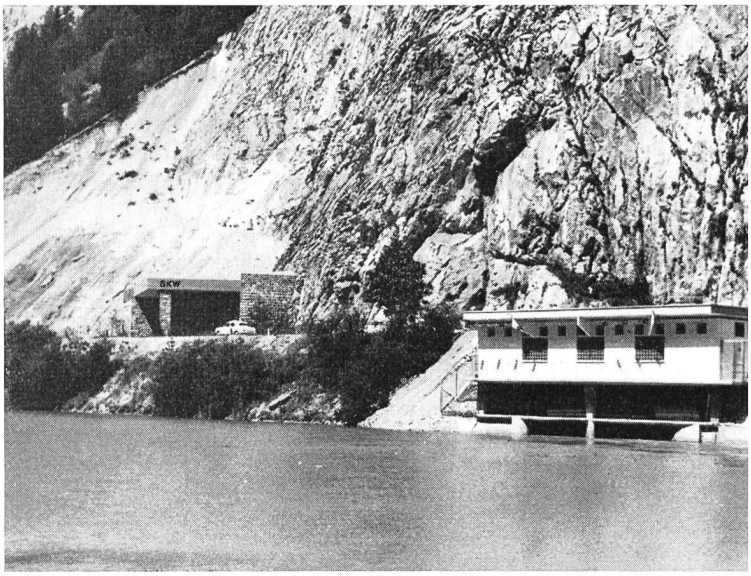


Fig. 10 Aussenbauwerke der Zentrale; Aufnahme Sommer 1963: die vom Auslaufbauwerk abgehenden 16 kV-Freileitungen erst teilweise montiert, im Hintergrund links der gedeckte Vorplatz vor dem Portal des Zugangsstollens.

## 2.7. ZUSAMMENFASSUNG

Das Kraftwerk Simmenfluh ist eine einfache Anlage, deren Bauarbeiten sich auf die Zeit von anfangs 1960 bis Sommer 1962, d. h. auf 2½ Jahre erstreckten. Für die Montage der elektromechanischen Ausrüstung und den durch geringe Wasserführung beeinträchtigten Versuchsbetrieb wurde ein weiteres Jahr benötigt.

Bemerkenswert sind immerhin die einseitig angehobenen Sektorschützen des Wehres, der bedeutende Verbrauch von Injektionsmaterial im Druckstollen und der Einbau einer einzigen Maschinengruppe in der unterirdischen Zentrale.

# VON DER WASSERKRAFT ZUR ATOMENERGIE

Auszug aus dem Referat von Direktionspräsident Dr. H. Bergmaier
an der ordentlichen Generalversammlung der ELEKTRO-WATT vom 11. Oktober 1963

Noch nie ist über die zukünftige Versorgung unseres Landes mit elektrischer Energie so viel geschrieben und geredet worden wie in den letzten Monaten. Den tieferen Grund dafür bildet die Tatsache, dass die schweizerische Elektrizitätswirtschaft offensichtlich an einem Wendepunkt angelangt ist. Die Uebergangsperiode von der Wasserkraft zur Atomenergie liegt vor uns. Da die öffentliche Diskussion zum Teil etwas verwirrende Ansichten zeitigte und da ja das Problem der weiteren Gestaltung unserer Energieversorgung für unsere Gesellschaft von grösster Bedeutung ist, rechtfertigt sich an dieser Stelle eine eingehende Stellungnahme. Als Ausgangspunkt für unsere Betrachtungen mögen folgende zwei Feststellungen dienen:

1. Der Ausbau unserer Wasserkräfte geht seinem Ende entgegen. Das zwingt uns, in absehbarer Zeit die elektrische Energie auf thermischem Wege zu erzeugen, sei es in Wärmekraftwerken klassischer Bauart oder in Atomkraftwerken.
2. Auf lange Sicht stellt die Atomenergie für schweizerische Verhältnisse die gegebene Lösung dar. Die Kernkraftwerke sind berufen, dereinst in unserem Lande die Rolle zu übernehmen, die bisher die Wasserkraftwerke gespielt haben. Das Atomkraftwerk hat unter anderem den Vorteil, dass der Kernbrennstoff verhältnismässig geringe Transportkosten verursacht und auch für den Verbrauch mehrerer Jahre einfach und mit bescheidenem Aufwand gelagert werden kann.

Bis zum endgültigen Einsatz der Kernenergie in unserer Energieversorgung wird eine Zwischenphase eingeschaltet werden müssen. Wie wird diese am besten überbrückt werden, und welches könnte der ungefähre zeitliche Rhythmus der Entwicklung sein?

Auf Grund der Erfahrungen der letzten zwei Dezennien ist für die nächsten 10 Jahre bei einigermassen stabiler Wirtschaftslage mit einer durchschnittlichen jährlichen Zunahme des schweizerischen Elektrizitätsverbrauchs um 5–6 Prozent zu rechnen. Auch wenn die im Bau befindlichen und noch geplanten Wasserkraftwerke programmgemäss in Betrieb kommen, werden sie bei mittlerer Wasserführung den Verbrauchszuwachs bereits im Winter 1967/68, das heisst in vier Jahren, nicht mehr zu decken