

Zeitschrift:	Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber:	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band:	34 (1942)
Heft:	7-8
Artikel:	Das Kraftwerk Innertkirchen, die zweite Stufe der Kraftwerke Oberhasli
Autor:	Leuenberger, J.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-921707

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: 21.02.2026

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

Das Kraftwerk Innertkirchen, die zweite Stufe der Kraftwerke Oberhasli

von Dipl. Ing. J. Leuenberger und Dipl. Ing. H. Ludwig.

Das im Bau begriffene Kraftwerk Innertkirchen ist die Erweiterung des in den Jahren 1926—1932 erstellten Kraftwerks Handeck. Die neue Anlage nützt die Gefällstufe zwischen der Handeck und dem Talboden von Innertkirchen aus. Das Kraftwerk Innertkirchen verarbeitet das Wasser aus den Speicherseen Grimsel und Gelmer als Abwasser der Turbinen Handeck, sowie den natürlichen Zufluss des Einzugsgebietes zwischen den Speicherseen und der Zentrale Handeck. Das Bruttogefälle des neuen Werkes beträgt 672 m. Beim jetzigen Ausbau mit drei Maschineneinheiten von je 56 000 PS werden 355 Mio kWh gleichmässige Jahresenergie erzeugt werden können, wozu noch rd. 70 Mio kWh Sommerenergie kommen.

Zum Vergleiche mit der im Ausbau begriffenen zweiten Stufe seien hier noch die wichtigsten Daten der oberen Kraftwerkanlage wiedergegeben:

Einzugsgebiet des Grimsel- und Gelmersees: 111,5 km²
Zwischenereinzugsgebiet Grimsel-Handeck: 40 km²
Stauinhalt: Grimselsee 100 Mio m³
Gelmersee 13 Mio m³

	KW. Handeck	KW. Innertk.
Bruttogefälle	546 m	672 m
max. Betriebswassermenge 20 m ³ /sek.	36 m ³ /sek.	(Vollausbau)
Jahresenergiemenge	235 Mio kWh	355 Mio kWh
Anzahl der Maschinen	4	5 (Vollausb.)
Leistung pro Turbine	30 000 PS	56 000 PS

Der Beschluss zum Bau des Kraftwerkes Innertkirchen wurde vom Verwaltungsrat der Kraftwerke Oberhasli am 11. März 1940 gefasst. Die Vorbereitungen für die Bauausführungen, wie Sondier- und Fensterstollen, Transporteinrichtungen, Weganlagen und Zuführung der elektrischen Energie zu den ein-

zelnen Baustellen waren schon in den Jahren 1938—1939 ausgeführt worden.

Nach dem Projekt für das Kraftwerk Innertkirchen liegen alle Bauobjekte von der Wasserzuleitung bis zur Wasserrückgabe in den Fluss unterirdisch. Die Bauarbeiten konnten deshalb auch im Winter ohne Einschränkungen weitergeführt werden. Dank diesem Umstand und der rechtzeitigen Bereitstellung aller notwendigen Baumaterialien konnte der Bau trotz der durch den Krieg bedingten Hemmnisse programmgemäß vorangebracht werden. Mit Ausnahme des Zulaufstollens sind die Hauptbauobjekte beinahe beendet. Beim Zulaufstollen wird die Ausweitung auf Ende Juni fertig; von der Ausmantelung ist rund die Hälfte ausgeführt. Bei diesem grossen Tunnelbau macht sich der Mangel an Spezialarbeitern am meisten geltend. Aber auch dieser Bau kann gegen Ende 1942 fertiggestellt werden, falls keine neuen Störungen im Arbeitsbetrieb infolge der derzeitigen aussergewöhnlichen Verhältnisse eintreten. Die Inbetriebnahme des K. W. Innertkirchen wird also voraussichtlich auf das Jahresende 1942 erfolgen können.

Die Strombezüger und zugleich auch die Teilhaber der Kraftwerke Oberhasli A.-G. sind die Bernischen Kraftwerke (1/2 des Aktienkapitals), die Stadtgemeinde Bern, der Kanton Basel-Stadt und die Stadtgemeinde Zürich (je 1/6 des Aktienkapitals).

I. Baulicher Teil

Das Kraftwerk Innertkirchen besteht aus folgenden Hauptobjekten:

1. *Der Ausgleichweiher Handeck* mit einem Fassungsvermögen von 125 000 m³ dient als Puffer beim Parallelbetrieb der Turbinen der beiden Werke Handeck und Innertkirchen.

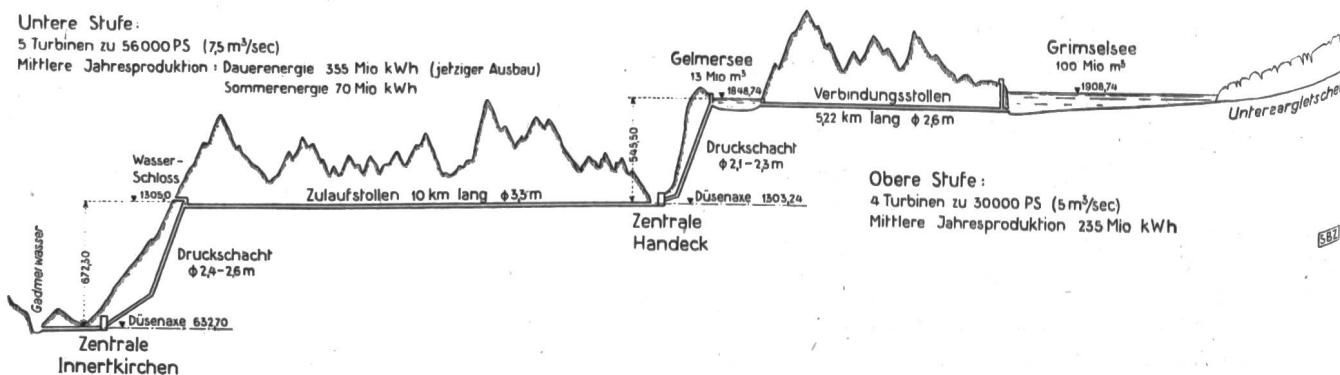


Abb. 1 Uebersichts-Längenprofil der Oberhasliwerke. Längen 1:165 000, Höhen 1:41 250.

Cliché Schweiz. Bauzeitung

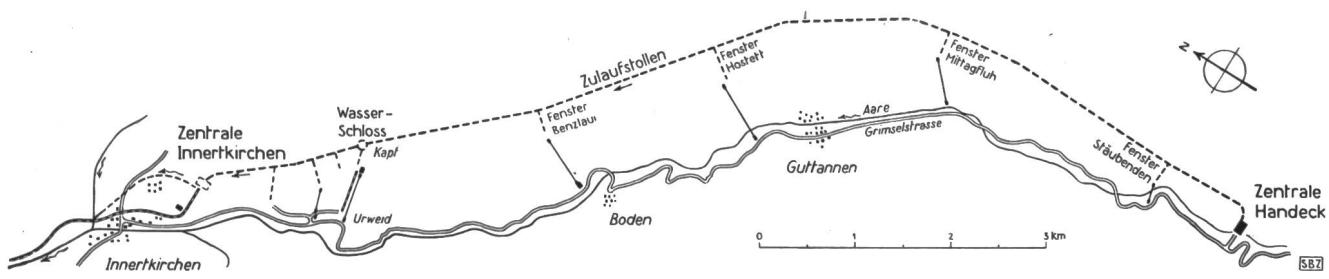


Abb. 2 Lageplan 1:80 000 der Stufe Handeck-Innertkirchen. (Nr. 6057 BRB 3. 10. 39.)

Cliché Schweiz. Bauzeitung

2. Der Zulaufstollen Handeck - Wasserschloss hat eine Länge von rd. 10 km und einen kreisrunden Querschnitt von \varnothing 3,3 m bzw. \varnothing 3,4 m l. W. Das Sohlengefälle beträgt 4,9 %. Der Ausbruch des Zulaufstollens erfolgte von vier Baufenstern und von den beiden Enden aus. Die grösste Stollenstrecke liegt zwischen Fenster 1 und 2 mit 2 700 m. Alle Fenster sind durch Luftseilbahnen mit der Grimselstrasse verbunden. (Abb. 3.)

Als Vortriebsprofil ist für den Stollen ein Querschnitt von 6–7 m² gewählt worden. Das fertige Ausbruchprofil hat eine Fläche von 10–11 m². Je nach Felsbeschaffenheit kommen vier verschiedene Auskleidungstypen zur Ausführung. Im guten, dichten Granit unterhalb der Handeck erhält der Stollen einen Betonmantel von 10 cm Stärke. In der daran anschliessenden Gneiszone wird in den besseren, teilweise aber leicht zerrissenen Felsstrecken dieser Betonmantel mittelst unter hohem Druck mit Pech imprägnierten Betonbrettern verkleidet. In stärker zermürbten Felspartien erhält der Stollen einen inneren stark armierten Gunitmantel. Oberhalb des Wasserschlosses, wo eine absolute Dichtigkeit des Stollens

notwendig ist, wie auch auf einer andern stärker zerklüfteten Stollenstrecke wird der Stollen mit Blechpanzerung versehen. Auf der ganzen Stollenlänge wird ein bleibendes Geleise von 60 cm Spurweite versetzt, das beim Bau zum Transport von Materialien und später im Betriebe bei Stollenrevisionen zu dienen hat.

Der grösste Betriebswasserdruk am untern Stollenende erreicht 6,5 at.

3. Das Wasserschloss gliedert sich in den schrägen Schacht (\varnothing 3,1 l. W.) als Verlängerung des Druckschachtes, in den grossen gedrosselten Vertikalschacht (\varnothing 8,5 m l. W., Höhe 60 m) und in die obere Wasserschlosskammer (Länge 24,5 m, Breite 14,1 m, Höhe 11 m). Schrägschacht und Vertikalschacht sind mit einer Blechpanzerung von 8–12 mm Wandstärke versehen. Die Anordnung und die Dimensionierung der Schächte und der Kammer erfolgte auf Grund von hydraulischen Berechnungen, wirtschaftlichen Ueberlegungen und besonders auch mit Rücksicht auf die bauliche Ausführung. Der oben offene Schrägschacht mit freiem Wasserspiegel erlaubt ein gutes Auslaufen der durch Belastungsschwankungen hervorgerufenen Druckstöße. Zugleich können durch diesen Schacht auf einfache Weise Revisionen des Druckschachtes vorgenommen werden. Die Drosselung im Vertikalschacht bewirkt eine Verkleinerung der Wasserspiegelschwankungen. Unten im grossen Wasserschloss-Schacht ist eine Sicherheitsdrosselklappe zum Abschliessen des Zulaufstollens angeordnet. Ihr Antrieb mit einer 60 m langen Welle liegt über dem Wasserspiegel und ist mit Fernbetätigung und automatischer Steuerung versehen.

Zum Abtransport des Ausbruchmaterials, wie auch zum Hinaufführen von Panzerrohren ist von der Grimselstrasse bis zum Baufenster des Wasserschlosses eine bleibende Standseilbahn gebaut worden. Der von dieser Bahn zu überwindende Höhenunterschied beträgt 608 m, die Neigung 12 bis 100 % und die grösste Nutzlast 11,5 t.

4. Druckschacht und Verteilleitung (Abb. 4, 5 u. 6).

Wie beim Kraftwerk Handeck wurde auch beim Kraftwerk Innertkirchen die Druckleitung in den



Abb. 3 Kraftwerk Innertkirchen. Betonierung des Zulaufstollens.

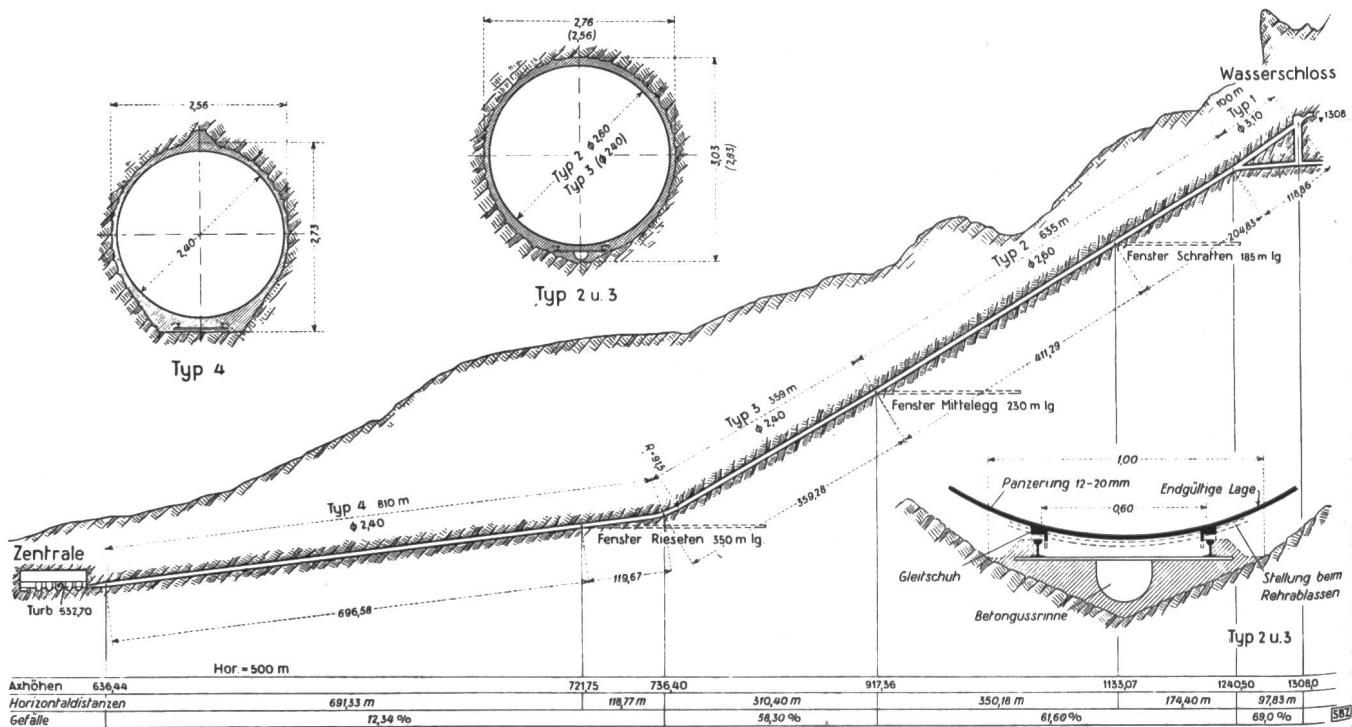


Abb. 4 Der Druckschacht der Zentrale Innertkirchen. Längenprofil 1:11 200. (Nr. 6057 BRB 3. 10. 39.)

Cliché Schweiz. Bauzeitung

Berg verlegt. Die satt hinterbetonierte Panzerhülle kann den Wasserdruck weitgehend auf das umgebende Gebirge abgeben und daher entsprechend schwächer gehalten werden. Gegenüber einer frei verlegten Druckleitung lässt sich das Gewicht der Panzerung bei einer im Berg verlegten Druckleitung auf rund den dritten Teil vermindern. Technisch noch bedeutender ist aber die viel grössere Sicherheit einer so im Fels eingeschlossenen Leitung.

Die Länge des Druckschachtes beträgt rd. 1900 m. Der Schacht gliedert sich in einen oberen, steileren Teil, mit einem Gefälle von im Mittel 60 % und einem Durchmesser von 2,6 m l. W., und in einen untern, flachern Teil, mit einem Gefälle von 12,3 % und einem Durchmesser von 2,4 m l. W. Die Wandstärke der Panzerung beträgt an der Einmündungsstelle des Zulaufstollens in den Druckschacht 12 mm und nimmt nach unten dem Druck entsprechend sukzessive bis auf 20 mm vor der Verteilleitung zu.

Der Ausbruch des Schachtes erfolgte von drei Zwischenfenstern und von der Zentrale aus. Die 10 bis 12 m langen Panzerrohre wurden für die obere Schachtstrecke vom Wasserschloss aus hinuntergelassen, für die untere Strecke wurden sie bei einem Zwischenfenster eingeführt.

Der Druckschacht gabelt sich in der Verteilleitung in die fünf Turbinenzuleitungen. Die Felsüberdeckung ist hier noch 90 m, so dass mit Entlastung gerechnet werden kann. Zur Sicherheit ist um den Hauptstrang der Verteilleitung mit den Abzweigern noch ein äusseres Panzerrohr in einem Abstande von 20 bis 40 cm

gelegt. Der Raum zwischen beiden Rohren ist mit Beton gefüllt und bildet mit diesen eine steifen Mantel. Diese interessante Konstruktion erübrigte die Anschaffung der sonst üblichen schweren Stahlgußstücke, die gegenwärtig überhaupt nicht erhältlich wären.

5. Zentrale Innertkirchen (Abb. 7 bis 10).

Die unterirdische Zentrale befindet sich in einem Felsbuckel am oberen Ende des Talbodens von Innert-

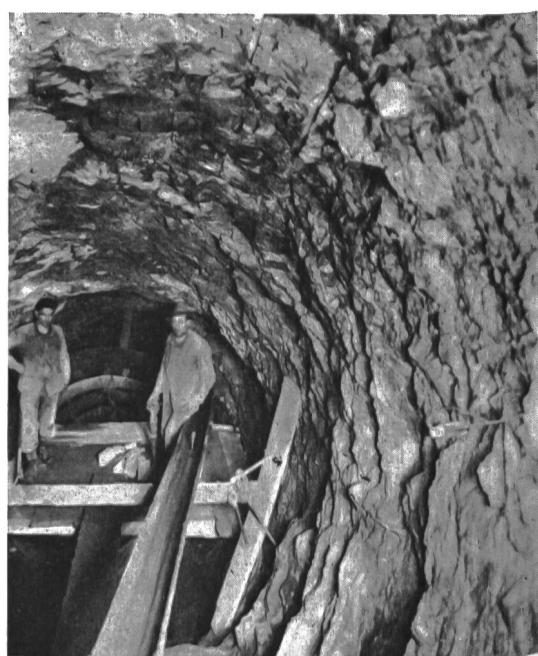


Abb. 5 Kraftwerk Innertkirchen. Hinterbetonierung der Panzerung im steilen Teil des Druckschachtes. (Phot. Brügger A.-G., Meiringen)



Abb. 6 Kraftwerk Innertkirchen. Druckschacht. Panzerung mit Aussteifungsringen. (Phot. Brügger A.-G., Meiringen)

kirchen. Bei ungefähr gleichen Baukosten bot die unterirdische Verlegung der Zentrale gegenüber der oberirdischen den Vorteil völliger Sicherheit gegen Steinschlag oder gar Bergsturz, und auch besseren Schutz gegen das Klima. Die grosse Kaverne hat Abmessungen von 100 m Länge, 26 m Höhe vom Turbinenkessel bis zum Scheitel und eine Breite von 19,5 m über den Kämpfern. Die Felsüberdeckung des Scheitels beträgt überall mindestens 40 m. Die geologischen Verhältnisse waren für eine so grosse Kaverne sehr günstig, indem der Innertkirchner Granit druck- und standfest und vollständig entspannt ist. Das unarmierte Gewölbe hat eine minimale Stärke von 40 cm, über die Fels spitzen gemessen.

Die Schieberkammer, in der die Abschlussorgane der Turbinenzuleitungen untergebracht sind, wird durch eine von der Maschinenhalle getrennte Kaverne gebildet. Diese Trennung von der Zentrale erfolgte absichtlich, damit bei einem Schieberbruch jede Beschädigung der eigentlichen Zentrale vermieden wird. Von der Schieberkammer führt ein Entlastungsstollen direkt nach dem Unterwasserkanal, so dass die ganze bei einem

allfälligen Unfall zuströmende Wassermenge direkt abgeleitet werden kann.

Für die Zentrale mit der Schieberkammer und den übrigen dazugehörenden Kammern und Stollen war ein Felsausbruch von rd. 60 000 m³ notwendig. Dieser Ausbruch erfolgte in 200 Arbeitstagen, wobei für das Aufladen des Schuttens der mittleren Strasse ein Löf-felbagger verwendet wurde.

6. Der Ablaufkanal.

Der Ablaufkanal führt von der Zentrale bis nach dem Unterwasser, einem Nebenflusse der Aare. Der Stollen beschreibt einen grossen Bogen um die Ebene von Innertkirchen und bleibt vollständig im Fels. Er hat eine Länge von rd. 1300 m. Als Profil des Querschnittes wurde eine Trapezform mit gewölbtem Scheitel gewählt (lichter Querschnitt 13,65 m²).

Die Hauptobjekte des Kraftwerks Innertkirchen werden durch folgende Bauunternehmungen ausgeführt:

Losinger & Co. A.-G., Bern,
Züblin & Co. A.-G., Basel,
A.-G. Heinr. Hatt-Haller, Zürich,
Seeberger, Ing., Frutigen,
Prader & Co. A.-G., Zürich.

Die Stollenpanzerungen wurden geliefert durch die Firmen:

Escher Wyss Maschinenfabriken A.-G., Zürich,
Gebr. Sulzer A.-G., Winterthur,
Buss A.-G., Basel/Pratteln.

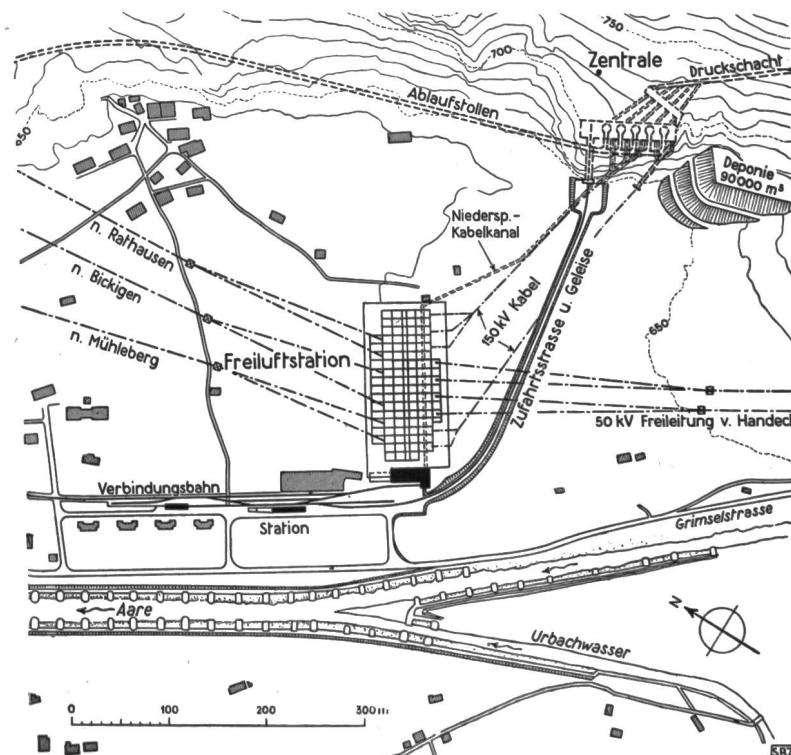


Abb. 7 Lageplan 1:8000 von Zentrale, Freiluftschaltanlage, Zufahrten. (Nr. 6057 BRB 3. 10. 39.)
Cliché Schweiz. Bauzeitung

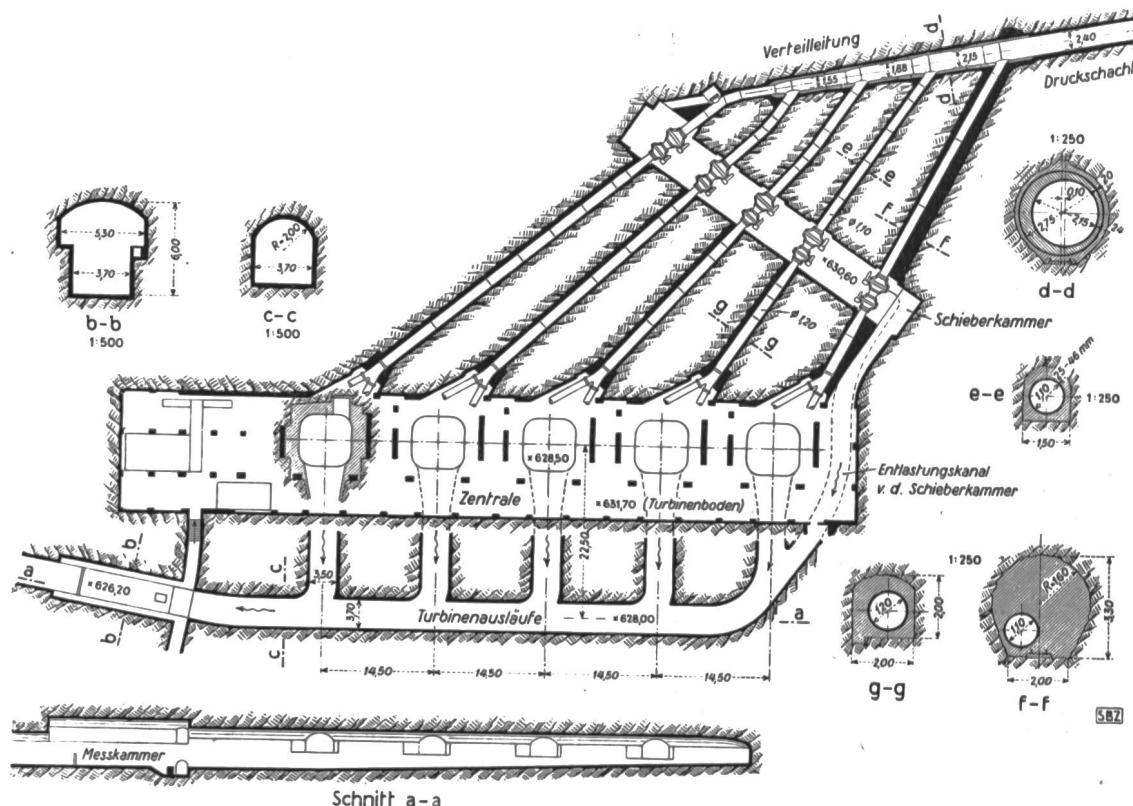


Abb. 8 Verteilleitung, Zentrale und Turbinenausläufe; Grundriss 1:1000 und Schnitte.

Cliché Schweiz. Bauzeitung

II. Elektromechanischer Teil (Abb. 12 und 13)

Die Zentrale Innertkirchen ist zur Aufnahme von fünf Maschineneinheiten, bestehend aus je einer vertikalachsigen Freistrahlтурbine, einem auf das Turbinengehäuse direkt aufgebauten Drehstromgenerator und einem Drehstrom-Oeltransformator vorgesehen.

Die *Absperrorgane* für die Turbinenzuleitungen sind in einer besondern Felskäverne, der Schieberkammer, untergebracht. Für jede Turbine sind zwei Kugelschieber (v. Roll, Werk Klus) vorhanden, von denen der erste mit 1100 mm l. W. als Sicherheitsabschluss und der zweite mit 882/930 mm l. W. als Betriebschieber dient. Beide Schieber sind mit Ringkolbenantrieb für hydraulische Betätigung ausgerüstet. Zwischen beiden Schiebern ist ein Venturirohr zur Messung der Wasserdurchflussmenge eingebaut. An den zweiten Schieber schliesst über ein Konusrohr die *Turbinenzuleitung* von 1200 mm l. W. an, die sich unmittelbar vor dem Eintritt in die Zentrale in zwei Rohrstränge gabelt; diese führen zu den zwei einander diametral gegenüberliegenden Düsen der Turbine.

Die drei Maschinengruppen haben folgende Hauptdaten pro Einheit:

Turbinen: (Fabrikat Escher Wyss, Zürich)

Nettogefälle 670—600 m

max. Wassermenge bei 650 m $7,5 \text{ m}^3/\text{sek.}$

Nennleistung bei 650 m 56 000 PS

Normaldrehzahl 428 p. min.

Durchbrenn-Drehzahl 790 p. min.

Düsenzahl 2

Schaufelzahl 22

Strahlkreisdurchmesser 2300 mm

Strahldurchmesser 208 mm

Austrittsgeschwindigkeit des Wassers 110 m/sek.

Gewicht des Laufrades ca. 12 t

Gesamtgewicht der Turbine (ohne Zuleitungen)

ca. 200 t

Generatoren: (Fabrikat MFO Oerlikon)

Nennleistung 47 500 kVA

Nennspannung 13 500 Volt

Nennstrom 2030 Amp.

Frequenz 50 Per./sek.

Drehzahl 428 p. min.

Abb. 9 Kraftwerk Innertkirchen. Ausbruch der Kalotte für die Zentrale mit Gewölbebetonierung.
(Phot. Brügger A.-G., Meiringen)

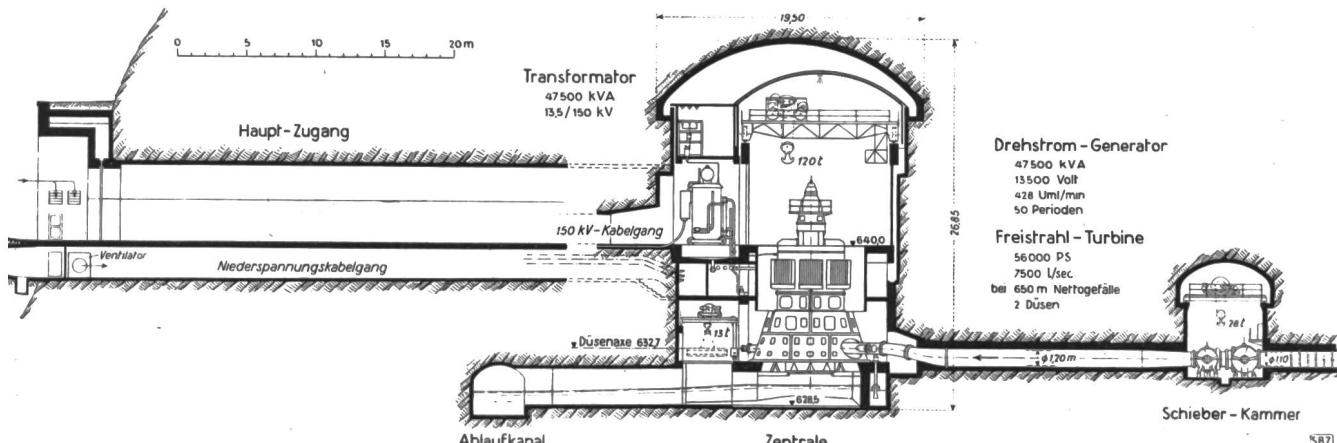


Abb. 10 Querschnitt 1:560 durch die Zentrale Innertkirchen, mit Schieberkammer und Hauptzugang (dieser unverkürzt dargestellt). (Nr. 6057 BRB 3. 10. 39.)
Cliché Schweiz. Bauzeitung

Polzahl 14

nat. G D² ca. 600 000 kgm²

Gesamtgewicht des Generators ca. 250 t

Gewicht des rotierenden Teils (inkl. Laufrad) ca. 140 t

Kühlwasserbedarf 65 l/sek.

Kühlluftmenge 60 m³/sek.

Transformatoren: (Fabrikat BBC, Baden)

Nennleistung 47 500 kVA

Nennspannung primär 13,5 kV

Nennspannung sekundär 160 kV

Nennstrom primär 2 030 Amp.

Nennstrom sekundär 172 Amp.

Frequenz 50 Per./sek.

Kühlwasserbedarf 6,5 l/sek.

Gewicht des Transformators ohne Öl ca. 69,5 t

Gewicht der Oelfüllung ca. 27,5 t

Gesamtgewicht des Transformators ca. 97 t

Bemerkenswert ist der Zusammenbau von Generator und Turbine zu einem einheitlichen Maschinens-

körper, der unmittelbar auf dem Felsfundament aufruht und alle Vibrationen vom Maschinenhause fernhält. Durch diese Bauweise fallen besondere Generatorenfundamente weg, und die Zentrierung der Halslager wird wesentlich erleichtert, was für die Montage und den Betrieb Vorteile bietet. Eine weitere Vereinfachung bildet die Aufstellung des Turbinenreglers direkt neben der Turbine selbst, statt wie bisher im Maschinensaal, wodurch die langen und schweren Regulierwellen in Fortfall kommen. Die Steuerung der Turbinen erfolgt dabei auf elektrischem Wege von der Schalttafel im Maschinensaal aus. Turbine und Generator befinden sich unterhalb des Maschinensaalbodens, der auf Kote 640.00 liegt. Über diesem sind nur die Tragbalken mit dem Spurlager und die aufgebauten Erregermaschinen sichtbar. Ein Maschinensaalkrant von 120 t Tragkraft (v. Roll, Werk Bern) dient zur Montage und Demontage der Maschinengruppen.

Die Generatoren besitzen Wasserkühlung, wobei die Möglichkeit besteht, einen Teil der Warmluft zu Heizzwecken in den Maschinensaal auszublasen. Außerdem kann durch die gleichen Ventilationsöffnungen Frischluft eingeführt werden, die beim Eingangsportal durch einen besonderen Ventilator angesaugt und in den Niederspannungskabelkanal, der gleichzeitig als Frischluftkanal dient, hineingefördert wird. Durch einen am Südende des Gewölbes gelegenen Firststollen kann die Abluft der Zentrale ins Freie ausgestossen werden.

Die Generatorenklemmen sind mit den Unterspannungsklemmen der Transformatoren über Trennmesser, die im 13-kV-Schaltraum längsseits der Zentrale angeordnet sind, verbunden. Auf der Oberspannungsseite der in abschliessbaren Zellen befindlichen Transformatoren sind Endverschlüsse angebracht, von denen 150 kV Oelkabel nach der ca. 400 m entfernten Freiluftstation abgehen. Pro Einheit sind vier Einleiter-Oelkabel à 150 mm² Kupferquerschnitt und 73 mm Aussendurchmesser (Kabelwerke Brugg und

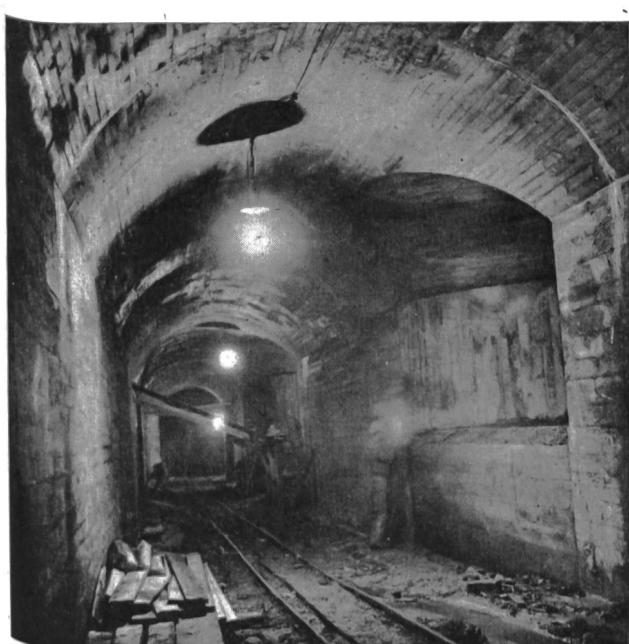


Abb. 11 Kraftwerk Innertkirchen, Ablauftunnel. Rechts Turbinenablauf 2.



Abb. 12 Zentrale Innertkirchen. Ansicht des Maschinensaales im Bau, März 1942.

Cortailod) verlegt. Erst in der Freiluftstation werden die Generatoren über ferngesteuerte Oelschalter auf die 150 kV-Sammelschienen parallelgeschaltet.

Im Nordflügel der Zentrale sind die Werkstätten, das Zentralenbureau, sowie die *Hilfsbetriebe* untergebracht. Von diesen sind besonders zu erwähnen die 650-PS-Hausgruppe mit Transformator, ein Wasserbelastungswiderstand für 40 000 kW, die Kühlwasseranlage mit Reservoir von 200 m³ Inhalt und die Stationsbatterien für 220 und 24 Volt. An Hebezeugen sind vorhanden der bereits erwähnte 120-t-Maschinensalkran, ein 28-t-Laufkran in der Schieberkammer, ein 13-t-Halbportalkran zum Auswechseln der Turbinenlaufräder und ein 3-t-Werkstattkran.

Die *Freiluftstation*, welche bisher nur für die Transformierung und Schaltung der vier Handdeck-Einheiten mit je 28 000 AVA Leistung diente, wurde durch Anfügung neuer Kabel-, Schalt- und Messfelder für die 47 500-kVA-Einheiten der Zentrale Innertkirchen entsprechend erweitert, ebenso der *Kommandoraum* des bestehenden Betriebsgebäudes, von dem aus die beiden Zentralen ferngeregelt werden.

Für die Uebertragung der Energie von Innertkirchen nach dem Unterland stand bis jetzt eine

150-kV-Doppelleitung, die über den Hasliberg-Brünig-Sörenberg nach der Unterstation Bickigen bei Burgdorf führt, zur Verfügung. Zur Zeit wird eine neue 150-kV-Fernleitung gebaut, die linksseitig im Aaretal bis zum Brienzersee, dann dem linken Ufer des Brienzersees entlang und über Wimmis nach Mühleberg führt. Diese Leitung wird als Doppelleitung mit $6 \times 170/40 \text{ mm}^2$ Aluminium-Stahlseil ausgeführt und mit Langenthaler Hänge-Isolatoren ausgerüstet. In die abgehenden Fernleitungen werden in der Freiluftstation Innertkirchen *Druckluft- bzw. Oelstrahlschalter* (BBC, Baden und Sprecher & Schuh, Aarau) für 2500 MVA Abschaltleistung eingebaut.

Die Fertigstellung der neuen Fernleitung ist gleichzeitig mit der Inbetriebnahme der ersten Maschinengruppe Innertkirchen auf Ende 1942 vorgesehen.

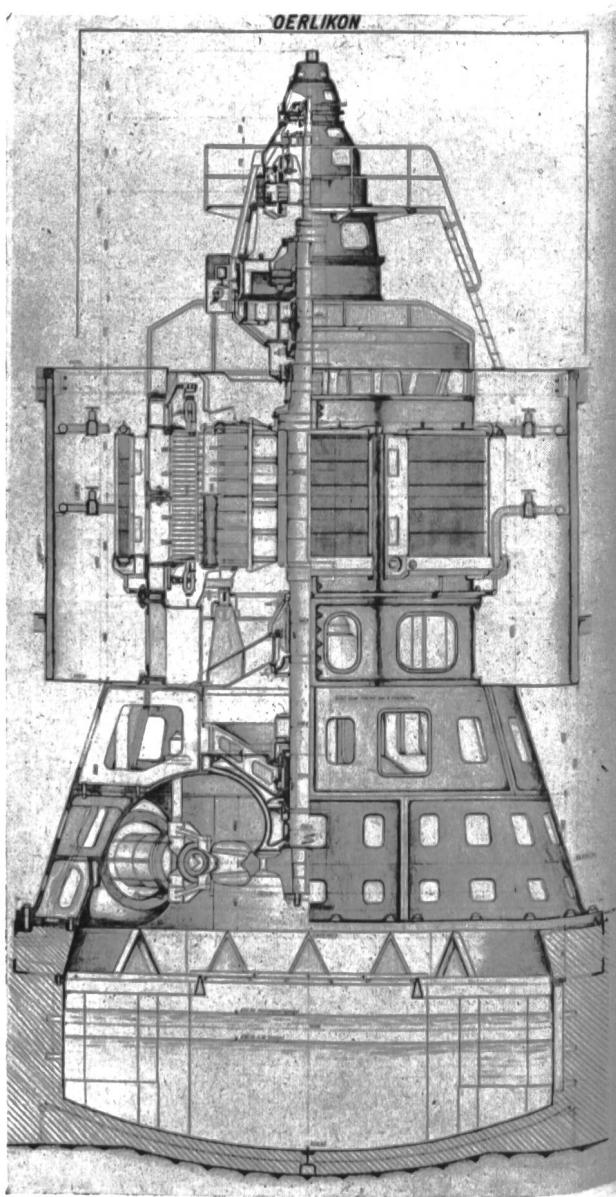


Abb. 13 Kraftwerk Innertkirchen. Drehstrom-Generator 47 500 kVA, 13 500 Volt, 428 Umdr. p. Min., 50 Per.