

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 77/78 (1921)
Heft: 26

Artikel: Les usines hydro-électriques du Guadiaro
Autor: Weber, Adolphe
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-37283>

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: 15.04.2026

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

INHALT: Les usines hydro-électriques du Guadiaro. — Zur Frage der Ausfuhr elektrischer Energie. — Technische Grundlagen zur Beurteilung schweizerischer Schifffahrts-Fragen. — Miscellanea: Zentralkommission für den Rhein. Simplon-Tunnel II. Die deutsche Gesellschaft für Metallkunde. Schifffahrt auf dem Oberrhein. — Korres-

pondenz. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Stellenvermittlung. — An unsere Abonnenten. Dieser Nummer ist das Inhalts-Verzeichnis des mit heute abschliessenden Bandes LXXVII beiliegt.

Band 77. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 26.

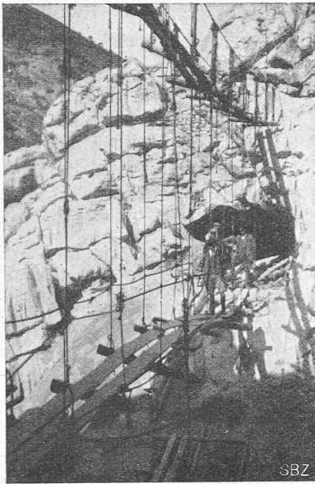


Fig. 16. Passerelle suspendue ayant servi à la construction du cintre pour l'aqueduc.

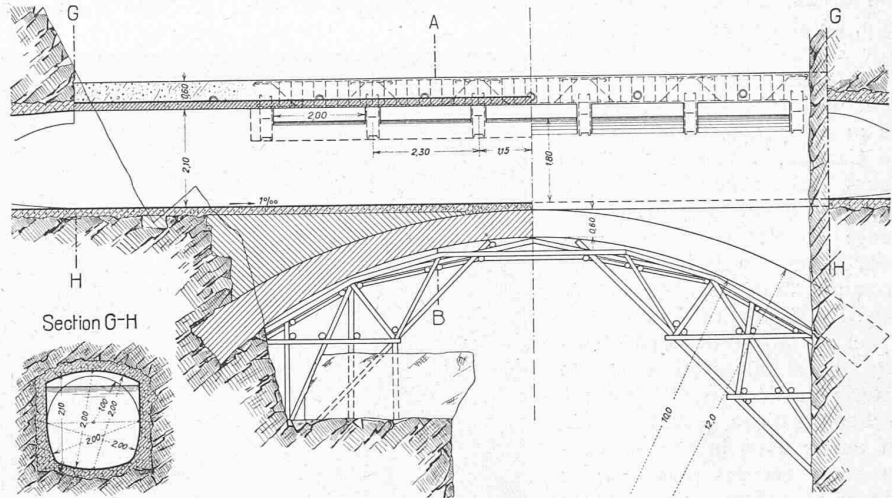


Fig. 14. Aqueduc avec déversoir, pour la galerie d'aménée, dans la gorge de Buitreras. Vue d'amont et coupe en long, et section du raccord à la galerie. — Echelle 1 : 150.

Les usines hydro-électriques du Guadiaro.

Par Adolphe Weber, ingénieur, Barcelone.

(Fin de la page 281.)

La galerie d'aménée qui, comme on l'a vu plus haut, doit suffire à un débit de 5 mètres par seconde, a la même section que le tunnel de Corchado, donc un vide de 3,30 m². Sa forme et ses dimensions sont indiquées sur la figure 14, en bas à gauche (section G-H). D'après le projet primitif, les données caractéristiques étaient les suivantes: pente hydraulique $i = 0,001$, coefficient de rugosité $n = 0,014$, vitesse de l'eau $v = 1,6$ mètres par seconde. Par suite de la réduction de la longueur de la galerie de 6382 mètres à 6128 mètres, tout en conservant les cotes du fond de 327,90 et de 320,29 à ses deux extrémités, la pente hydraulique a subi une légère augmentation. Comme pour l'usine de Corchado, des raisons de sécurité de service ont fait préférer une galerie à un canal. Dans sa partie supérieure, jusqu'au Km 3,3, il aurait en effet été possible d'établir un canal sur la rive gauche du fleuve. Il est cependant peu probable que les frais d'établissement de ce canal auraient été sensiblement moins

élevés que ceux de la galerie, car le terrain en forte pente et les nombreux éboulis et gorges auraient exigé un grand nombre d'ouvrages d'art, et de plus il aurait été peu recommandable de laisser le canal découvert. La seule place où le canal d'aménée n'est pas souterrain est la gorge de Buitreras, où il passe de la rive gauche à la rive droite du Guadiaro au moyen d'un aqueduc en pierre (fig. 13 à 15, voir aussi le profil en long à la page 279). Ce pont

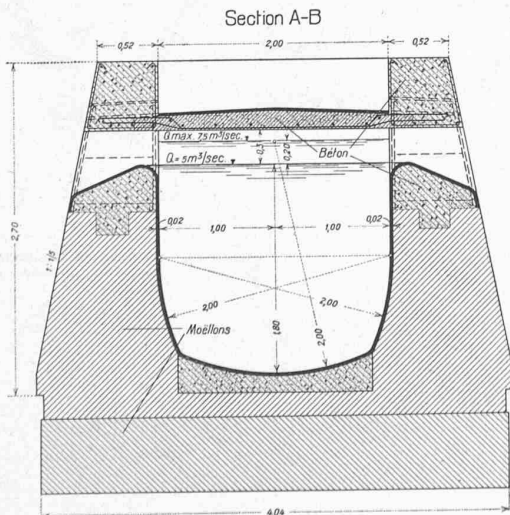


Fig. 15. Section de l'aqueduc avec déversoir. — Echelle 1 : 60.



Fig. 13. Vue d'amont de l'aqueduc sur le Guadiaro.

sert en même temps de trop-plein. La figure 16 montre la passerelle suspendue établie pour sa construction. Au Km 4,7 la galerie croise en outre un tunnel de la ligne du chemin de fer de Bobadilla à Algéciras; le fond de la galerie n'est à cet endroit qu'à 28 m au-dessus du palier du tunnel (voir le profil en long à la page 279).

La partie extrême de la galerie, du Km 5,446 au Km 6,128, est sous pression; vu la configuration du terrain, l'établissement d'un déversoir à proximité de la chambre d'eau aurait occasionné des dépenses très élevées, tandis qu'au Km 5,446, dans l'Arroyo de Camilla, il existait déjà un cours d'eau naturel. A partir de cet endroit, la galerie a une pente contraire de 0,53‰, pour permettre de la vider par la vanne de décharge combinée avec le déversoir. Les figures 17 et 18 montrent la construction de ce déversoir et de la galerie de décharge. Quant à la chambre d'eau, qui est excavée en partie dans le roc, sa construction est des plus simples (figure 19). Elle est recouverte de planches reposant sur des fers à T.

La conduite forcée (fig. 20) est disposée en ligne droite sur une crête sous laquelle passe la ligne de chemin de fer. Les tubes en fer de 1500 mm de diamètre reposent sur des socles en béton. Les points d'ancrage, au nombre de cinq, sont également en béton et en partie revêtus de pierres de taille. Immédiatement au-dessus du bâtiment des machines, la conduite forme un coude de 70° d'angle.

La disposition de l'usine, qui est située sur la rive droite du Guadiaro (fig. 21, p. 301) et dont les fondations reposent sur du roc de bonne qualité, est représentée sur la figure 22 (p. 301). Des crues accidentelles produisant de fortes variations du niveau aval ont exigé l'adoption de

groupes hydro-électriques à axe vertical, ceci afin que le plancher sur lequel sont installés les génératrices puisse être placé au-dessus du niveau d'eau le plus élevé en cas de crue. Les turbines installées sont du type Francis, simple, à arbre vertical, en bache spirale et calculées pour produire une puissance de 3240 chevaux sous la chute de 120 mètres et à la vitesse de 750 tours par minute (voir les figures 22 et 24). Elles sont posées sur le plancher inférieur de l'usine, qui est à la cote 206,5, et travaillent normalement sous une chute d'aspiration de 6 mètres. Les tuyaux d'aspiration sont en tôle d'acier. Les distributeurs sont pourvus de réglage extérieur présentant le grand avantage que toutes les parties mobiles sont situées à l'extérieur de la bache spirale, de sorte qu'elles sont facilement accessibles et graissables pendant la marche. De ce fait, ces parties sont complètement soustraites à l'eau, ce qui a une influence favorable sur la durée des turbines. Les crapaudines sont calculées pour recevoir le poids de toute la masse rotative, soit de 11 tonnes, et placées sur une chaise en-dessus de la turbine (figure 24), ceci afin de permettre l'emploi d'alternateurs de construction normale. Ces pivots sont de la construction Escher Wyss & Cie. brevetée, qui obtient une décharge automatique par de l'huile sans installation à pression spéciale. Les arbres de turbine sont pourvus d'accouplements

à bride venue de forge pour l'accouplement rigide aux arbres des alternateurs.

Le réglage des turbines est effectué au moyen de régulateurs de précision à pression d'huile (figure 23) de la construction la plus récente d'Escher Wyss & Cie, bien connue par son excellent fonctionnement. Ces régulateurs sont placés sur le sol des génératrices, à la cote 212,0,



Fig. 18. Issue du déversoir et de la galerie de décharge dans l'Arroyo de Camilla.

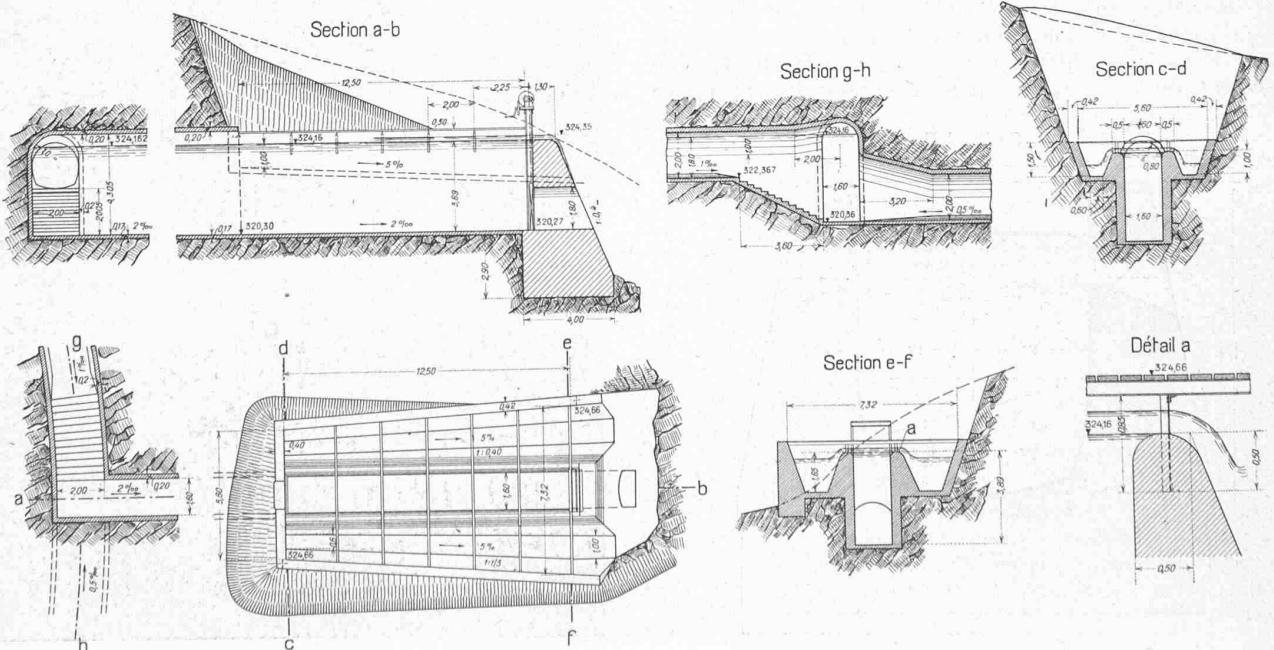


Fig. 17. Plan et sections de la décharge et du déversoir de la galerie d'aménée dans l'Arroyo de Camilla, au Km. 5,446. — Echelle 1 : 300.

et actionnement des arbres de réglage verticaux auxquels sont attachés par le moyen de bielles les anneaux de réglage des turbines. La commande des régulateurs se fait par des renvois horizontaux commandés par une paire d'engrenages depuis l'arbre des turbines. Pour empêcher des coups de bélier dangereux dans la conduite, les turbines sont équipées de régulateurs de pression, de construction connue, qui sont commandés depuis les arbres de réglage

n'est cependant que le 25 avril 1918 que le dernier put enfin être mis en service. Il en résulta un retard de trois mois, dû en partie aussi aux mauvaises conditions de transport. Ce n'est du reste que grâce à la prévoyance de la direction des travaux, qui eut soin d'établir d'emblée des stocks de tous les matériaux nécessaires et d'installer des ateliers permettant de faire en peu de temps même des réparations importantes, que la progression des travaux

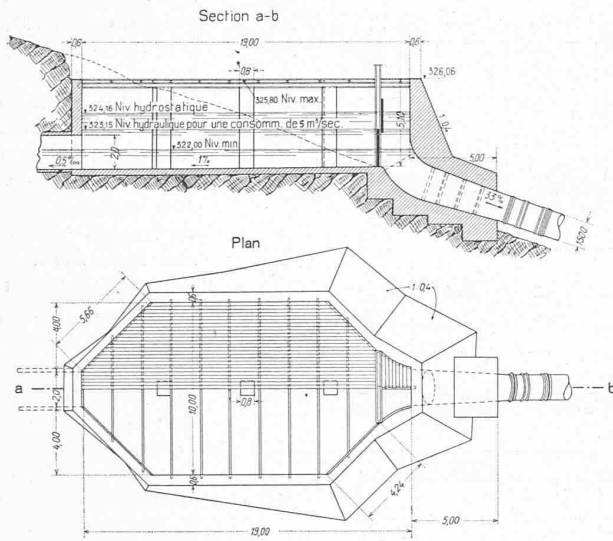


Fig. 19. Chambre d'eau. — Echelle 1:400.

verticaux et branchés aux bâches spirales. Les turbines sont pourvues de vannes à action hydraulique de 700 millimètres de diamètre. Les alternateurs, fournis par la maison Brown, Boveri & Cie. à Baden, ont une puissance continue de 3000 *kVA* et produisent du courant triphasé à 5000 volts et 50 périodes. L'usine est équipée d'un pont roulant de 18 tonnes et d'une portée de 7,750 mètres.

La route d'accès à l'usine a une pente maximum de 9%; pour éviter la construction d'un pont, elle croise la conduite forcée à son point d'ancrage No. 4 (fig. 20).

Nous avons dit plus haut que la galerie ne put être terminée dans le délai fixé, la direction des travaux n'ayant réussi à se procurer en temps voulu, c.-à-d. jusqu'au 1^{er} janvier 1918, que deux des six compresseurs nécessaires. Si le troisième put être installé le 6 janvier déjà, ce

ne fut pas influencée par la situation économique difficile causée par la guerre. L'utilisation aussi rationnelle que possible des installations perforatrices, question à laquelle on voua une attention toute particulière, y fut aussi pour quelque chose. Dans la partie supérieure de la galerie, les travaux d'épuisement ont été rendus très difficiles par le fait que le fond de la galerie est plus bas que le fleuve. De plus les hautes eaux survenues à deux reprises, le 18 novembre 1918 et le 3 janvier 1919, ont été cause d'un retard sensible dans l'achèvement des travaux. Toutefois, le 5 février 1919 la galerie était complètement terminée à partir du Km 0,334, ce qui permit d'amener par la première fenêtre l'eau nécessaire pour le remplissage de la conduite sous pression, pour la production d'énergie nécessaire pour le séchage des génératrices et des transformateurs, ainsi que pour les essais de réception. Enfin, le 18 février, la direction des travaux put remettre la galerie à la direction d'exploitation. Les hautes eaux qui survinrent ce jour-là permirent de constater qu'elle est à même d'amener 5,7 mètres cubes d'eau par seconde, sans compter les 400 litres par seconde qui ont été utilisés dans les turbines, pendant les jaugeages au déversoir de la fenêtre 9, pour le séchage des génératrices. Ces hautes eaux occasionnèrent du reste quelques avaries au passage sous le tunnel de la ligne du chemin de fer dans l'Arroyo de Camilla, avaries qui furent cependant complètement réparées jusqu'à fin mars.



Fig. 20. Vue générale de la chambre d'eau, de la conduite forcée et de l'usine de Buitreras.

Usine de Buitreras de la „Sociedad Hydroelectrica del Guadiaro“.



Fig. 21. Vue d'aval de l'usine de Buitreras sur le Guadiaro.

Les ingénieurs qui ont participé aux travaux en régie de l'installation de Buitreras sont MM. Adolphe Weber, en qualité de directeur, Victor Loppacher, Amédée Christen, Nicolas Assmussen et José Martínez Falero en qualité de chefs de section; M. Jacques Hunziker, en qualité de directeur d'exploitation, a surveillé les travaux de la partie hydro-électrique de l'installation.

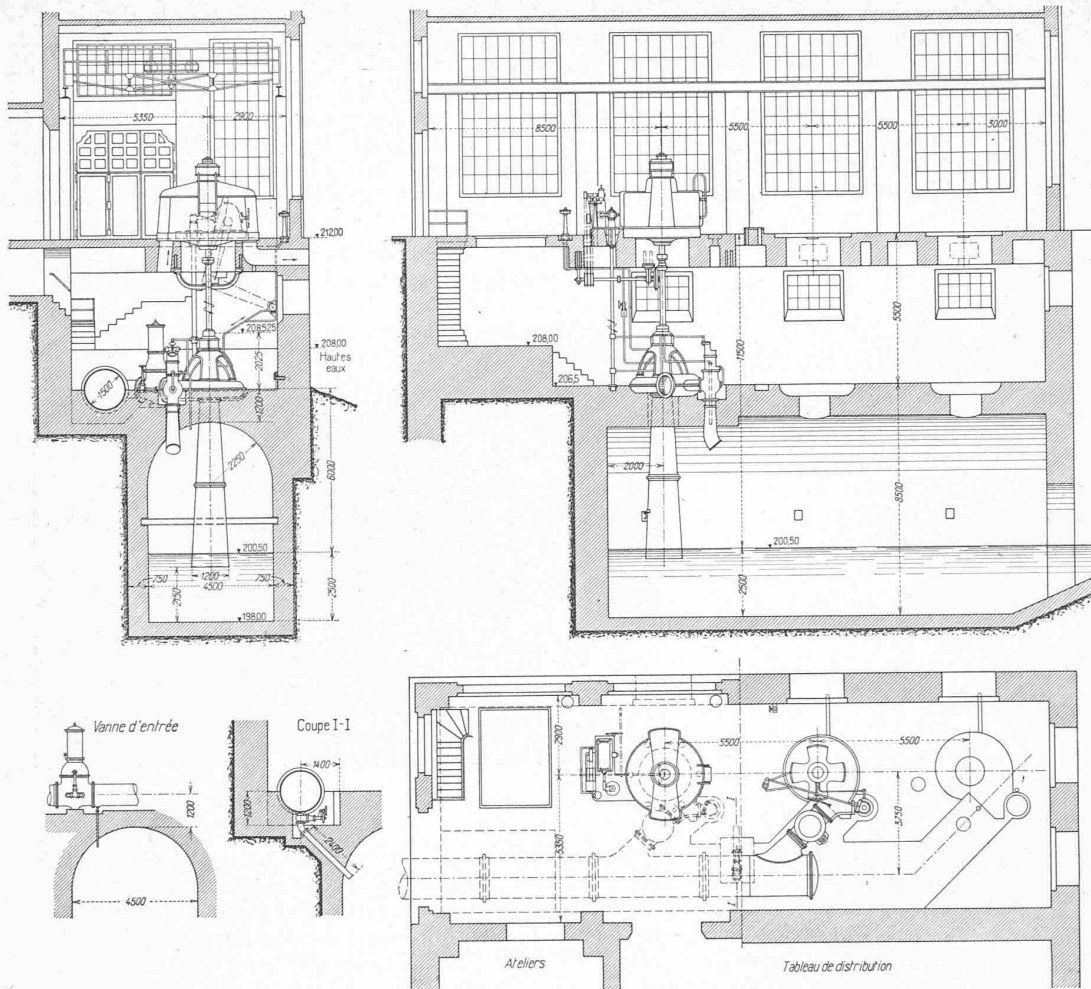


Fig. 22. Usine hydro-électrique de Buiteras sur le Guadiaro. — Plan et sections 1 : 250.

Zur Frage der Ausfuhr elektrischer Energie.

Auf Seite 214 dieses Bandes (7. Mai) berichteten wir über die seitens schweiz. elektrochemischer Werke an den Bundesrat gerichtete „Eingabe und Denkschrift über die Folgen der Ausfuhr elektrischer Energie an deutsche Grosskarbidwerke“. Wie uns seither mitgeteilt wurde, war dem Bundesrat in der Frage der Ausfuhr elektrischer

energie kurz zuvor auch schon eine, die gleiche Tendenz beobachtende Eingabe des im Februar d. J. in Zürich gegründeten „Schweizer. Energie-Konsumenten-Verbandes“ zugestellt worden; diesem Verbands gehören Einzelfirmen, Verbände und Gemeinden mit einem Anschlusswert von gegen 100 000 kW und einem Jahresverbrauch von etwa 260 Mill. kWh an.

Unzweifelhaft haben diese beiden Eingaben den Bundesrat veranlasst, sich neuerdings mit der Frage der Ausfuhr elektrischer Energie zu befassen; das Bundesblatt vom 8. Juni meldet, dass der Bundesrat am 3. Juni folgende *Beschlüsse grundsätzlicher Natur* über die Behandlung von Gesuchen um Bewilligung für Energie-Ausfuhr gefasst hat:

„I. Mit den Gesuchen um Bewilligung zur Ausfuhr elektrischer Energie sind jeweils auch die Stromlieferungsverträge einzureichen oder, falls solche noch nicht bestehen, sind mindestens diejenigen Lieferungsbedingungen bekannt zu geben, die für die Beurteilung des Gesuches in wirtschaftlicher Hinsicht notwendig sind.

2. Auf begründetes Gesuch hin werden Interessenten die wichtigsten Lieferungsbedingungen vom Amt für Wasserwirtschaft bekannt gegeben.

3. Dem Gesuch ist ein genereller Plan für Uebertragungsleitungen, sowie ein Plan der Messeinrichtungen beizulegen.

4. Der Termin für Anmeldung von Strombedarf oder zur Geltendmachung einer Einsprache gegen das betreffende Ausfuhrgesuch beträgt drei Monate, vom Datum der ersten Veröffentlichung im Bundesblatt und im schweizerischen Handelsamtsblatt an gerechnet.“

Gegenüber der bisherigen Art der Behandlung der Gesuche für Ausfuhr elektrischer Energie bringen die neuen „Grundsätze“ des Bundesrates besonders die wertvolle Neuerung, dass inländische „Interessenten“ der eventuell zur Ausfuhr vorgesehenen Energie — zu denen wohl auch die Vertreter unpersönlicher, d. h. rein ideeller schweizerischer Interessen zu zählen sein werden — die wichtigsten Bestimmungen der Ausfuhrgesuche vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft nunmehr erfahren können. Ob die „Grundsätze“ im übrigen ausreichen, um der Schweizer. Volkswirtschaft in dieser wichtigen An-

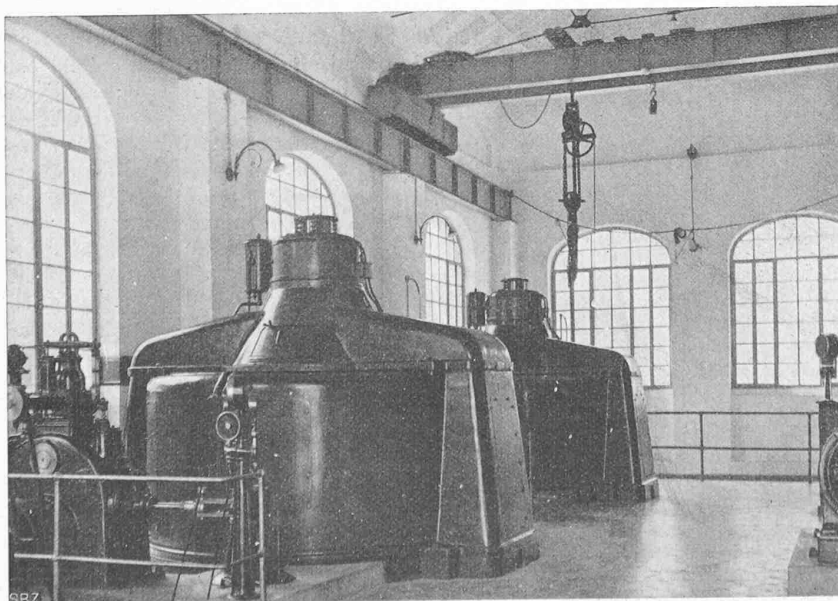


Fig. 23. Génératrices et régulateurs des turbines hydrauliques.

gelegenheit den Schutz zu bieten, auf den sie Anspruch machen darf, wird die nächste Zeit lehren.

*

Als aufschlussreiches Beispiel für die Tragweite, die der vorliegenden Frage tatsächlich zukommen kann, sei auf das jüngst veröffentlichte *Kraftausfuhrgesuch* von Ing. A. Boucher (vergl. „S. B. Z.“ Seite 239, vom 21. Mai d. J.) verwiesen, mit dem es folgende nähere Bewandnis hat.

Die vier Gesellschaften, aus deren Kraftwerken bzw. Kraftwerks-Projekten auf Grund des Gesuchs Kraft nach Frankreich ausgeführt werden soll, hängen durch die Person des Gesuchstellers mit der französischen „Société d'Electrochimie“ zusammen. Die „Société Romande d'Electricité“ dürfte mehr als Kraftübertragungsgesellschaft, denn als Kraftlieferungsgesellschaft beteiligt sein. Bei dem in Ausfuhrgesuch genannten Kraftwerken liegen die Verhältnisse etwa folgendermassen:

- Ausgeführt sind die Werke *Martigny* (hauptsächlich Sommerkraftwerk) und *Fully* (hauptsächlich Winterkraftwerk) mit zusammen rund 13 000 *kW* konstanter Energie.
- Von den noch nicht erstellten Werken charakterisieren sich die Projekte bei *Orsières*, an der *Drance*, bei *Sembrancher* und an der *obern Borgne* hauptsächlich als Sommerkraftwerke mit schätzungsweise 50 000 *kW* Sommerenergie und etwa 10 000 *kW* Winterenergie.
- Das *Dixence-Projekt* mit grossem Stausee wird naturgemäss als reines Winterkraftwerk ausgebaut werden mit einer Winterleistung (24-stündig) von etwa 30 000 *kW*. Sie ergeben zusammengestellt, auf etwa 10 bis 20% genau, die folgenden Werte:

	Effekt		Leistung	
	maximale Winterenergie 24-stünd. <i>kW</i>	maximale Sommerenergie 24-stünd. <i>kW</i>	im Winter (6 Monate) Mill. <i>kWh</i>	im Sommer (6 Monate) Mill. <i>kWh</i>
a) bestehende Werke v. Martigny u. Fully	12 000	14 000	50	60
b) Projekte b. Orsières Sembrancher und obern Borgne	10 000	30 000	70	150
c) Dixence-Projekt	30 000	—	100	—
Zusammen	52 000	44 000	220	210

Der Gesuchsteller will 30 000 *kW* im Jahresmittel, somit $30\,000\text{ kW} \times 8760\text{ h} = \text{rund } 260\text{ Mill. kWh}$ ausführen und zwar verlangt er, „zeitweise“ die Momentanleistung auf 90 000 *kW* erhöhen zu dürfen. Er könnte somit die genannte Jahresleistung von 260 Mill. *kWh* rein in Form von Winterenergie ausführen (z. B. 90 000 *kW* während vier Monaten zu 720 Stunden). — Ausserdem verlangt der Gesuchsteller, über diese Leistung hinaus, noch in unbegrenztem Masse Energie ausführen zu können, so weit solche zur Verfügung steht. Zusammengehalten mit den oben genannten Produktionsmöglichkeiten würde ihm die Bewilligung des Gesuches erlauben, die gewaltige Winterenergiemenge von rund 220 Mill. *kWh* auszuführen und ausserdem unter gewissen Umständen noch etwa 200 Mill. *kWh* Sommerenergie. Betrachtet man vorerst die Winterenergie von 220 Mill. *kWh*, die als der volkswirtschaftlich wichtigste Teil erscheint, so ergibt die Zusammenstellung, dass von dieser Kraftmenge erzeugt werden in runden Zahlen

23% in den bestehenden Werken,
32% in den Sommerkraftwerk-Projekten,
45% im Winterkraft-Projekt an der Dixence.

Es darf als bekannt vorausgesetzt werden, dass die Walliser Kräfte im allgemeinen, dank der günstigen Gefällsverhältnisse, sehr billige Kräfte sind. Auch die in Frage stehenden Kräfte sind als günstig anzusprechen; insbesondere wird das Hauptprojekt, nämlich das Akkumulierwerk an der Dixence eine bedeutende und zugleich relativ sehr billige Winterkraft liefern können, die auf Grund der Vorkriegspreise auf höchstens 2 Rappen, heute auf etwa 4 bis 5 Rp./*kWh* geschätzt wird. Sind doch bei diesem Projekt die geologischen Verhältnisse sehr günstige und arbeitet es überdies mit ziemlich konzentriertem Gefälle von rund 1700 m bis zur Talsohle. *Diese Winterkräfte eignen sich daher vorzüglich für den Verbrauch in der Schweiz* und sie könnten mit den übrigen Winterkräften, auch im Gebiet der Nordschweiz, sehr wohl erfolgreich konkurrieren. Auf der andern Seite ist der Bedarf an Winterkraft zur Zeit in der Schweiz bekanntlich sehr gross. Es wäre deshalb geradezu unbegreiflich, wenn man die gewaltige Winterenergie von rd. 220 Mill. *kWh* ins Ausland vergeben wollte. Diese Ueberlegungen gewinnen noch an Bedeutung, nachdem durch die Kraftleitungen der A.-G. Lonza von Visp nach Monthey und durch die künftige Kraftleitung der Bernischen Kraftwerke von Chippis nach Kandersteg das Walliser Kraftgebiet direkt an das westschweizerische und mittelländische Konsumgebiet angeschlossen ist.¹⁾

In Berücksichtigung der vorstehenden Ausführungen wäre auch zu untersuchen, ob die Verwirklichung der im Ausfuhrgesuch genannten Projekte in der Tat nur dann möglich ist, wenn das Ausfuhrgesuch genehmigt wird. Es wäre vorerst zu untersuchen, ob sich nicht *schweizerische* Interessenten finden liessen, die diese Kraft im gegebenen Moment beziehen oder selbst ausbauen würden. Nachdem die beiden grossen Walliser Industrie-Unternehmungen, nämlich die Lonza A.-G. in Gampel und die Aluminium-Industrie A.-G. in Chippis mit Abgabe von Winterkraft an das schweizerische Konsumgebiet begonnen haben, ist diese Fragestellung wohl berechtigt, ganz abgesehen davon, dass auch für die schweizerischen Kraftverteilungs-Gesellschaften die Schaffung bzw. der Bezug dieser Kräfte aus dem Wallis technisch und kommerziell sehr wohl möglich erscheint.

Alle diese Momente sind umso gründlicher zu untersuchen, als es sich im vorliegenden Fall um gewaltige Mengen von *wertvollster Winterkraft* handelt und weil das

¹⁾ Vergl. Seite 254 vom 28. Mai d. J.

Usine de Buitreras de la „Sociedad Hydroelectrica del Guadiaro“.

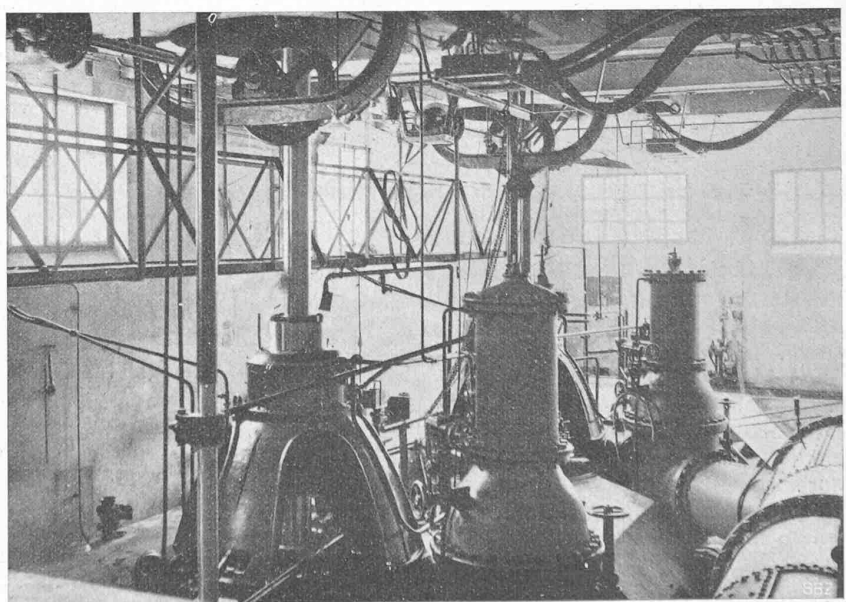


Fig. 24. Sous-sol de l'usine, avec les vannes et les crapaudines des turbines.