

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 79/80 (1922)
Heft: 22

Artikel: Die Wasserkraftanlage Fully: einstufige Hochdruckanlage mit 1650 m Gefälle
Autor: Chenaud, H. / Dubois, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-38178>

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: 18.04.2026

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

INHALT: Die Wasserkraftanlage Fully, einstufige Hochdruckanlage mit 1650 m Gefälle. — Turmbauten und Aufstockungen in Deutschland. — Nekrologie: Louis Bezencenet. — Literatur: Berechnung von Wechselstrom-Fernleitungen. — An unsere

Leser! — Vereinsnachrichten: Aufruf an die Mitglieder des S. I. A. und der G. E. P. S. T. S. (Schweizerische Technische Stellenvermittlung). Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender der E. T. H.

Band 80.

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

Nr. 22.

Die Wasserkraftanlage Fully Einstufige Hochdruckanlage mit 1650 m Gefälle.

Von Ing. H. Chenaud und Ing. L. Dubois, Lausanne.¹⁾

Die in den Jahren 1912 bis 1914 erstellte Wasserkraftanlage Fully in den Walliser Alpen stellt ein besonders interessantes Beispiel einer Anlage mit Akkumulierbecken dar, da sie, einstufig, ein ungewöhnlich hohes Gefälle von 1650 m ausnutzt, in welcher Hinsicht sie auch heute noch von keinem andern Kraftwerk der Welt übertroffen wird. Das Werk ist Eigentum der „Société d'Electro-Chimie de Martigny“ und wurde unter der Leitung des bekannten Wasserbau-Ingenieurs A. Boucher in Lausanne projektiert und erbaut. Es dient als Reserve für die im Jahre 1909 erstellte Anlage Martigny der gleichen Gesellschaft. Seit 1915 in regelmässigem Betrieb, hat es den Zweck, für den es erstellt wurde, in vollem Masse erfüllt. Es mag hier daran erinnert werden, dass auch die Werke von Tanay (Kanton Wallis) und von Orlu in den Pyrenäen, die mit je 930 m Gefälle zur Zeit ihrer Erstellung das höchste bis dahin ausgenutzte aufwiesen, ebenfalls unter Leitung von Ingenieur Boucher erstellt worden sind.

Der Ausbau eines Gefälles von 1650 m stellte naturgemäss die Ingenieure vor eine Reihe neuer und schwieriger Aufgaben. Wir glauben daher, dass die Veröffentlichung einer eingehenden Beschreibung der Anlage Fully auch heute noch Allen, die sich mit der Projektierung und dem Bau von Hochdruckanlagen zu befassen haben, willkommen sein wird.

Allgemeines.

Der See von Fully (Abb. 1), der für die Anlage als Akkumulierbecken benutzt wird, liegt in 2130 m Meereshöhe auf dem südöstlichen Abhang der „Dents de Morcles“ Ein zweiter, kleinerer See, der 1990 m ü. M. gelegene Sorniot-See, wird ebenfalls für die Kraftgewinnung ausgenutzt. Aus der Uebersichtskarte Abbildung 2 ist die Gesamt-Anordnung der Anlage ersichtlich. Abbildung 3 lässt einen Teil der Druckleitung und das Maschinenhaus erkennen, dessen Maschinenboden auf Kote 500,00 liegt. Der in Abbildung 3 oberhalb der Druckleitung in deren Axe sichtbare Felsgrat ist der 2060 m ü. M. gelegene „Col de Sorniot“, hinter dem der gleichnamige See liegt. Die Druckleitung durchquert diesen Felsgrat mittels eines Rohr-Stollens (vergl. Abbildung 2).

Beim gegenwärtigen Stau auf Kote 2139 ist der Fully-See im Stande, eine Wassermenge von rund 3,2 Mill. m³ aufzuspeichern. Da bei 1650 m Gefälle 1 l/sek eine Leistung von 16,5 PS an der Turbinenwelle bzw. von 12 kW an den Generator-Klemmen erzeugt, was einem Effekt von 3,3 kWh pro m³ entspricht, stellt somit die im See aufgespeicherte Wassermenge eine Energie von rund

¹⁾ Auszugweise Uebersetzung der in französischer Sprache verfassten Original-Beschreibung. Leider war es uns trotz unseren wiederholten Bemühungen nicht möglich, eine Beschreibung dieses schon 1914 fertiggestellten Werkes früher zu erhalten. Red.

10 Mill. kWh dar. Man ersieht daraus die Wichtigkeit und die Zweckmässigkeit einer derartigen Wasserkraft, die nach Bedarf aufgespeichert und ausgenutzt werden kann.

Bei der Ausführung des Werkes waren nicht geringe Schwierigkeiten zu überwinden, die in der Hauptsache davon herrührten, dass die Bauarbeiten zum Teil in über 2000 m Meereshöhe vorzunehmen waren und dass dafür nur eine sehr kurze Zeit während des Sommers zur Verfügung stand. Der Fully-See ist erst Ende Juni, oft sogar erst im Laufe des Monats Juli vollständig eisfrei, und während der Monate Juli bis September sind die Arbeiten zuweilen erst noch durch verhältnismässig starke Schneefälle beeinträchtigt worden. Während des Winters mussten sie natürlich vollständig unterbrochen werden, da dann eine mehrere Meter starke Schneeschicht Anlagen und Unterkunftshütten bedeckt.

Die ersten Arbeiten nach Beschluss des Baubeginns waren die Erstellung der Zufahrt-Seilbahnen, einer Aluminium-Freileitung für die Energie-Zufuhr und einer Telephonleitung zur Verbindung des Sees mit dem Tal. Um Zeit zu gewinnen, wurde sofort, zuerst von Hand und später mechanisch, mit der Bohrung des Anstichstollens und des Stollens unter dem Col de Sorniot begonnen, nachdem in 2100 m Meereshöhe die nötigen Baracken für die Unterkunft der Arbeiter und des Aufsichtspersonals erstellt worden waren. Die Bohrung der Stollen wurde am 1. August 1912 in Angriff genommen. Am 26. Oktober wurden die Arbeiter durch starke Schneefälle gefährdet, worauf sie, von Panik ergriffen, nicht mehr zur Fortsetzung der Arbeiten bestimmt werden konnten. Erst Mitte Mai 1913 konnten diese wieder aufgenommen werden. Ende September jenes Jahres erfolgte der Durchbruch des Stollens unter

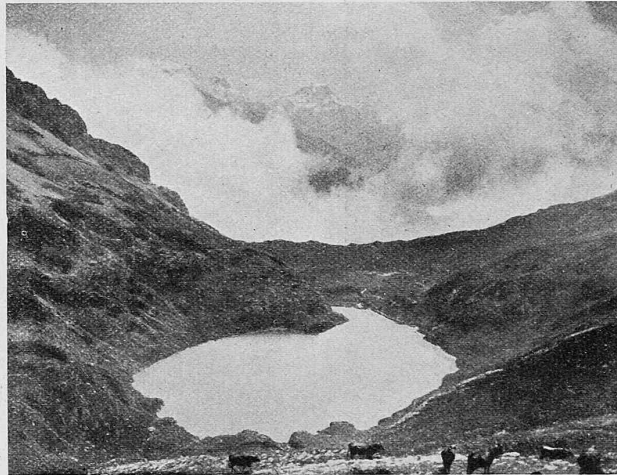


Abb. 1. Blick aus Norden auf den Fully-See vor der Stauung.

dem Col de Sorniot, was den Zugang zu den Bauplätzen am See erleichterte und einer Schicht von zehn starken und gut trainierten Arbeitern die Fortsetzung der Arbeiten bis zum 20. Dezember gestattete. Im Jahre 1914 wurden die Arbeiten an der Wasserfassung gegen Ende Mai wieder aufgenommen, und am 11. Oktober des gleichen Jahres konnte die letzte, den Fassungstollen vom See trennende Wand durch Sprengung entfernt werden. Schon Ende Oktober 1914, also zweieinviertel Jahre nach Baubeginn, war die Anlage zur Vornahme der ersten Versuche mit den hydro-elektrischen Maschinenaggregaten bereit.

Anlässlich dieser Arbeiten im Gebirge hat man beobachtet, dass dort im allgemeinen eine Verschiebung der Jahreszeiten eintritt. Der Monat März ist strenger als der Monat Dezember, und der April ist nicht dem November gleichwertig. Bei Winterbeginn ist die Kälte im Gebirge geringer als im Tiefland, während gegen den Frühlingsbeginn hin das umgekehrte zutrifft.

Die Transport-Anlagen.

Um den Transport der Baumaterialien zu den Bauplätzen am See zu erleichtern, sowie in gewohnter Weise für die Montage der Druckleitung, wurde eine Reihe von Standseilbahnen angelegt. Die unterste, mit etwa 900 m

Länge, beginnt im Tal ungefähr bei Kote 470 und führt in gerader Linie bis zum Orte „Le Château“ in 760 m Meereshöhe, wo die erste Richtungsänderung stattfindet. An dieser Stelle befindet sich, in der Verlängerung der Geleiseaxe, das diese Strecke bedienende Motorenhaus.

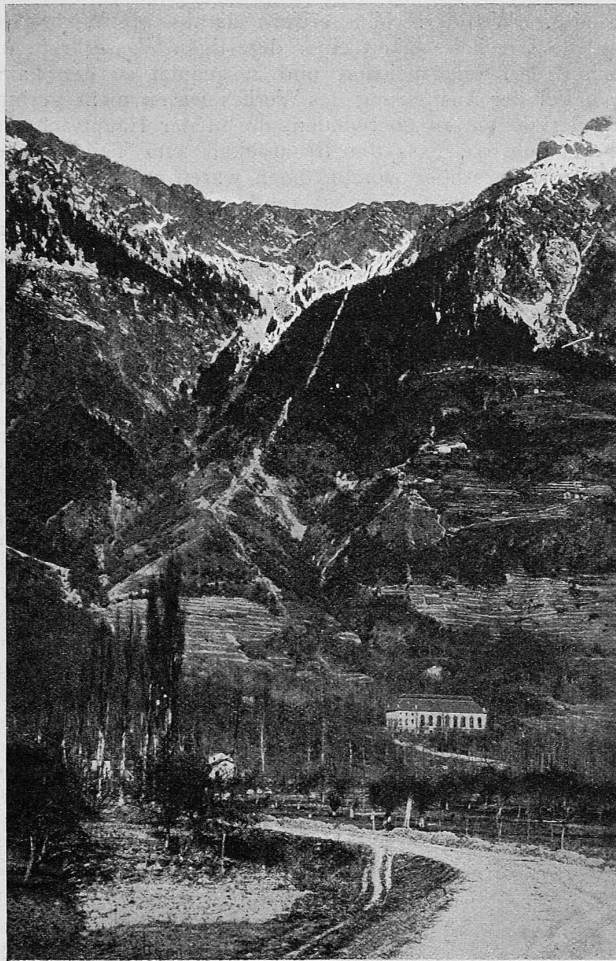


Abb. 3. Blick von Südost auf Zentrale und Druckleitung.

Eine zweite Seilbahn, von etwa 1650 m Länge, endet bei „Les Garettes“, 1550 m ü. M. Diese beiden Strecken sind erhalten geblieben um die Zufahrt zum See zu erleichtern. Von „Les Garettes“ führte eine dritte, rd. 700 m lange Strecke bis Kote 1900, beim Ausgang des Stollens unter dem Col de Sorniot, wo ein zweiter Richtungswechsel stattfand. Da die zweite und die dritte Strecke in gleicher Richtung lagen, wurde die Motorenstation bei „Les Garettes“ auf gemauerten Pfeilern rittlings über das Geleise gestellt um den Durchgang der Wagen zur dritten Strecke unter der Winde zu ermöglichen. Nach Fertigstellung des Stollens wurde eine vierte Seilbahn-Strecke von 850 m Länge bis Kote 2050, und eine fünfte, von 650 m Länge, mit Endstation auf Kote 2150, an der Baustelle des Stauwehrs, erstellt. Die maximale Steigung der Seilbahnen befindet sich im obern Teil der zweiten Strecke; sie beträgt 105%.

Da das höchste Rohrgewicht auf 4000 kg festgesetzt war, wurden die Winden der unteren Strecken für ein zu förderndes Bruttogewicht von 4500 kg und eine Zugkraft im Seil von 3600 kg berechnet. Sie sind von einem 25 PS-Motor angetrieben und können die Wagen mit Fahrgeschwindigkeiten von 0,30 oder 0,75 m/sek befördern. Der Transport der Rohre, die, bei dem festgesetzten Maximalgewicht von 4000 kg je nach ihrer Wandstärke 6 bis 12 m Länge aufwiesen, erfolgte mittels zweier, durch eine Kette miteinander verbundener Drehgestell-Wagen von je 2000 kg Tragkraft, was die Befahrung von Kurven mit 6 m Krümmungsradius gestattete.

Die Staumauer.

Bereits vor Beginn der Bauarbeiten bestand am See-Auslauf ein kleiner Staudamm mit Krone auf Kote 2131. Eine Erhöhung des Seewasserspiegels war anfänglich nicht geplant. Als jedoch die Wasserfassung aus Gründen, die weiter unten angeführt werden sollen, statt wie vorgesehen auf Kote 2100, auf Kote 2121 erfolgen musste, entschloss man sich, den dadurch entstandenen Verlust an Stauinhalt durch Erhöhung des Seespiegels um 6 m, d. h. auf Kote 2137, auszugleichen. Die zu diesem Zwecke erstellte Staumauer zeigen die Abbildungen 4 bis 7. Schon zwei Jahre nach ihrer Fertigstellung wurde sie um 2 m erhöht, wodurch ein nutzbarer Stauinhalt von 3,2 Mill. m³ erreicht wurde. Der höchste in der Konzession gestattete Stau liegt auf Kote 2145.

Bei Betrachten des ungewohnten Staumauer-Profiles (Abbildung 5) ist zu beachten, dass bei dessen Berechnung die Bogenform der Mauer ($R = 150$ m) berücksichtigt worden ist.¹⁾ Dank des bestehenden Dammes konnte deren Bau in trockener Baugrube erfolgen. Zuerst wurden die beidseitigen Verkleidungen in verfugtem Bruchstein-Mauerwerk erstellt. Der Stein entstammt einem in nächster Nähe gelegenen Steinbruch. Der Mauer Kern besteht aus Zementbeton mit Felsbrocken-Einschlüssen. Diese Bauweise gestattete eine sehr rasche Ausführung der Mauer unter Ver-

¹⁾ Laut Originaltext: ... „les épaisseurs ont été calculées en tenant compte de la forme cintrée de barrage“ ... , wie ist nicht gesagt. Red.

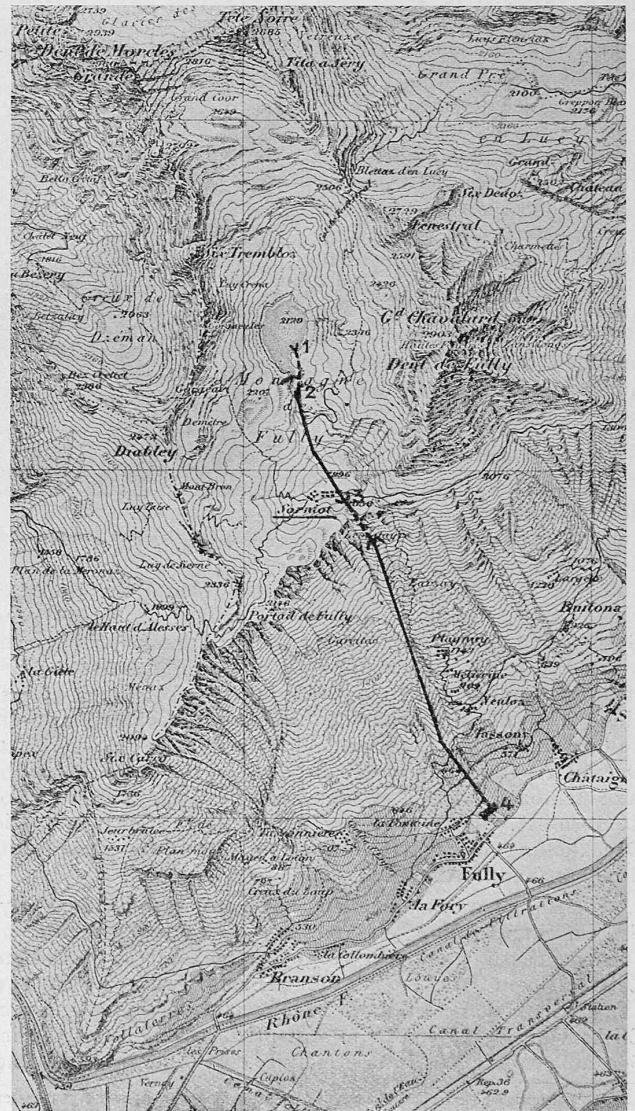


Abb. 2. Uebersichtskarte der Wasserkraftanlage Fully. — Masstab 1 : 60 000. (Mit Bewilligung der Schweiz. Landestopographie vom 23. Mai 1922.)

meidung jeglicher Verwendung der stets mit hohen Kosten verbundenen Verschalungen. Die Mauer ist überall auf Fels fundiert.

Abbildung 6 zeigt die Staumauer im Bau, Abbildung 7 nach deren Fertigstellung. Wie aus Abbildung 6 ersichtlich, ist die luftseitige Verkleidung nicht glatt, sondern im Gegenteil mit stark hervorspringenden Bruchsteinen erstellt. Es geschah dies in der Absicht, eine Verstärkung der Mauer bei deren nochmaliger Erhöhung zu erleichtern.

Anlässlich der ersten Unterdrucksetzung der Mauer, deren Kronenlänge 110 m beträgt, wurden einige auf das Schwinden des Mauerwerks zurückzuführende Sickerstellen beobachtet; sie dichteten sich zum grössten Teil wieder von selbst. Eine vollständige Dichtheit der Mauer wurde in der darauffolgenden Bausaison durch Zement-Einspritzungen erreicht, die im unteren Teil unter natürlichem Druck, im oberen Teil der Mauer mittels einer gewöhnlichen Handpumpe vorgenommen wurden. Der dazu verwendete Zementbrei bestand aus einem Sack langsambindenden Zement (45 l) und 30 bis 35 l Wasser.

Die Staumauer ist mit einer Ueberlaufkante von 3 m Breite und zwei Grundablässen von 300 mm Durchmesser versehen.

Die Wasserfassung.

Aus Abbildung 8 ist die Gesamtanordnung der Wasserfassung am oberen See ersichtlich. Der Entwurf sah den Vortrieb des rd. 500 m langen Fassungsstollens bis ungefähr Kote 2100 vor, unter Stehenlassen einer rund 2 bis

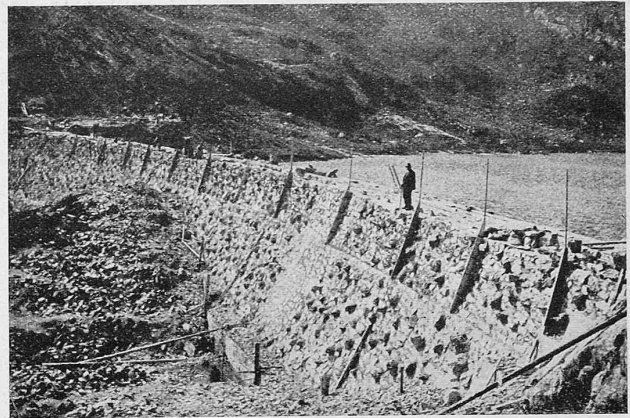


Abb. 6. Die Staumauer während der Bauarbeiten.

3 m starken Felsschicht zwischen Stollen und See. An dem der Fassungstelle am nächsten gelegenen Punkt des Seeufers wurde ein Schacht ausgehoben (Schacht 1 in Abbildung 8), von dem aus man diese Felsschicht zu sprengen gedachte.

Auf Grund der zahlreichen und sehr sorgfältig ausgeführten Sondierungen, der eingeholten geologischen Gutachten und der allgemeinen Gestaltung des umgebenden Geländes sowie des nackten, von Anschwemmungen freien

Die Wasserkraftanlage Fully in den Walliser Alpen.

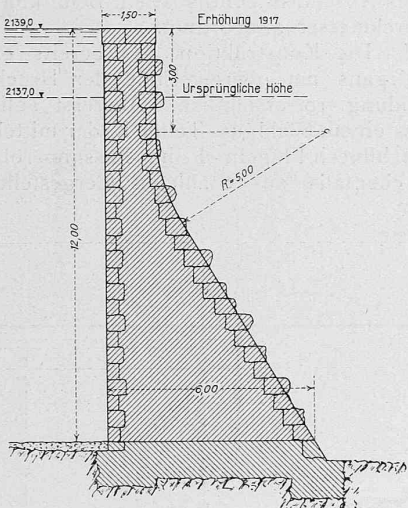


Abb. 5. Querschnitt durch die Staumauer. — 1:200.

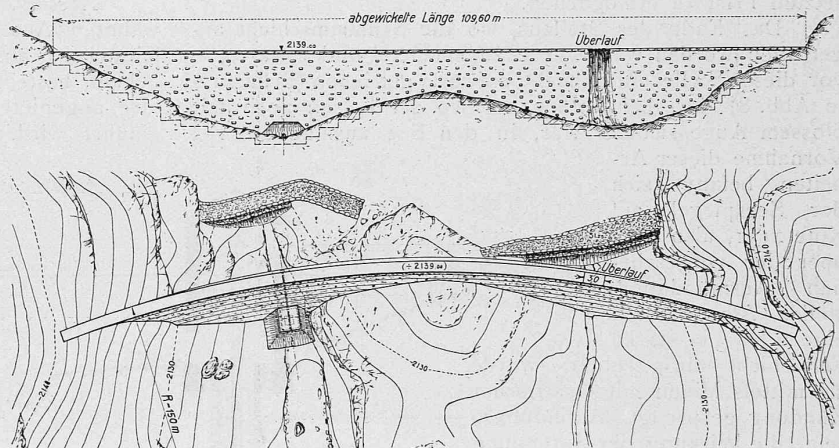


Abb. 4. Grundriss und Aufriss der Staumauer nach ihrer Erhöhung auf Kote 2139. — Masstab 1:1000.

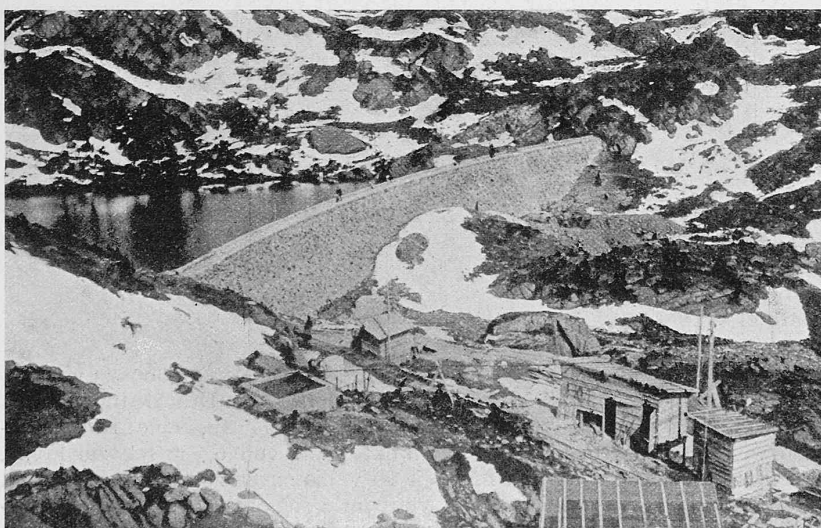


Abb. 7. Die Staumauer am Fully-See nach deren Fertigstellung bis auf Kote 2137,0.

Felsens, der bis 20 m gegen das Seebecken zu oberhalb des Fassungsstollens angetroffen wurde, war man zur Annahme berechtigt, dass die Bohrung des Stollens in einer Länge von 65 m vom Schacht 1 aus ausschliesslich in hartem Fels erfolgen würde. Als die Arbeiten bis auf 48 m Entfernung vorgeschritten waren, hatte man jedoch die unangenehme Ueberraschung, auf eine Schlammsschicht zu stossen, während man sich unter einer 8 bis 10 m starken Felsschicht glaubte, unter der der Vortrieb in aller Sicherheit hätte fortgeführt werden können. Dieses plötzliche, unerwartete Aufhören des Felsens, der die abnormale Neigung von 6:5 aufwies, war das sichere Anzeichen einer sehr bewegten Felsoberfläche, von der jedoch der Seeboden nichts erraten liess, sodass es unmöglich war, ihren Verlauf festzustellen. Da zudem der an dieser Stelle angetroffene Glazial-Lehm sich

der ein zu rasches Schliessen des Ventils vermeiden soll. Die im Katarakt befindliche Flüssigkeit ist Petroleum, dessen Viskosität durch Temperaturänderungen weniger beeinflusst wird als jene von Oel oder Glycerin. Der Hub h des Ventiltellers ist regulierbar. (Forts. folgt.)

Turmbauten und Aufstockungen in Deutschland.

Von Ministerialrat Dr. E. G. Friedrich, Berlin.

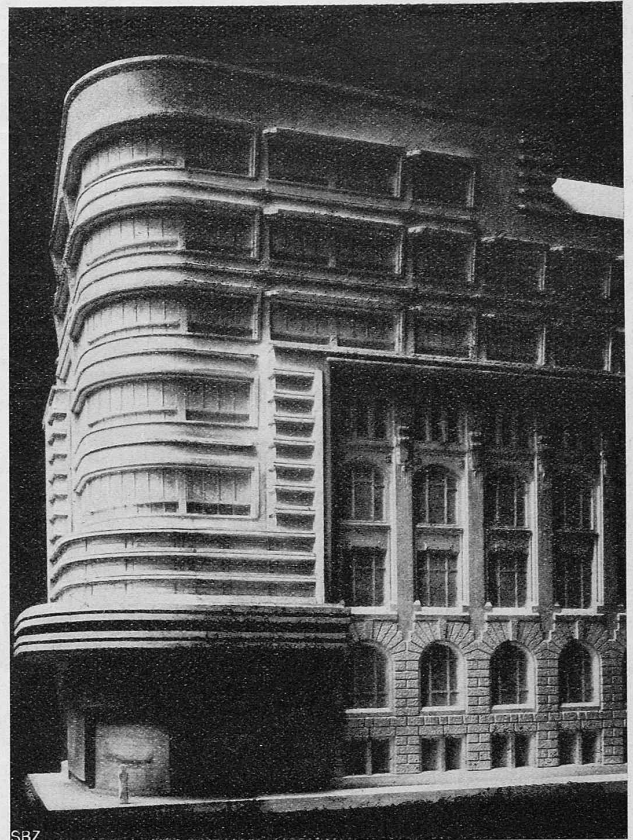
Der Krieg mit seinen Folgeerscheinungen hat auch die grossen Gesichtspunkte der Bauordnungen verändert. Die nach der Revolution einsetzenden sozialen Rücksichten haben der Mietkaserne, den Seitenflügeln und den Hintergebäuden und damit den Zusammenballungen von Menschen auf kleinem Raum den Garau gemacht. Das Leitmotiv bei dem Neubau von Wohnungen, deren Bedarf, wie auch in den übrigen Ländern, nach dem Kriege ein ungeheurer war, hiess „Einfamilienhaus“ und „Hinaus aus der Grossstadt“. In den Städten selbst sind nur wenige Neubauten entstanden. Leider hat der unerhörte Baustoffmangel und die von Jahr zu Jahr zunehmende Lohnerhöhung nur einen geringen Teil des benötigten Wohnraumes erstellen lassen.

In einem merkwürdigen Gegensatz zu diesen neuen sozialen Gebilden des ländlichen oder vorstädtischen Kleinhauses steht eine andere Erscheinung in den Städten und besonders in den Grosstädten, das *Turm- oder Hochhaus*, in packender Bestätigung des Wortes, dass die Gegensätze sich berühren. Während vor dem Kriege nur Bauten zugelassen waren, die nicht mehr als fünf bewohnbare Geschosse enthielten und mit ihrer Fronthöhe die Strassenbreite nicht überschritten, hat die neue Zeit auch diese Fessel gesprengt und die Möglichkeit gegeben, wenn auch nicht Wohngebäude, so doch Geschäfts- und Bureauhäuser nach Art der amerikanischen Wolkenkratzer von 10 bis 20 und mehr Geschossen erstehen zu lassen. Aber auch hier haben weitsichtige städtebauliche und sanitäre Gesichtspunkte dazu geführt, den Auswüchsen und den Ungeheuerlichkeiten, wie sie z. B. in New York vorkommen, einen Riegel vorzuschieben. Voran stehen die *städtebaulichen* Rücksichten: Hoch- und Turmhäuser sind nur an wenigen, ganz besonderen Punkten einer Stadt zulässig und zwar in einer Architektur, die dem gesamten Stadtbild, insbesondere der Nachbarschaft, ein harmonisches Gepräge gibt und nach jeder Richtung eine Verunstaltung ausschliesst. Sodann setzen die *sanitären* Anforderungen ein, die eine Beeinträchtigung der umliegenden Wohnungen durch Entziehung von Licht und Luft ausschliessen. Ein neues, ungemein fruchtbares und lockendes Feld der Betätigung winkte den Baukünstlern. Fast jede Grosstadt Deutschlands brachte ein oder mehrere Turmhäuser auf den Plan und zwar meistens Verwaltungs- oder Bureaugebäude. Leider sind von den vielen Projekten bei der fast stürmischen Entwertung des Geldes und den andauernd steigenden Löhnen und Materialpreisen fast alle wieder zum Sterben verurteilt worden.

Erst eine Form der Hochgebäude hat sich praktisch durchgesetzt, die sogenannten *Aufstockungen*. Aber auch sie beschränken sich auf eine geringe Zahl von Bureau- und Geschäftshäusern, zumal auf solche, die dem eigenen Bedarf des Besitzers dienen. Dabei ist natürlich Voraussetzung, dass das vorhandene Gebäude statisch imstande ist, weitere Geschosse zu tragen, und dann, dass es auf die Baukosten nicht ankommt. Die erste Voraussetzung ist fast immer erfüllt, weil die meisten Gebäude nach den früheren Bestimmungen mit einem Uebermass an Sicherheit erbaut worden sind, sodass der Ausnutzung der dadurch gegebenen Reserven an Festigkeit nichts mehr im Wege liegt. Die finanziellen Mittel sind dort vorhanden, wo so hohe Bureauvmieten gezahlt oder erspart werden, dass sie das Aufstockungskapital verzinsen und amortisieren, ferner da, wo die Ausdehnung eines Geschäftsbetriebes zur Erweiterung der Geschäftsräume gewaltsam zwingt und wo diese

Erweiterung nicht in der Horizontalen, durch Ankauf von Nachbarhäusern, gefunden werden kann.

Bautechnisch bietet die Aufgabe keine besondern Schwierigkeiten. Anders die *künstlerische* Lösung. Ein



Aufstockung eines bestehenden Geschäftshauses (rechts) in Berlin.
Architekt Dr.-Ing. Mendelsohn, Berlin.

Haus, das von *einem* Meister erbaut, ist auch äusserlich ein abgeschlossener Organismus mit wohlabgewogenen Verhältnissen der Höhen- und Breitenmasse, der Pfeiler, Fenster und Profile. Die Schwierigkeit der Aufgabe liegt nun darin, auf die Masse eines gegebenen Gebäudes mit seinen latenten Harmonien eine neue Masse aufzutürmen, ohne diese Harmonien zu stören. Jeder Fall der Aufstockung wird anders geartet sein, je nach der Natur des Baukünstlers, dem Wunsche des Bauherrn, der Güte der vorhandenen Architektur und ihrer Weiterbildungsfähigkeit. Dazu kommt, dass die Aufstockung eines Gebäudes auch aus dem Verhältnis zu dem *künftigen* Stadtbilde, wie es die kommende Entwicklung mit sich bringen wird, beurteilt werden muss. Eine Aufstockung im Charakter der bestehenden Architektur wäre wohl meist ein Unding.

Ein mustergültiges Beispiel einer architektonisch durchaus wohl gelungenen Lösung bietet das Geschäftshaus von Rudolf Mosse in Berlin, Ecke Jerusalemer- und Schützenstrasse, das in allernächster Zeit um drei Geschosse aufgestockt wird (s. Abb.). Die schwierige Aufgabe, ein fünfgeschossiges Gebäude mit einer auf diese Höhe zugeschnittenen Architektur um drei Stockwerke zu erhöhen, wird hier dadurch lösbar, dass der Architekt unter Verzicht auf Anpassung die neuen Baumassen mit der bestehenden Architektur durch grosse Linien zusammenfasst, was durch horizontale Gliederung leichter zu erreichen ist, als durch Fortsetzung der bestehenden Vertikalen. Bemerkenswert ist dabei eine schutzdachartige Ausladung über dem Eingang im Erdgeschoss, die etwa 3,20 m in den Bürgersteig hineinspringt und zweifellos als Wetterschutz und Lichtträger dem Reklamedanken entsprang, die aber so geschickt in die Architektur hineingearbeitet ist, dass sie zum integrierenden Bestandteil der Konstruktions- und