Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 67/68 (1916)
Heft: 5

Artikel: Das Kraftwerk an den Porjusfällen
Autor: Königliche Wasserfalldirektion
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-32959

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: 16.07.2025

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

INHALT: Das Kraftwerk an den Porjusfällen. — Städtisches Wohnhaus in Zürich. — Die Hebezeuge an der Schweizerischen Landesausstellung Bern 1914. — Miscellanea: Die Eisenbahnbrücke über die Coos Bay. Internationale Verbreitung der Funkentelegraphie. Neues Elektrizitätswerk in Manchester. Eine neuartige Lokomotiv-Drehscheibe. Wasserkraftwerk Eglisau. Der Neubau der Ecole de Commerce in Lausanne. Zink statt Kupfer für elektrische Leitungen. Verkehrseröffnung auf der Altaibahn. — Literatur: Die Schweiz. Statistische Unterlagen. Literarische Neuigkeiten — Nekrologie: Hermann Häussler. — Vereinsnachrichten: Technischer Verein Winterthur. Schweiz. Ing.- und Arch.-Verein. G. e. P.: Stellenvermittlung.
Tafeln 7 bis 10: Städtisches Wohnhaus in Zürich.

Band 67. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 5.

Abb. 2. Ansicht der Baustelle des Staudammes am Porjus-See, von Süden (vergl. Lageplan S. 57).

Das Kraftwerk an den Porjusfällen

nach Angaben der *Kgl. Wasserfalldirektion* in Stockholm.

Mit dem Kraftwerk an den Porjusfällen ist das zweite der Wasserkraftwerke des schwedischen Staates und nächst dem Kraftwerk Trollhättan [1]) die grösste Anlage dieser Art in Schweden in Betrieb genommen worden. Es dürfte dies gleichzeitig die nördlichst gelegene Wasserkraftanlage der Welt sein. Die klimatischen Verhältnisse und die Abgelegenheit inmitten der Einöden Lapplands [2]) haben natürlich der Ausführung verschiedene Schwierigkeiten in den Weg gelegt, die, nachdem sie nun glücklich überwunden sind, wesentlich zur Erhöhung des Interesses für diese einzig in ihrer Art dastehenden Anlagen beitragen.

Das Zustandekommen des Kraftwerkes Porjus ist von volkswirtschaftlichem Gesichtspunkt aus für Schweden in doppelter Hinsicht von bahnbrechender Bedeutung. Einerseits wird damit schwedische Wasserkraft in grösserem Masstabe für elektrischen Eisenbahnbetrieb in Anspruch genommen, wodurch eine wichtige Staatsbahn von der ausländischen Steinkohle unabhängig gemacht wird. Gleichzeitig wird aber damit der Weg gebahnt für eine Grossindustrie mit reichen Entwicklungsmöglichkeiten im nördlichsten Norrland, gegründet auf die Verwertung der bedeutenden Energiemengen, die bisher in den vielen kleineren und grösseren Wasserfällen des Luleälv zersplittert waren.

Dass die Frage einer Elektrifizierung des schwedischen Eisenbahnnetzes und besonders der Staatsbahnen von sehr grosser direkter wirtschaftlicher Bedeutung für das Land ist, erhellt aus der Tatsache, dass die Einfuhr von Kohlen für den Bedarf der schwedischen Eisenbahnen bei normalen Kohlenpreisen sich auf etwa 17 Millionen Kronen jährlich beläuft, während die indirekten Vorteile, die durch ihre Durchführung dem Lande in wirtschaftlicher Beziehung erwachsen würden, sicherlich noch um ein Vielfaches höhere Beträge darstellen. Die Frage der Einführung elektrischen Eisenbahnbetriebes ist schon lange aktuell. Bereits im Jahre 1904 beschloss der Reichstag einen Versuchsbetrieb in kleinerem Masstabe, der auf Veranstaltung der Kgl. Generaldirektion der schwedischen Eisenbahnen während der Jahre 1905 bis 1907 ausgeführt wurde. Laut Reichstagsbeschluss vom Jahre 1906 sind Wasserfälle im Motalaström, Lagan und Järlean angekauft worden, die zur Elektrifizierung der Staatsbahnen in den entsprechenden Landesteilen angewandt werden sollen. Nach umfangreichen Erhebungen, u. a. betreffs der Wahl der geeignetsten Bahnstrecke für die erste Elektrifizierung, hatte die Frage doch schliesslich solche Fortschritte gemacht, dass im Jahre 1910 der Beschluss gefasst wurde, auf der Linie Kiruna-Riksgränsen elektrischen Betrieb einzuführen [1]) und im Zusammenhang damit die *Porjusfälle* im Stora Luleälv auszubauen sowie eine Eisenbahn zwischen Gellivare und Porjus anzulegen. Dass die Wahl gerade auf die nördlichste Eisenbahn Schwedens gefallen ist, beruht auf mehreren technischen und wirtschaftlichen Gründen, die mit dem dort dominierenden Erztransport und den dadurch verursachten, eigenartigen Verkehrsverhältnissen zusammenhängen, die die genannte Bahnstrecke besonders dazu geeignet machten, die erste schwedische elektrische Staatsbahn zu werden.

Zur Beschaffung der nötigen elektrischen Energie standen, bei Anwendung der eigenen Kraftvorräte des Staates, zunächst zwei Möglichkeiten offen, indem hinreichende Wasserkraft in der Nähe der Eisenbahnlinie auch durch ein Kraftwerk bei Vakkokoski im Torneälv, etwa 20 *km* von Kiruna entfernt gelegen, hätte verwertet werden

[1]) Vergl. Bd. LV, S. 270. [2]) 67° nördl. Breite, 20° östl. Greenwich.

[1]) Bd. LVI, S. 11 (2. Juli 1910) u. Bd. LXV, S. 287 (19. Juni 1915).

können. Ein Entwurf zu einer solchen Anlage war auch ausgearbeitet worden; er lief darauf hinaus, durch Aufstauung oberhalb des Falles befindlicher kleinerer Seen ein Gefälle von ungefähr 19,5 *m* zu erzielen; ferner sollte unter Anwendung des Torneträsk als Wassermagazin die Niederwassermenge des Stromes in erforderlichem Grade erhöht werden. Bei der Wahl zwischen diesem Entwurf und der Porjusanlage haben Regierung und Reichstag die

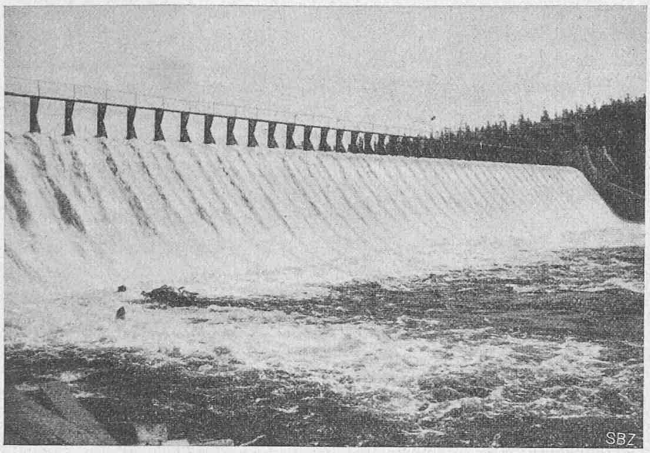


Abb. 5. Ansicht des Ueberfall-Wehres.

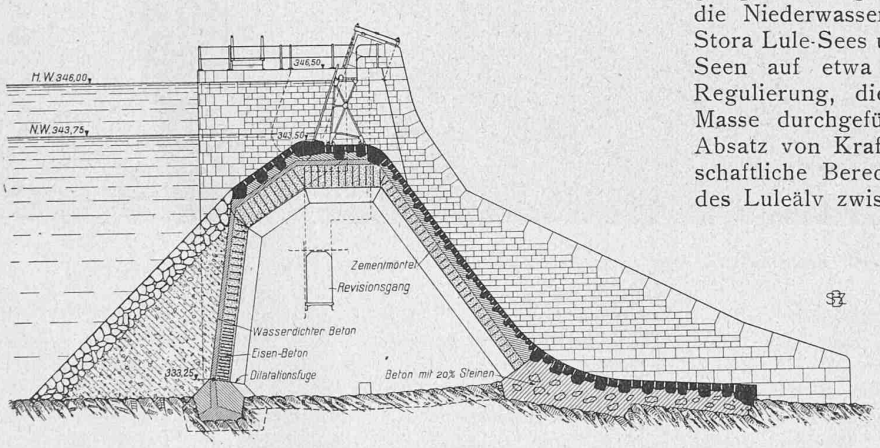


Abb. 4. Schnitt durch das Ueberfallwehr. — Masstab 1 : 300.

letztere vorgezogen, hauptsächlich wegen ihrer grössern Entwicklungsmöglichkeiten und ihrer für eine fortgesetzte Elektrifizierung derselben Eisenbahn bis hinab zum Bottnischen Meer günstigeren Lage, weiterhin auch wegen ihrer Vorzüge in volkswirtschaftlicher Hinsicht, da durch sie ein kräftiger Impuls zu industrieller und kultureller Arbeit in diesen entlegenen Landesteilen gegeben werden musste. Denn das Kraftwerk Porjus ist, wie bereits angedeutet, nicht lediglich dazu bestimmt, den Bedarf an elektrischer Triebkraft für den Erztransport auf der genannten Bahnlinie zu decken, sondern es soll auch, soweit der Wasservorrat dies erlaubt, Kraft für industrielle Unternehmung liefern. Vorläufig werden als solche nur die Erzbergwerksanlagen in Gellivare und Kiruna mit Energie versorgt.

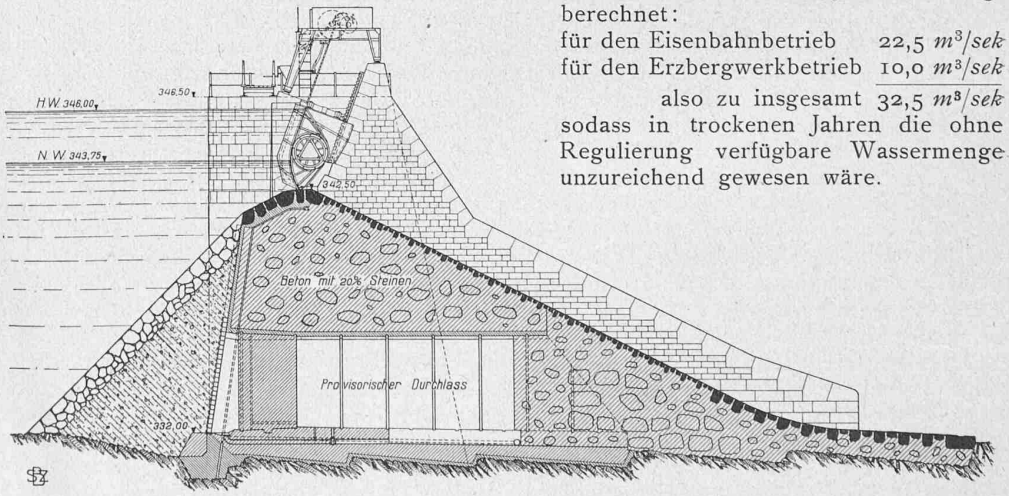


Abb. 3. Schnitt durch die Flossgasse und den prov. Grundablass. — Masstab 1 : 300.

Für einen rationellen Ausbau der Wasserkraft des Stora Luleälv ist mit Rücksicht auf die Gefahr sog. Grundeises, das eventuell Betriebsunterbrechungen während des Winters herbeiführen könnte, von grosser Bedeutung, dass schon der gleich unterhalb des Stora Lule-Sees gelegene Fall ausgenutzt wird, was eben durch den Ausbau der Porjusfälle geschieht, und dass der weitere Ausbau durch eine treppenförmige Gestaltung des Stromlaufes nach unten zu geschieht, derart, dass zwischen den Kraftwerken soweit als möglich nur Strecken mit verhältnismässig ruhigem Wasser liegen. Stromschnellenstrecken, in denen das Wasser mit der Luft innig gemischt und demnach während des Winters in hohem Grade abgekühlt wird, fördern nämlich die für die Kraftwerke oft sehr lästige Bildung des Grundeises (Eisnadeln). Durch die Errichtung des Kraftwerkes bei Porjus wird somit der Ausbau der Wasserkraft des Stora Luleälv auf eine rationelle Weise eingeleitet.

Von grösster Bedeutung für eine spätere weitere Ausnützung der Kraftvorräte des Luleälv ist ferner die Regulierung der Wasserführung des Stromes, wie sie die weitere Entwicklung des Porjuswerks mit sich bringen wird. Im unregulierten Zustande beträgt die Wassermenge bei Porjus:

bei Niederwasser in normalen Jahren etwa	40	m^3/sek
„ „ „ trockenen „ „	24	„
„ Hochwasser bis . . . . . „	1500	„

Die Ermittelungen betreffs Regulierung des oberhalb Porjus gelegenen ausgedehnten Seensystems haben gezeigt, dass die Niederwassermenge durch sukzessive Regulierung des Stora Lule-Sees und anderer höher stromaufwärts gelegener Seen auf etwa 150 m^3/sek erhöht werden kann, eine Regulierung, die aller Wahrscheinlichkeit nach in dem Masse durchgeführt werden wird, wie ein zunehmender Absatz von Kraft seitens des Kraftwerkes Porjus ihr wirtschaftliche Berechtigung verleiht. Da die Gesamtfallhöhe des Luleälv zwischen dem Stora Lule-See und dem Meere etwa 360 *m* beträgt, so entspricht dies einer Steigerung der Naturkraft von etwa 190 000 *PS* in normalen Jahren und von etwa 115 000 *PS* in trockenen Jahren je bei Niederwasser auf ungefähr 700 000 *PS*. Vorläufig werden Regulierungsarbeiten vorgenommen, die eine Vermehrung der Niederwassermenge auf etwa 60 m^3/sek mit sich bringen dürften. Der Wasserverbrauch wird nämlich für die ersten Jahre wie folgt berechnet:

für den Eisenbahnbetrieb	22,5 m^3/sek
für den Erzbergwerkbetrieb	10,0 m^3/sek
also zu insgesamt	32,5 m^3/sek

sodass in trockenen Jahren die ohne Regulierung verfügbare Wassermenge unzureichend gewesen wäre.

Nach diesen kurzen einleitenden Worten, die über die Aufgaben des Kraftwerks und den bei dessen Entwurf zugrunde gelegten Gedanken einen Ueberblick geben, soll nun auf die Beschreibung der Anlage übergegangen werden.

Unter dem Sammelnamen Porjusfälle versteht man eine ungefähr 2 *km* lange Strecke von Stromschnellen und Wasserfällen, gelegen zwischen zwei Strecken relativ ruhigen Wassers, dem *Stora Porjussel* und dem *Lilla Porjussel* oder *Lillsel*. Der oberhalb der Fälle gelegene Stora Porjussel bildet einen etwa 5 *km* langen See, der vor der Errichtung des Kraftwerks von dem Stora Lule-See nur durch eine 3,5 *km* lange Stromschnellenstrecke, den sog. Luleluspen, mit ungefähr 8,5 *m* Gefälle getrennt war. Durch den Wehrbau bei Porjus ist die Wasserfläche des Sees nunmehr erhöht worden, sodass auch dieses Gefälle zum grössten Teil für das Kraftwerk verwertet werden kann. Frühere und gegenwärtige Wasserstandshöhen, bezogen auf eine angenommene gemeinsame Nullebene, sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Wasserstand in *m*		Stora Lule-See	Stora Porjussel	Lillsel
Natürl. Niederw.	ausserord.	+ 346,03		
	normal	+ 346,34	+ 337,9	+ 287,0
Natürl. Hochw.	normal	+ 348,88	+ 339,7	+ 291,0
	ausserord.	+ 349,50		
Aufgest. Niederwassser			+ 343,75 bis 344,25	
Aufgest. Hochwasser			+ 346,0	

Wie aus dieser Zusammenstellung hervorgeht, beträgt das Bruttogefälle des Kraftwerkes bei Niederwasser 57 *m* und bei Hochwasser 55 *m*. Mit Abzug von Gefällsverlusten bei der Leitung des Wassers zu und von den Turbinen sowie von Wasserspiegelschwankungen bei plötzlichen Aenderungen des Stromverbrauchs für den Eisenbahnbetrieb wird das Nettogefälle der Berechnung nach zwischen *49 und 55 Meter* schwanken.

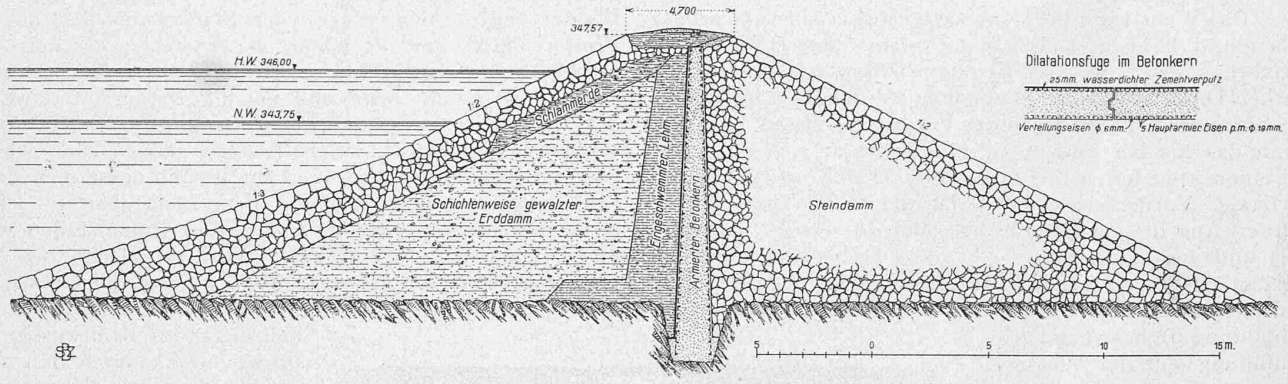


Abb. 6. Schnitt durch den Staudamm am Porjus-See und Horizontalschnitt durch die Kernmauer. — 1 : 300.

Die Gesamtanlage des Kraftwerks ist aus dem beigegebenen Lageplan, Abb. 1, ersichtlich. Das Gelände besteht an beiden Ufern aus Gestein, das grossenteils zutage tritt und im übrigen mit einer ziemlich dünnen Erd- oder Tonsandschicht bedeckt ist, die einem spärlichen Nadelwaldbestand Nahrung gibt.

Für die Aufstauung des Stora Porjussel war die Lage des *Wehrs* am Ausfluss des Sees durch die örtlichen Verhältnisse gegeben. Ein Gesamtbild des Wehrs während dessen Bau gibt Abb. 2. Der Strom gabelt sich an der betreffenden Stelle in zwei Aeste, von denen der breitere, östliche die Hauptstromrinne bildet. Von diesem Ufer aus gerechnet, an dem der Einlauf angelegt ist (vergl. Abb. 1 und 2), umfasst es zunächst eine massive Mauer mit Krone auf Kote + 346,50 *m*, mit zwei kleineren, durch Schützen verschliessbare Flossgassen von je 2 *m* Breite und eine mit Walzenwehr versehene Flossöffnung von 12 *m* freier Breite (Abb. 3). An diese massive Mauer schliesst sich ein dem östlichen Ast entsprechendes Ueberfallwehr von 115 *m* Länge an mit Schwellenhöhe von + 343,50 *m* (Abb. 4 u. 5), ein 226,5 *m* langer ausgefüllter Damm mit Kronenhöhe in Kote + 347,50 (Abb. 6), ein dem westlichen Aste entsprechendes Ueberfallwehr von 82,3 *m* Länge mit Schwellen-

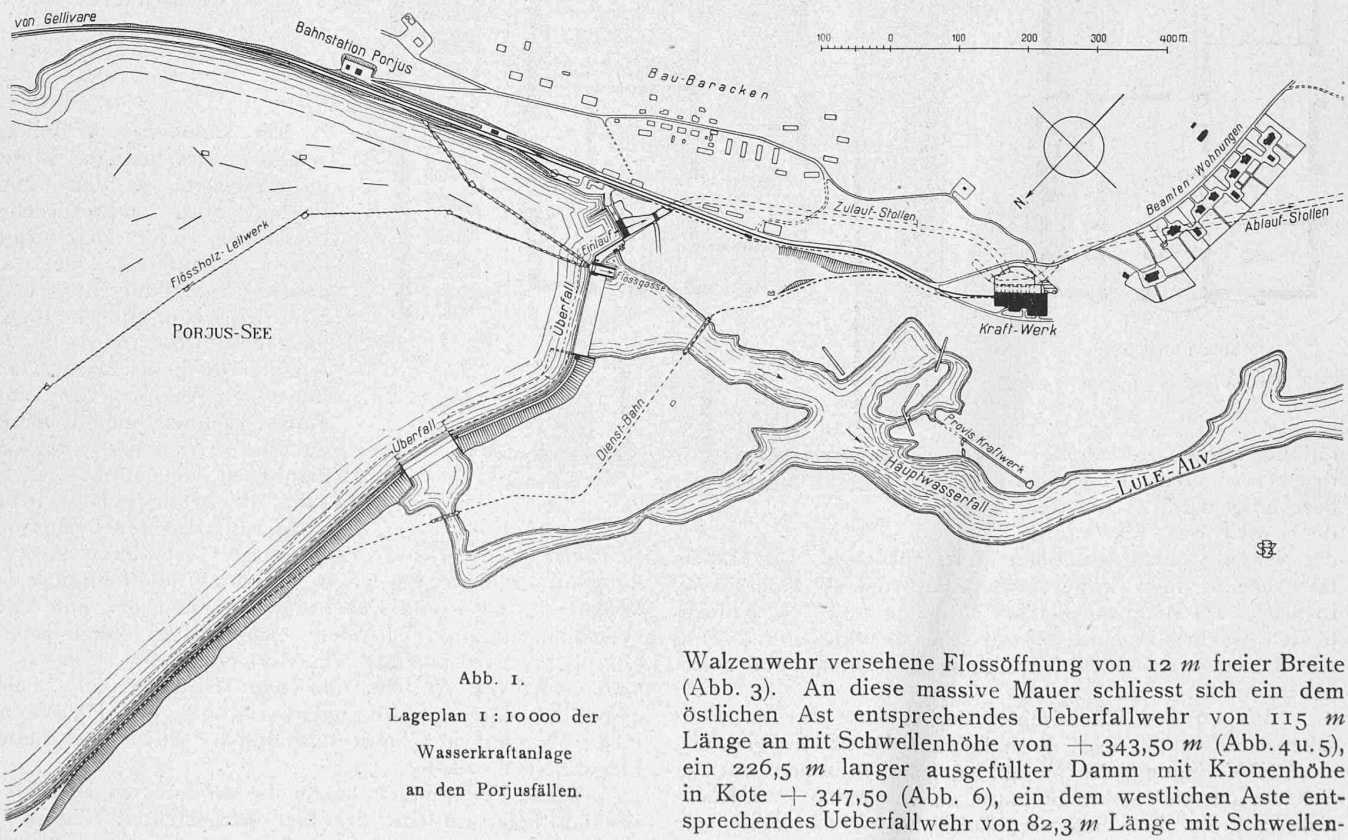
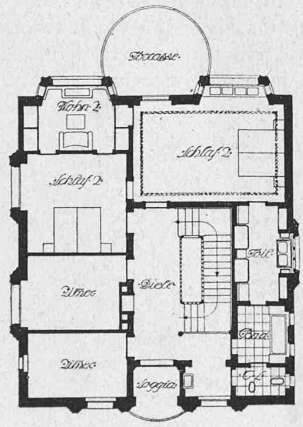


Abb. 1.
Lageplan 1 : 10000 der Wasserkraftanlage an den Porjusfällen.

höhe in + 343,50 *m* und einem 754,4 *m* langen, angefüllten Damm mit Kronenhöhe in + 347,50 *m*. Am Westufer erstreckt sich das Wehr weit über den niedrig gelegenen und bei der Aufstauung überschwemmten Boden hin und schliesst sich an einen westlich vom See hinstreichenden Hügelrücken an, der übrigens das für die Arbeiten erforderliche Erdfüllmaterial geliefert hat. Der Grund besteht wie bei allen übrigen Teilen des Kraftwerks aus festem Gestein.

Das Wehr kann bei Hochwasser insgesamt 1550 m^3/sek ablassen, d. h. etwas mehr als die höchste berechnete Wasserführung des Stromes. Bei dessen Bau musste auf den starken Druck Rücksicht genommen werden, den im Winter die oft meterdicke Eisdecke des Porjussees ausübt, und der, wenn das Eis bei zunehmender Temperatur sich ausdehnt, auf einen gemauerten Damm gewöhnlicher Konstruktion mit vertikaler Vorderseite eine gefährdende Wirkung haben würde. Aus diesem Grunde hat man den Damm grösstenteils und besonders da, wo er dem Druck des Eises am meisten ausgesetzt ist, d. h. auf der Strecke über die Insel und am westlichen Ufer, als ausgefüllten Damm gebaut (Abbildung 6), bestehend aus Erdfüllung auf der Wasserseite, einer stützenden Steinschüttung auf der unteren Stromseite und in der Mitte aus einer dichtenden Kernmauer aus armiertem Beton, die mit dem Felsen wasserdicht verbunden ist. Die geneigte Oberfläche der Erdfüllung wird durch eine Verkleidung aus grossen Steinen geschützt. Drückt das Eis gegen einen solchen Damm, so wird die Erdfüllung etwas zusammengedrückt, ohne dass der Damm beschädigt wird, und ausserdem wird das Eis infolge der Neigung hinaufgeschoben und zerbrochen. Die Ueberfallwehre in den beiden Stromästen sind als Hohlkörper in armiertem Beton ausgeführt (Abbildung 4). Auch diese beiden Wehrteile sind auf der Wasserseite durch eine mit Steinen verkleidete Erdfüllung geschützt, an der das Eis zerbricht.



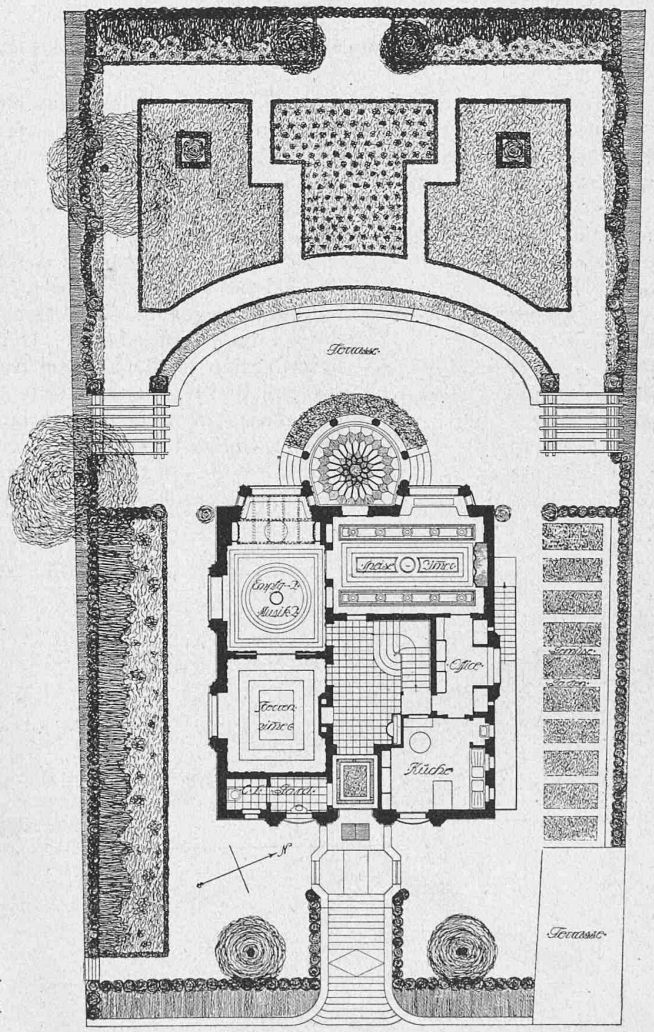


Abb. 1 und 2.
Grundrisse. — 1 : 300.

Wegen der klimatischen Verhältnisse war es wünschenswert, lange, oberirdisch liegende Druckleitungen, wie sie die Verlegung des Maschinensaales in einen offenen Schacht mit sich gebracht hätte, zu vermeiden. Mit Rücksicht auf das Ergebnis vergleichender Berechnungen für verschiedene Alternativen, und nachdem die Beschaffenheit des Gesteingrundes einer geologischen Untersuchung unterzogen, und als befriedigend befunden worden war, wurde beschlossen, den Maschinensaal unter die Erdoberfläche zu verlegen und das Wasser zu und von den Maschinen durch in den Felsen gesprengte *Zulauf- und Ablaufstollen* mit der Planlage, wie die Karte sie zeigt, zu leiten. Hierdurch wird der für die Betriebssicherheit während des Winters sehr bedeutungsvolle Vorteil erlangt, dass das Wasser auf seinem Wege vom Staubecken her, das im Winter durch eine oft meterdicke Eisdecke geschützt ist, bis hinab zum Ausfluss in den Lillsel vollständig im Innern des Felsens geführt wird und nur in dem am unteren Ende des Zulaufstollens befindlichen *Verteilungsbecken* („Wasserschloss") zutage tritt, welch letzteres jedoch zum Schutze gegen Schnee und Kälte überbaut ist und ausserdem durch Einleitung von Warmluft von dem benachbarten Schalthause her erwärmt werden kann. Der Zulaufstollen weist eine Länge von 525 *m* auf. Die Grundfläche des Verteilungsbeckens beträgt rund 1050 m^2, welche Grösse erforderlich ist, damit es bei plötzlichen Aenderungen der Belastung des Kraftwerks, wie sie besonders durch den elektrischen Eisenbahnbetrieb hervorgerufen werden, ohne allzu grosse Schwankungen des Wasserspiegels ein entsprechendes Mehr oder Weniger des Wasserverbrauchs abgeben oder aufspeichern kann, bis in der Wasserzufuhr durch den Zulaufstollen wieder ein Beharrungszustand hat eintreten können. An der Südseite des Beckens ist ein Ueberlaufwehr angeordnet, das durch einen senkrechten Schacht mit dem Ablaufstollen in Verbindung steht. (Schluss folgt.)

Städtisches Wohnhaus in Zürich.

Erbaut durch
Arch. *Bischoff & Weideli*, Zürich.
(Mit Tafeln 7 bis 10).

Ein *städtisches* Wohnhaus zeigen unsere heutigen Bilder, im Gegensatz zu den vielen Bauten allzu ausgesprochen bäurischen oder kleinbürgerlichen Charakters, die als neuere Architekturschöpfungen in Zürich wie in andern Städten entstehen. Man wird in der Architektur dieses Hauses eine bewusste Abkehr von einer Mode erkennen, eine Reaktion auf die Erzeugnisse missverstandenen „Heimatschutzes". So sehr die erfolgreiche Wiedererweckung unserer heimischen Bauweise zu begrüssen war, so sehr ist deren Anwendung *da* zu überlegen, wo es sich um die Befriedigung der Wohnbedürfnisse und Lebensgewohnheiten des modernen vornehmen Städters handelt. Ihm stehen „malerische" oder gar altertümelnde Hausformen nicht zu Gesicht. Man merkt die Absicht und man wird vestimmt; man empfindet eine gewollt naive Haltung des Hauses als Pose, als unwahr und deshalb als eines ernsthaften Bewohners unwürdig.

Diese Erwägungen haben die Architekten Bischoff & Weideli beim Entwurf des hier dargestellten Hauses ge-