

Das Kraftwerk an den Porjusfällen

Autor(en): **Königliche Wasserfalldirektion**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **67/68 (1916)**

Heft 6

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-32962>

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.

INHALT: Das Kraftwerk an den Porjusfällen. — Die Hebezeuge an der Schweizerischen Landesausstellung Bern 1914. — Ideen-Wettbewerb für ein kirchliches Gebäude mit Pfarrhäusern an der Metzgerstrasse und Mülhauerstrasse in Basel. — Miscellanea: Zusammenbau der Lokomotiven. Das Jnawashiro-Kraftwerk der Stadt Tokio. Die Klappbrücke über den Chicago River in Lake Station. Eidgen. Technische

Hochschule. Druckfestigkeit von Backsteinfeuern. Konkurrenzen: Kollegienhaus der Universität Basel. Pfrundhaus in Glarus. — Nekrologie: P. G. Roesti. — Korrespondenzen: Ueber die Kettenlinie. Zum Kapital „Bauplatzstatik“. — Vereinsnachrichten: Bernischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. G. e. P.: Stellenvermittlung.

Band 67.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 6.

Das Kraftwerk an den Porjusfällen

nach Angaben der Kgl. Wasserfalldirektion in Stockholm.

(Schluss von Seite 57.)

Die gegenseitige Lage von Verteilungsbecken, Schalthaus und Maschinensaal geht am besten aus Abbildung 7 (S. 69) hervor. Der *Maschinensaal* ist unten in den Berg in eine Tiefe verlegt, die durch die natürlichen Wasserstandhöhen im Lillsel und die geeignete Saughöhe für die Turbinen bestimmt wird, sodass der Fussboden etwa 50 m unter der Erdoberfläche liegt. Wie der Grundriss zeigt, bildet er eine gewaltige, in den Felsen gesprengte Halle, die die elektrischen Generatoren nebst deren Montagekran enthält, während die Turbinen in fünf an der einen Längsseite anschliessen den tiefen Nischen aufgestellt sind (vgl. auch Abb. 11, S. 70).

Mit Rücksicht auf die Verwendung der Kraft und die Grösse des verfügbaren Effekts ist die maschinelle Ausrüstung nur auf fünf grosse

Maschineneinheiten verteilt. Die Turbinen sind horizontal-achsige Zwillingsturbinen in geschlossener Blechkammer. Das Nettogefälle beträgt, wie schon mitgeteilt, 49 bis 55 m. Zwei Turbinen, mit je max. 12 500 PS, treiben mit 225 Uml/min zwei für den Bahnbetrieb bestimmte Einphasen-Wechselstrom-Generatoren von max. 10 000 kVA bei 4000 V und 15 Per., eine dritte von normal 12 500 PS und max. 14 000 PS mit 250 Uml/min einen für die Kraftlieferung an die Erzfelder dienenden Drehstromgenerator von normal 11 000 kVA und maximal 13 500 kVA bei 10 000 bis 11 000 V, 25 Per. Die vierte Turbine sitzt auf gemeinschaftlicher Achse sowohl mit einem Einphasen- als mit einem Drehstromgenerator, wodurch eine Reserve für beide Stromarten entsteht. Diese Turbine ist entsprechend auf beide Geschwindigkeiten umstellbar, sodass sie bei Einphasenbetrieb 12 500 PS, bei Drehstrombetrieb eine etwas höhere Leistung abgibt. Das fünfte Turbinenaggregat soll erst später, wenn erhöhter Kraftbedarf vorliegt, aufgestellt werden.

Wie Abbildung 7 zeigt, wird das Wasser den Druckkammern der Turbinen durch *Blechrohre* von 3,5 m innerem Durchmesser zugeführt, die in senkrechten Bergschächten montiert und mit Beton umgossen sind. An ihrem Kopfende sind diese fünf Rohre an je einer von fünf grossen Kammern angeschlossen, die, zum Teil in den Felsen gesprengt und im übrigen aus Beton über der Bergoberfläche ausgeführt, nebeneinander zwischen dem Verteilungsbecken und dem Schalthause gelegen sind. Diese Kammern, die im folgenden unter der Benennung *Rohreinlauf* zusammengefasst sind, stehen mittels je einer Einlauföffnung von 28 m² freiem Querschnitt mit dem Verteilungsbecken in Verbindung

und sind mit Absperrvorrichtungen und Eisrechen versehen. (Vergl. Abbildung 7 und 8). In der Scheidemauer zwischen den zwei südlichen Rohreinlaufkammern ist eine kleinere, gleichfalls mit Absperrvorrichtung und Eisrechen versehene Einlaufkammer untergebracht, die das Wasser einer kleineren, zur Speisung der Erregerturbine, einer 525 PS Spiralturbine dienenden Rohrleitung von 0,85 m Durchmesser zuführt. Diese Leitung ist im gleichen Schacht wie das südlichste der grossen Zuflussrohre hinuntergeführt (Abb. 9).

Ueber den Rohreinlaufkammern ist ein Haus unter gemeinsamem Dach mit dem Oberbau des Verteilungsbeckens erstellt; es enthält die nötige mechanische Einrichtung zum Betrieb der Absperrschützen usw., sowie Laufkräne zur Montage der Turbinen, Zuleitungsrohre, Eisrechen und Schützen. Von den Turbinen aus gelangt das Wasser durch besondere, in ausgesprengten Schächten verlegte und mit Beton umgossene *Saugrohre* aus Blech in den *Ablaufstollen* (siehe Abb. 10, Seite 69),



Abb. 12. Das Schalthaus des Kraftwerkes an den Porjusfällen.

der eine Länge von 1274 m aufweist.

In Verbindung mit dem Ablaufstollen musste behufs Vermeidung einer allzu starken Erhöhung des Wasserstandes bei plötzlichen starken Steigerungen der entnommenen Wassermenge für einen hinreichenden Raum Sorge getragen werden, der die den Saugrohren entströmende Wassermasse sofort aufnimmt, bis das Wasser im Stollen eine entsprechende Strömungsbeschleunigung hat annehmen können. Dies ist durch Aussprengung zweier *Ausgleichskammern* geschehen, deren eine einwärts vom Einlauf des ersten Saugrohrs und deren andere unmittelbar unterhalb des Einlaufes des letzten Saugrohrs liegt. In die letztere Kammer mündet mit einem horizontalen Zweige der bereits erwähnte senkrechte Ueberlaufschacht des Verteilungsbeckens. Die Lage der Kammern ist des näheren aus Abbildung 9 ersichtlich. Die schräge Richtung im Verhältnis zum Ablaufstollen ist mit Rücksicht auf die Verwerfungsspalten des Gesteins gewählt worden. Jede der beiden Kammern ist 10 m breit und 10 m hoch. Ihre Gesamtbodenfläche in der Ebene beträgt 700 m². Um eine Beobachtung der Wasserspiegelhöhen zu ermöglichen, sind *Verbindungsgänge* zwischen den Kammern und den nächstliegenden Turbinen-Nischen ausgesprengt. Das Ein- und Ausströmen der Luft wird durch den Ueberlaufschacht und eine auf dem Dach über dem Ueberlauf errichtete Laterne vermittelt, welche letztere mit Luken versehen ist, die durch den Luftdruck nach aussen oder nach innen geöffnet werden.

Die westliche Längswand des Rohreinlaufhauses bildet zugleich eine Seitenmauer des *Schalthauses*, von dem Abbildung 12 eine Ansicht, von Westen her gesehen, wieder-

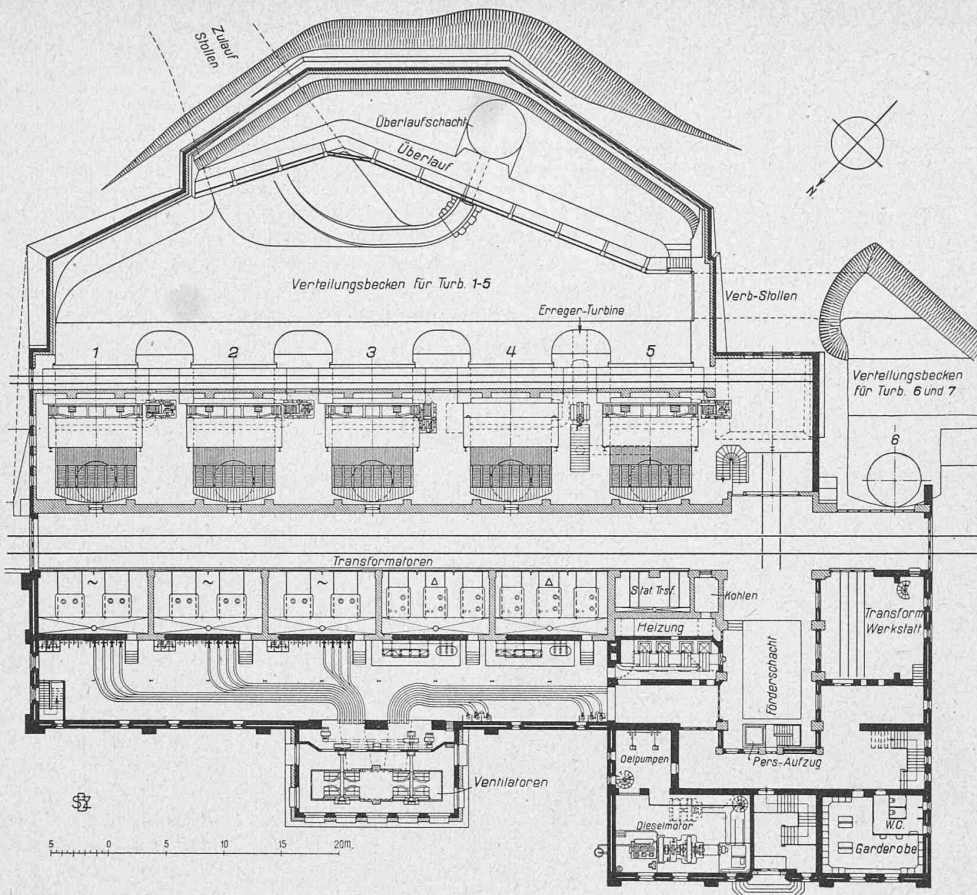


Abb. 8. Grundriss des Verteilungsbeckens und des Erdgeschosses des Schalthauses. — 1:600.

gibt. Mit seinen gewaltigen Abmessungen, der ernsten Architektur und dem wuchtigen Turm in dominierender Lage lässt es die ihm gewordene scherzhafte Benennung „Kathedrale“ bis zu einem gewissen Grade berechtigt erscheinen. Das Gebäude enthält die gesamte für die Kraftübertragung weiterhin erforderliche elektrische Ausrüstung, sowohl für die Einphasen- wie für die Drehstromabteilung, bestehend aus Transformatoren, Sammelschienen, Ueberspannungs-Schutz, Schaltanlage usw. Jeder Einphasengenerator arbeitet auf zwei Manteltransformatoren in Öl mit Wasserkühlung von max. 5000 kVA und mit einem Uebersetzungsverhältnis von 4000/40000 V , deren Niederspannungswicklungen parallel, deren Hochspannungswicklungen hingegen zur Erhaltung einer Ueberspannungsspannung von 80000 V in Serie geschaltet sind. Die Drehstromgeneratoren arbeiten auf je drei Einphasen-Transformer von je 4000 kVA Leistung, die untereinander primär in Dreieck und sekundär in Stern geschaltet sind und die Spannung von 10000 auf 70000 V erhöhen. Als Neben-

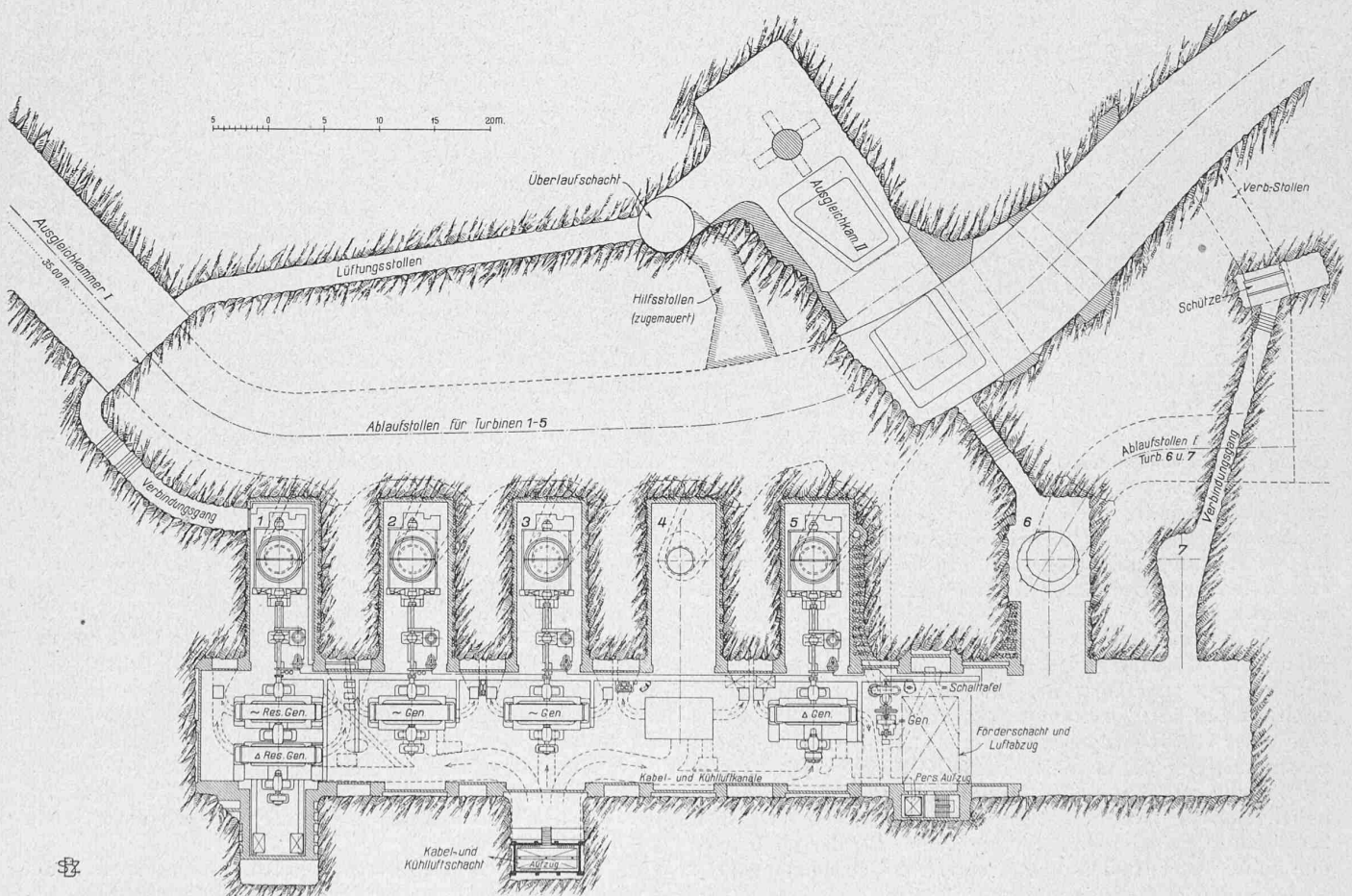


Abb. 9. Grundriss des unterirdischen Maschinensaals und der Ausgleichkammern des Ablaufstollens. — Masstab 1:600.

anlagen sind vorhanden eine Akkumulatorenbatterie, eine durch einen Dieselmotor angetriebene, auch als Sechssphasenstrom-Gleichstrom-Umformer betriebene Reservemaschine von 350 kW für die Gleichstromseite, Öl- und Wasserzisternen, Pumpanlagen für Öl und Wasser, Wärmekammer und dergl. Die Nebenanlagen sind nebst den Kontrollräumen (Abbildung 13), Bureau und Werkstattäumen usw. im südlichen, unter dem Turm gelegenen Teil des Gebäudes untergebracht, der dazu bestimmt ist, bei einer künftigen Erweiterung des Kraftwerks die Mittelpartie des Schalthauses zu bilden, während das „Längsschiff“ die Hochspannungsausrüstung selbst beherbergt (Abbildungen 7 und 8).

Die elektrische Verbindung zwischen dem Maschinensaal und dem Schalthaus wird durch Kabel vermittelt, die in einem hierzu ausgesprengten, senkrechten *Kabelschacht* gezogen sind, der seitwärts von dem nördlichen Teil des Schalthauses zutage tritt und von dem aus die Kabel in das Erdgeschoss des Gebäudes geleitet werden. Vom Erdgeschoss des Schalthauses zum Maschinensaal führt ausserdem ein senkrechter *Förderschacht*, der gerade unter die Turmpartie verlegt ist. Der Schacht umfasst eine freie Bodenfläche von 40 m² als Transportweg für Maschinen und Güter und enthält ausserdem einen Personenaufzug und eine Not-Treppe. Ueber seinem obern Ende läuft ein elektrischer Laufkran, mit dessen Hilfe Maschinen und dergl. direkt auf oder von Eisenbahnwagen gebracht werden können, die auf einem durch das Erdgeschoss des Schalthauses gelegten Geleise mit direktem Anschluss an den Bahnhof Porjus stehen.

Die für die Kühlung der Generatoren erforderliche Luft wird durch den Kabelschacht mittels zweier Ventilatoren mit je 7500 m³/min Leistung bei 50 mm W.-S. hinabgepresst, die in einem über der obern Mündung des Schachtes errichteten Anbau mit vergitterten Lufteinlässen aufgestellt sind (Abb. 7). Der Schacht mündet dementsprechend unter dem Boden des Maschinenraumes in einen Hauptkanal, von dem die Luft durch weitere Kanäle

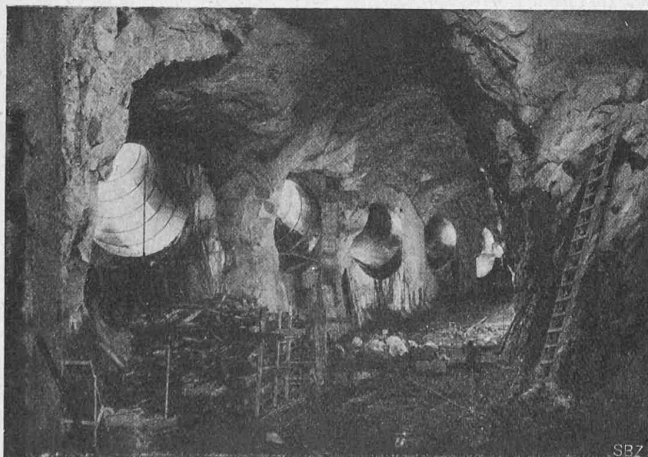


Abb. 10. Blick in den Ablaufstollen.

Das Kraftwerk an den Porjus-Fällen.

Masstab 1 : 600.

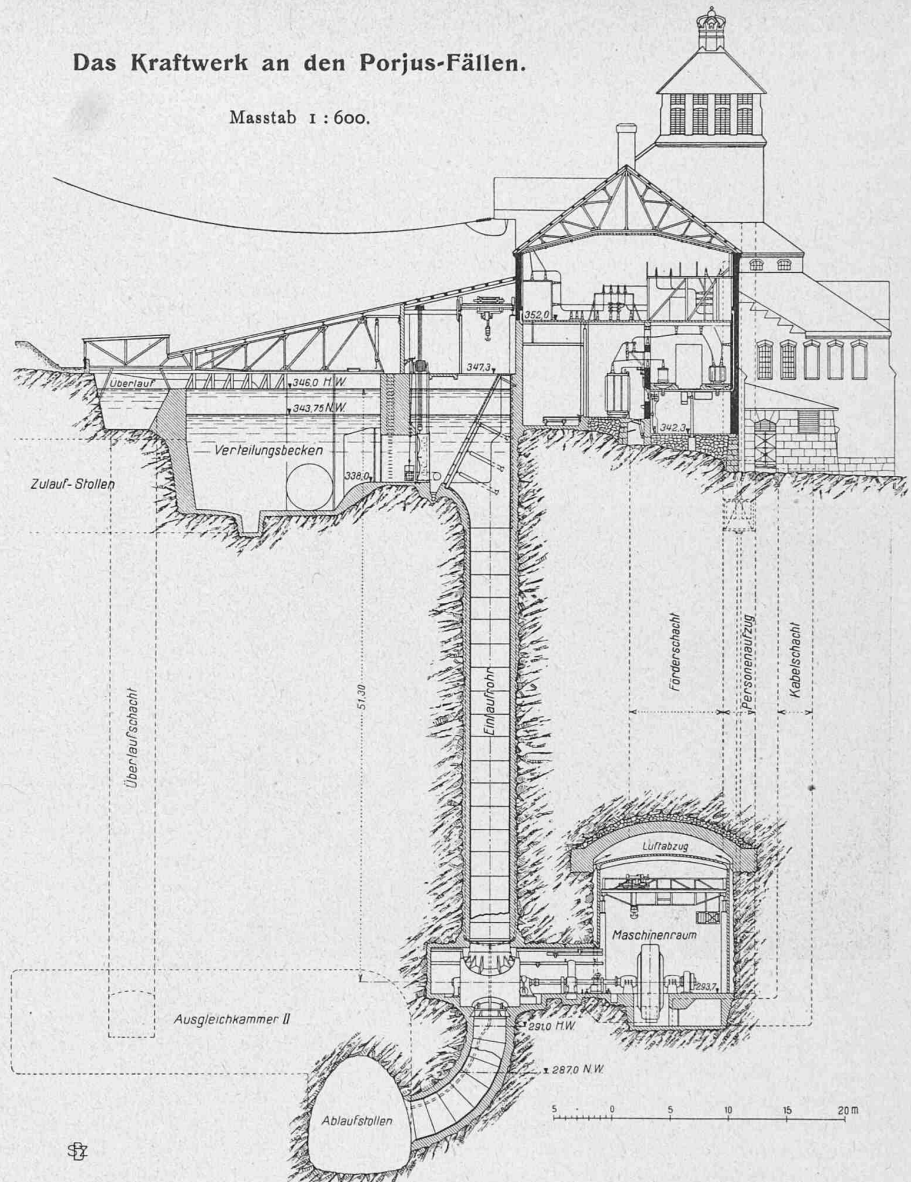


Abb. 7. Querschnitt durch Verteilungsbecken, Schalthaus und unterirdischen Maschinensaal.

den Generatoren zugeführt wird (vergl. Abb. 9). Die von den Generatoren abziehende Warmluft gelangt durch ebenfalls im Boden verlegte Kanäle in Luftkamine, die in den Längswänden des Maschinensaals ausgespart sind und in einem über der Decke des Maschinensaals angeordneten Sammelkanal enden. Von dort entweicht sie durch den erwähnten Förderschacht und in den Seitenwänden des Turms eingesetzte Gitter ins Freie. Auch der Turm dient somit einem praktischen Zwecke, abgesehen davon, dass er auch ein kleineres Reservoir für Trinkwasser enthält.

Wie bereits erwähnt, kann der Wasservorrat bei Porjus durch Regulierung bedeutend über das hinaus gesteigert werden, was innerhalb des nunmehr ausgeführten Teiles der Anlage verwertet werden kann. Der vollständige Plan für die Entwicklung des Kraftwerks sieht daher eine Erweiterung des Maschinensaales in direkter Verlängerung südwärts mit daran anzuschliessenden Turbinen-Nischen und Zuflussrohren vor, letztere ausgehend von einem zweiten Verteilungsbecken mit dazugehörigem Rohreinlauf, alles analog den entsprechenden Teilen beim ersten Ausbau gruppiert. Dem neuen Verteilungsbecken wird das Wasser durch einen zweiten Zuflusstollen zugeführt werden, der östlich von dem ersten liegen und mit besonderem Einlauf vom Stora Porjussel her versehen wird. Ebenso wird dann ein neuer Ablauftunnel erforderlich sein, der westlich von dem jetzt ausgeführten angelegt und in den Lillsel oberhalb

des jetzigen Ausflusses münden soll. Die entsprechende Erweiterung des Schalthauses südlich seiner künftigen Mittelpartie ist bereits angedeutet worden.

Bei der Ausführung des ersten Ausbaues ist auf diesen Zukunftsplan in der Weise Rücksicht genommen worden, dass an den Stellen, an denen Erweiterungsarbeiten nicht ausgeführt werden könnten ohne den Betrieb der ersten Anlage zu stören, die erforderlichen, zum zweiten Ausbau gehörigen Teile der Arbeit im Zusammenhang mit den entsprechenden Arbeiten beim ersten Ausbau ausgeführt worden sind. So sind Spreng- und Maurerarbeiten für den künftigen zweiten Einlauf in solcher Ausdehnung vollendet worden, dass die übrigen Arbeiten sowie auch das Aussprengen des neuen Zuflusstollens ohne Gefährdung des ersten Einlaufs und ohne Fangdämme ausgeführt werden können.

Wie aus Abbildung 7 und 9 genauer hervorgeht, sind Sprengarbeiten ferner zur Ausführung gekommen für

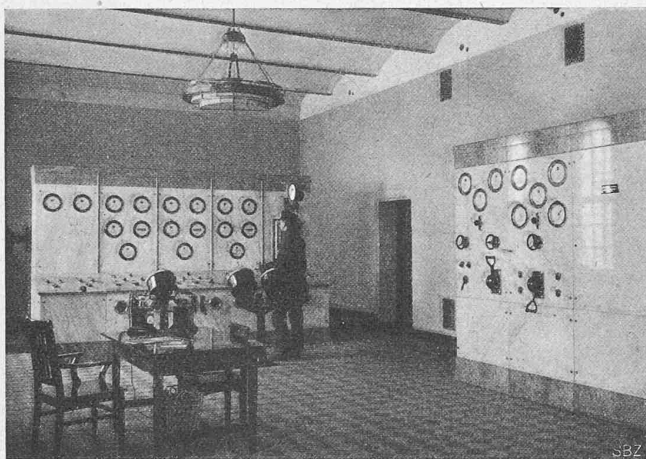


Abb. 13. Kontrollraum für die Einphasenstrom-Seite.

einen kleineren Teil des künftigen Verteilungsbeckens, die zwei nächsten Rohreinlaufkammern (Nr. 6 und 7), die entsprechenden zwei Einlaufrohre, die Verlängerung des Maschinensaals an dem künftigen Aggregat Nr. 7 vorbei, die Turbinen-Nische für das Aggregat Nr. 6, die auch teilweise einbetoniert worden ist, sowie für den innersten Teil des neuen Abflusstunnels und das Saugrohr des Aggregats Nr. 6. Zwischen den bereits fertigen Verteilungskammern und dem Schacht des künftigen zweiten, sowie zwischen den innern Teilen des Ablaufstollens untereinander sind Verbindungsstollen ausgesprengt worden, damit die doppelten Wasserwege bei vollständigem Ausbau sowohl auf der Zufluss- als auf der Ablaufseite untereinander kommunizieren und die Gefällsverluste dadurch mit gleichen Beträgen für die beiden Teile des Kraftwerks ausgeglichen werden. Ein erheblicher sekundärer Vorteil ist zugleich damit erlangt worden, indem dadurch eine frühere Aufstellung des sechsten Aggregats, z. B. als weitere Reserve für einen erweiterten Dreiphasenbetrieb, ermöglicht wird. Wasser kann diesem Aggregat von dem ersten Verteilungsbecken her zugeführt und durch den Verbindungsstollen nach dem fertigen Ablaufstollen abgeleitet werden, ohne dass von dem zweiten Ausbau deshalb mehr als ein kleinerer Teil ausgeführt zu werden braucht. Die Verbindung zwischen den Verteilungskammern wird bis auf weiteres durch hölzerne Dammbalken an der Mündung des fertigen Beckens aufgehoben. Um eine Absperrung des Verbindungs-

stollens zwischen den Abflüssen zu ermöglichen, ist von der Mitte desselben aus ein senkrechter Brunnen hinauf bis zu dem höchsten jeweiligen auftretenden Hochwasserstande ausgesprengt worden; über dieser Höhe ist der Brunnen zu einer Kammer erweitert worden, die mittels eines

Verbindungsanges mit dem Maschinensaal durch die künftige Turbinen-Nische 7 in Verbindung steht. In den Seitenwänden des senkrechten Brunnens sind Nuten zur Absperrung mittels Dammbalken angeordnet.

Zum Kraftwerk gehören schliesslich auch die für das Betriebspersonal bestimmten Wohngebäude, umfassend ein Wohnhaus für den Betriebschef, ein Werkführerwohnhaus mit zwei Wohnungen von je drei Zimmern und Küche für zwei Betriebswerkführer, vier Gebäude mit je zwei Wohnungen von zwei Zimmern und Küche für erste Maschinisten und ihnen gleichgestelltes Personal, sowie ein Gebäude mit vier Wohnungen von je ein Zimmer und Küche für zweite Maschinisten. Die Gebäude, die aus Holz errichtet sind, liegen in einer Waldpartie unter hohen Kiefern unweit des Schalthauses (vergl. Abb. 1 in letzter Nummer).

Die im Kraftwerk Porjus erzeugte Energie wird als Drehstrom von 70 000 V nach den Erzfeldern in Gellivare und Kiruna, in 53 bzw. 118 km Entfernung von Porjus, als Einphasenstrom von 80 000 V nach Kiruna, sowie den übrigen Transformatorstationen in Torneträsk, Abisko und Vassijaure der Riksgränsbahn übertragen, in denen dieser für den Bahnbetrieb auf 16 000 V heruntertransformiert wird. Auf Abbildung 14 sind die zwei nebeneinander

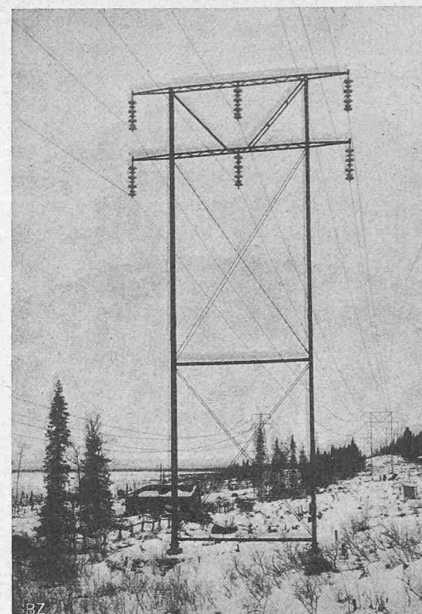


Abb. 14. Tragmast der Drehstromleitung.
Links die Einfasenstromleitung.

Das Kraftwerk an den Porjusfällen.

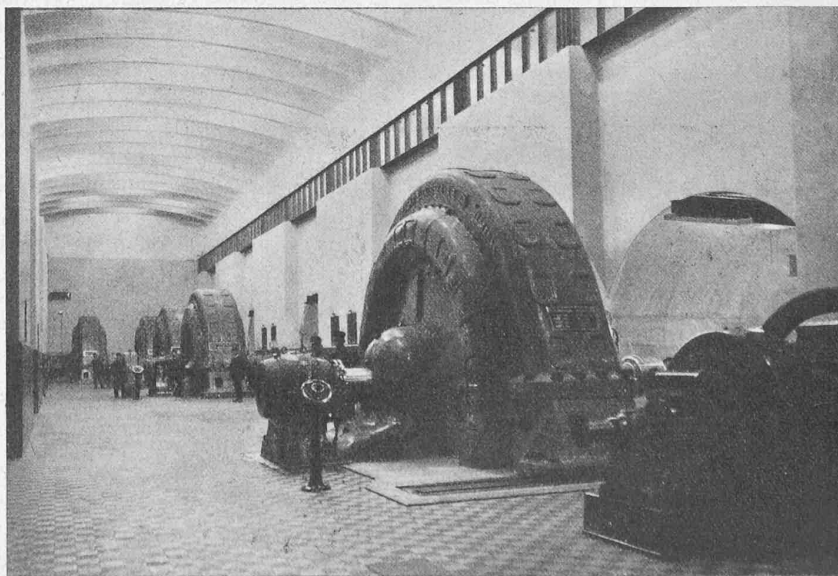


Abb. 11. Gesamtansicht des Maschinensaals; rechts die Turbinen-Nischen.

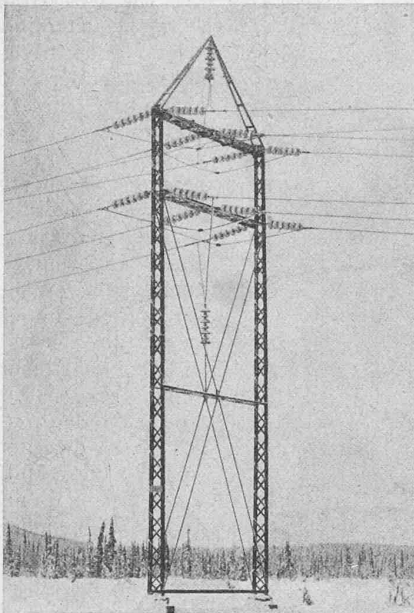


Abb. 15. Spannmast der Drehstromleitung, mit Verdrillung der drei Leiter.

laufenden Doppel-
leitungen ersicht-
lich, die mittels
Hänge - Isolatoren
an Eisenmasten be-
festigt sind.

Bei der Dreh-
stromleitung be-
trägt die durch-
schnittliche Spann-
weite zwischen den
Masten 190 m, die
maximale 225 m.
Dabei ist etwa
jeder fünfte Mast
als Spannmast aus-
gebildet. Abb. 15
zeigt einen sol-
chen Spannmast,
bei dem ausserdem
in interessanter Art
eine sog. Verdrill-
ung der Leitungen
zwecks Erzielung
eines gleich hohen
Spannungsabfalles
in allen drei Phasen
vorgenommen ist.

Die Einphasenleitung weist Spannweiten bis 320 m auf. Bemerkenswert ist der bisher noch wenig zur Anwendung gekommene dreieckige Grundriss der Masten der Einphasenleitung, der sich sehr gut bewährt haben soll, indem er eine sehr gute Standsicherheit nach allen Richtungen hin gibt, wobei die Masten eher leichter werden als schmale U-Eisen- oder Winkelleisenmasten.

Mit dem Bau der Anlage ist im Herbst 1910 begonnen worden, und am 26. Oktober 1914 wurde sie dem Betrieb übergeben. Die Gesamtkosten des Werks, ohne die der Bahn zufallenden Kosten der Einphasenausrüstung, belaufen sich auf rund 18 Mill. Fr., die sich wie folgt verteilen:

Stauwehr und Einlauf	4570 000 Fr.
Zulaufstollen	725 000 "
Verteilungsbecken, Turbineneinlauf und -leitungen	1 350 000 "
Maschinensaal nebst Saugrohren u. Schächten	1 650 000 "
Ablaufstollen mit Auslass	1 780 000 "
Schaltgebäude	985 000 "
Wohngebäude	310 000 "
Weganlagen, Landerwerb	190 000 "
Turbinenanlage	675 000 "
Allgem. Unkosten, wie prov. Wohngebäude, prov. Kraftanlage, Transportvorrichtungen, Verwaltungskosten	2810 000 "
Elektrische Drehstrom- u. Gleichstrom-Anlage	1 060 000 "
Drehstrom-Kraftleitung	1 865 000 "
Gesamtsumme	17 970 000 Fr.

Die Hebezeuge an der Schweiz. Landesausstellung Bern 1914.

Von Prof. Hans Krapf, Winterthur.

(Fortsetzung von Seite 63.)

Feststehender Bockkran, von 10 t Tragkraft, der Giesserei Bern, mit 8,5 × 6,8 m lichter Weite bzw. Höhe. Der in Abb. 28 in Ansicht wiedergegebene Kran war hinter der Maschinenhalle aufgestellt. Es ist der Typus eines Kranes, wie er hauptsächlich als Verladekran für Eisenbahnstationen, Fabrikhöfe und dergl. verwendet wird. Das aus Profileisen und Blechen zusammengenietete, mit kräftigen Eckversteifungen versehene Bockgerüst trägt auf der einen Seite einen mit Bohlen abgedeckten Dienststeg. Die Laufwinde mit elektrischem Hub- und Fahrwerk besteht aus denselben

Elementen, wie jene des 20 t Kranes derselben Firma und ist im Aufbau der 3 t Laufkatze (Abbildung 11, S. 17) entsprechend, nur dass hier auch das Fahrwerk durch Schneckenrieb und Stirnräder elektrisch angetrieben wird.

Die Laufwinde ist vollständig verschalt zum Schutz gegen die Witterungseinflüsse. Die die Steuerapparate enthaltende Führerkabine ist oben angebracht, damit der Raum um den Ständer des Kranes für den Verkehr frei bleibt und der Führer eine gute Uebersicht über die Arbeitsstelle hat; sie ist durch eine Leiter vom Boden aus erreichbar.

Drehkran, von 6 t Tragkraft, mit elektrischem Betrieb, der Giesserei Bern, mit 5,000 m Ausladung und 7,600 m Höhe. Dieser Kran war ebenfalls hinter der Maschinenhalle aufgestellt; Abbildung 29 lässt dessen innere Einrichtung erkennen. Ein Fundamentstern aus Profileisen, mit dem Fundament verankert, trägt in seiner Mitte die Kransäule aus Siemens-Martin-Stahl, auf die der bewegliche Kranteil oben mittels Spurlager gestützt, unten mittels Druckrollen geführt ist. Der untere Teil der Säule ist durchbohrt zwecks Durchführung der Leitungskabel, die den Strom durch einen Ring-Schleifkontakt am Fusse der Säule abgeben, sodass ein unbegrenztes Drehen des Kranes möglich ist. Ausleger, Plattform und Windschilde sind aus Profileisen und Blech hergestellt; die Plattform dreht sich mit und ist vollständig eingeschalt und abgedeckt. Die Last hängt an vierfachem Seil in einer Flasche, deren Doppelhaken auf Kugeln drehbar gelagert ist. Als Betriebskraft ist Drehstrom vorgesehen.

Das Hubwerk besteht aus einem zweifachen Zahnradervorgelege mit gefrästen Zähnen. Die Last wird festgehalten durch eine mit Holzklötzen besetzte Bandbremse mit elektromagnetischer Lüftung. Das Senken erfolgt durch den Motor, durch Umschalten des Kontrollers mittels Gegenstrom. Durch eine Hubbegrenzung wird der Hubmotor selbsttätig ausgeschaltet, sobald die Flasche zu hoch gezogen wird. Ihre Wirkungsweise ist aus Abbildung 29 ersichtlich: ein vertikal geführter Bügel A wird durch die Flasche gehoben, wodurch ein Drahtseilchen angezogen wird, das einen auf dem Ständer befestigten Endschalter betätigt.

Für den Fall einer Stromunterbrechung ist ein Not-Handantrieb vorgesehen: Eine Handkurbelwelle kann seitlich verschoben werden, sodass deren Zahnkolben in das

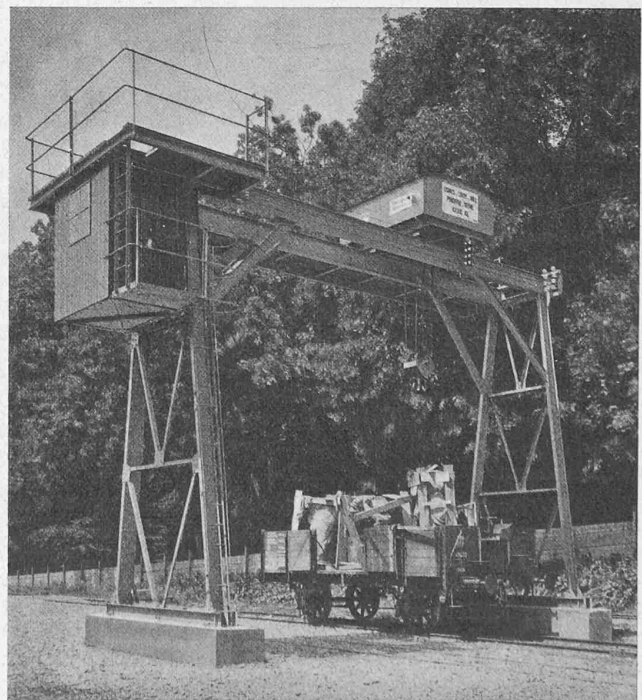


Abb. 28. Bockkran für 10 t Tragkraft der Giesserei Bern.