Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 103/104 (1934)

Heft: 3

Artikel: Das Pump-Speicherwerk zwischen Schwarz- und Weiss-See in den Vogesen zur Spitzendeckung des Rheinkraftwerks Kembs

Autor: Blattner, H. / Strickler, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-83144

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: 03.11.2025

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

INHALT: Das Pump-Speicherwerk zwischen Schwarz- und Weiss-See in den Vogesen zur Spitzendeckung des Rheinkraftwerks Kembs. — Umbau der Kirche von Obfelden (Kt. Zürich). — Eine neue Anwendung des Flügelmessverfahrens bei den Abnahmeversuchen im Limmatkraftwerk Wettingen. — Bemerkungen über die Messfelder bei Flügelmessungen in schräger Strömung. — Mitteilungen: Feste Kohlensäure als handliches Kältemittel. Eisenbetonbrücken von Ing. A. Sarrasin, Lausanne und Brüssel. Glättung der Lichtschwankungen von Wechselstrom-Glühlampen. Betriebserfahrungen mit statischen Kondensatoren. Raupen-Drehkran für wenig tragfähigen Boden. Eine Halle in Stahlkonstruktion. Eidgen. Technische Hochschule. — Wettbewerbe: Neubau der Schweiz. Lebensversicherungs- und Rentenanstalt in Zürich. — Literatur. — Baustatik des Eisenbeton- und Stahlbaues. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Band 103 Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 3

Das Pump-Speicherwerk zwischen Schwarz- und Weiss-See in den Vogesen zur Spitzendeckung des Rheinkraftwerks Kembs.

Von Obering. H. BLATTNER und Ing. H. STRICKLER in Firma Locher & Cie., Zürich.

Allgemeines. Das tägliche Leistungsdiagramm einer auf ein Energieverteilungsnetz arbeitenden, elektrischen Zentrale weist, je nach Tagesstunde und je nachdem das Versorgungsgebiet stark oder weniger stark industrialisiert ist, grössere oder kleinere Belastungsspitzen auf, die saisonmässig im Winter noch besonders ausgeprägt sind. Dieses zeitliche Missverhältnis zwischen den täglichen Ansprüchen der Stromverbraucher und den Stromerzeugungsmöglichkeiten kann entweder durch entsprechende Tarifmassnahmen gemildert oder aber durch die Schaffung von Energie-Akkumulieranlagen beziehungsweise von speziellen thermischen oder hydraulischen „Spitzenwerken" ausgeglichen werden.

Eine solche Tagesakkumulierung (die Saisonakkumulierung findet in diesen Betrachtungen keine Berücksichtigung) ist auf verschiedene Weise möglich. So kann man einzelne hydraulische Kraftwerke einer Gruppe von Werken, die auf ein gemeinsames Verteilungsnetz arbeiten, mit Akkumulierbecken versehen, in denen das Wasser in Zeiten geringeren Stromverbrauches zurückgehalten und denen es wieder entnommen wird, wenn Belastungsspitzen zu decken sind. Solche Werke mit Akkumulierbecken können theoretisch aber auch als reine Spitzenwerke ausgebaut sein, die nur bei drohender Ueberlastung des Hauptwerkes in Betrieb kommen, für die Zeiten der Normalbelastung des Netzes aber stillgelegt werden.

Eine verfeinerte Form der Energieakkumulierung versucht den Ausgleich der täglichen positiven und negativen Belastungsspitzen des Betriebsdiagrammes dadurch herbeizuführen, dass sie mit dem Abfallstrom Akkumulierwerke speist, die in Zeiten von Spitzenbelastung die so akkumulierte Energie wieder auf das überlastete Netz abgeben können. Nach diesem Prinzip arbeiten heute drei verschiedene Speichersysteme. Es sind dies die elektrochemische Speicherung, die thermische oder Dampf-Speicheranlage und die hydraulische oder Pump-Speicheranlage.

Die elektrochemische Speicherung von Strom in *Akkumulatorenbatterien* hat den Nachteil, dass die Erstinstallation relativ grosse Kapitalaufwendungen erfordert und nur für eine beschränkte Leistung noch einigermassen wirtschaftlich ist. Auch ist der Unterhalt einer solchen Anlage recht teuer; pro aufgespeicherte kWh ergeben sich hier dreimal höhere Kosten als z. B. bei der thermischen Speicherung in Ruthskesseln.

Bei den thermischen Speicheranlagen höherer Kapazität handelt es sich in der Regel um mit Kohle geheizte *Dampfspeicheranlagen,* die den erzeugten Dampf aufspeichern und in Zeiten der Netzüberlastung an die in der Hauptzentrale aufgestellten Reserve-Turbogeneratoren abgeben können. So ist z. B. im Jahr 1928/29 das Dampfkraftwerk Charlottenburg der Berliner städtischen Elektrizitätswerke A.-G. durch eine Ruths-Speicheranlage erweitert worden, die 16 stehende Kessel mit zusammen 5000 m³ Inhalt aufweist und die während drei Stunden 67 000 kWh abgeben kann.[1]) — Solche Ruths-Speicher könnten theoretisch auch mit Abfallstrom geheizt werden, doch wachsen dadurch die Betriebskosten ausserordentlich, da durch diesen mehrmaligen Energieumwandlungsprozess der endgültige Wirkungsgrad stark sinkt. Nach diesem Prinzip arbeitende Anlagen sind verschiedene bekannt, und es hat z. B. in der Schweiz, veranlasst durch die hohen Kohlenpreise und namentlich unter dem Druck der Kohlenkrisis der Kriegs- und Nachkriegsjahre, die Zellulosefabrik Attisholz A.-G. im Jahre 1923 einen solchen Elektrokessel von 4000 kW aufgestellt, der sich sehr gut bewährt hat. Das finnische Wasserkraftwerk Jmatra, 1928 gebaut für 96000 kWA, liefert zwecks Ausnützung seiner Abfallenergie an eine Zellulosefabrik jährlich 186 Mill. kWh zum Betrieb von sechs Elektrodampfkesseln von 34 000 kW, da die Fabrik pro Jahr tausende von Tonnen Wasserdampf verbraucht. Der Wirkungsgrad ist aber in beiden Beispielen nur dadurch noch wirtschaftlich, dass der mit dem Elektrokessel erzeugte Dampf direkt verwendet und nicht mehr in elektrische Energie zurückgeführt wird.

Die hydraulische oder Pump-Speicheranlage, die dadurch charakterisiert ist, dass die Pumpen durch die verfügbare Abfallenergie der Hauptwerke getrieben werden und Wasser aus einem unteren Becken nach einem höher gelegenen fördern, das dann in Spitzenzeiten über die Turbinen wieder ins untere Becken fliesst und dadurch die nötige Spitzenenergie erzeugt, ist heute die gebräuchlichste und meistens auch rationellste Akkumuliermethode.[2]) Sie allein gestattet, bei entsprechend günstigen, lokalen Verhältnissen grosse Energiemengen aufzuspeichern, ohne allzugrosser und damit unwirtschaftlicher Kapitalinvestierung zu rufen und ist der thermischen Akkumulation auch hinsichtlich Einfachheit des Betriebes und der Möglichkeit, die Amortisationsquoten einer solchen Anlage relativ niedrig zu halten, bedeutend überlegen. Auch kann ein Pumpspeicherwerk im Falle einer plötzlich und unvorhergesehen auftretenden Störung im Energieversorgungsgebiet den Betrieb sofort und mit Vollkraft aufnehmen, während eine thermische Anlage dies nur kann, wenn sie über eine grosse und damit teure Dampfspeicheranlage verfügt.

Der Wirtschaftlichkeitsgrad eines Pumpspeicherwerkes hängt eng zusammen mit den lokalen Speicherungsmöglichkeiten. Er ist am grössten, wenn eine solche Anlage über zwei genügend grosse, natürliche Speicherräume verfügt, die möglichst nahe beieinander liegen und unter sich ein Nutzgefälle von mindestens etwa 100 m aufweisen. Sobald die natürlichen Speicherbecken durch künstliche ersetzt werden müssen, sinkt dementsprechend auch der Wirtschaftlichkeitsgrad. Der Nutzeffekt einer solchen Anlage mit grossen Einheiten erreicht heute rund 65 %. Es ist also total mit einem Energieverlust von etwa 35 % zu rechnen, der sich zusammensetzt aus den Transformer-Verlusten für den Pumpbetriebstrom vom Hauptwerk zum Pumpspeicherwerk, den dortigen Energieverlusten in Motor und Pumpe, den hydraulischen Druckverlusten in den Leitungen und Stollen zum Speicherbecken und zurück zu den Turbinen, den Verlusten in Turbine und Generator bis zum Transformer, aber exklusive der eigentlichen Leitungsverluste, die für jedes Netz verschieden sein werden. Der resultierende, effektive Nutzeffekt von etwa 65 % ist wie gesagt höher als der irgend einer andern der oben erwähnten Speicherungsarten.

[1]) Ruths-Dampfspeicher allgemein beschrieben in S. B. Z. Bd. 79, S. 203* (1922); Anlage Charlottenburg in Bd. 93, S. 290* (1929). Red.

[2]) Vgl. Pump-Speicherwerke in S. B. Z.: Schaffhausen in Bd. 55, S. 125* ff (1910), Viverone Bd. 76, S. 129* (1920). Red.

Das Speicherwerk am Schwarz- und Weiss-See in den Vogesen, das in der Folge geschildert werden soll, weist die für ein solches Pump-Speicherwerk ideal günstige Charakteristik auf. Erstellt wurde es von der „Société Hydroélectrique des Vosges", einer Gründung der Erbauer von Kembs, der „Energie Electrique du Rhin" und der „Forces Motrices du Haut-Rhin". Das Pumpspeicherwerk in den Vogesen ist zurzeit das grösste bestehende Werk dieser Art in Frankreich; es bildet eine äusserst wertvolle Ergänzung des Hauptwerkes, der Niederdruckanlage von Kembs[3]), da es gestattet, rund ein Viertel der in Kembs erzeugten Energie, die in Form von Abfall-Nachtstrom sonst verloren wäre, in Spitzenenergie umzuwandeln. Ausserdem stellt es mit seinen 4 × 40 000 installierten PS (für das maximale Gefälle) eine bedeutende und sofort einsetzbare Energiereserve im Fall von Störungen im Verteilnetz dar.

Das Werk verfügt über zwei ausserordentlich günstig gelegene, natürliche Speicherbecken, indem das obere Becken, gebildet durch den Weissee mit einem Nutzinhalt von 4 669 000 m³, vom untern Becken, dem Schwarzsee mit einem Nutzinhalt von 2 067 000 m³, in horizontaler Richtung gemessen nur etwa 1 km entfernt liegt und als maximales Bruttogefälle zwischen den Seen 128 m ausnützen kann (Abb. 1 und 2). Die in beiden Richtungen täglich nutzbare Wassermenge beträgt 2 067 000 m³. Die beiden ursprünglichen Gletscherseen liegen auf dem östlichen Vogesenausläufer über dem Tal von Orbey bei Colmar. Schon in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts sind von den Fabrikbesitzern des Tales von Orbey für Bewässerungszwecke an beiden Seen kleinere Staudämme mit entsprechenden Regulierorganen erstellt worden, die den Abfluss der gleichnamigen Bäche regelten und damit die ökonomische Verteilung des Wassers über das ganze Jahr hindurch sicherten, während vor der Erbauung der genannten Dämme das Seeniveau um höchstens 1 m schwankte und die vom Schmelzen des Winterschnees herrührenden Wassermengen jeweils schon in drei Monaten abgelaufen waren.[4])

Das heutige Pump-Speicherwerk konzentriert nun die Wasserreserven, die früher für Bewässerungszwecke in beiden Seen aufgespeichert worden sind, allein im obern, dem Weissee. Im Betrieb wird also der Wasserspiegel des Weissee beeinflusst einerseits durch die saisonmässigen Schwankungen der Wasserabgabe an den Schwarz- und den Weissbach zu Bewässerungszwecken; anderseits folgt der Weisseespiegel den täglichen Schwankungen, die abwechselnd durch den Pumpbetrieb vom Schwarzsee nach dem Weissee, bezw. durch den Turbinenbetrieb mit rücklaufender Bewegung der für Kraftzwecke überhaupt nutzbaren Wassermenge nach dem Schwarzsee entstehen (Abb. 3). Die grösste Spiegelschwankung, die der Weissee im Laufe eines Jahres infolge der Verwendung seines Wassers für Bewässerungs- und Kraftzwecke ausnahmsweise erleiden kann, beträgt 18,60 m, wird aber in normalen Jahren wesentlich darunter bleiben. Die Spiegelschwankungen des Schwarzsee dagegen werden nur von den täglich die Maschinen der Kraftzentrale durchlaufenden Wassermengen beeinflusst und sind daher allein vom Betrieb der Zentrale abhängig. Der Grösse nach sind diese Schwankungen limitiert durch den Nutzinhalt des Schwarzsee mit einer nutzbaren Wasserhöhe von 18,50 m. Aus diesen Verhältnissen ergeben sich saisonmässige, sowie tägliche Schwankungen der Wasserspiegeldifferenz zwischen Weiss- und Schwarzsee (Abb. 3).

Die extremen Spiegeldifferenzen zwischen beiden Seen können folgende Werte annehmen: 128 m, wenn die saisonmässigen Wasserreserven zur Speisung des Schwarz- und Weissbaches vollständig aufgefüllt sind und die für die Krafterzeugung vorgesehene maximale Wassermenge von 2 067 000 m³ vom Schwarzsee nach dem Weisssee gepumpt worden ist, und 90,90 m, wenn die saisonmässigen Reserven zur Beschickung des Weiss- und des Schwarzbaches vollständig erschöpft sind (was aber nur am Ende einer ausgeprägten Trockenperiode der Fall sein wird) und nachdem die eben genannte maximale Betriebswasser-

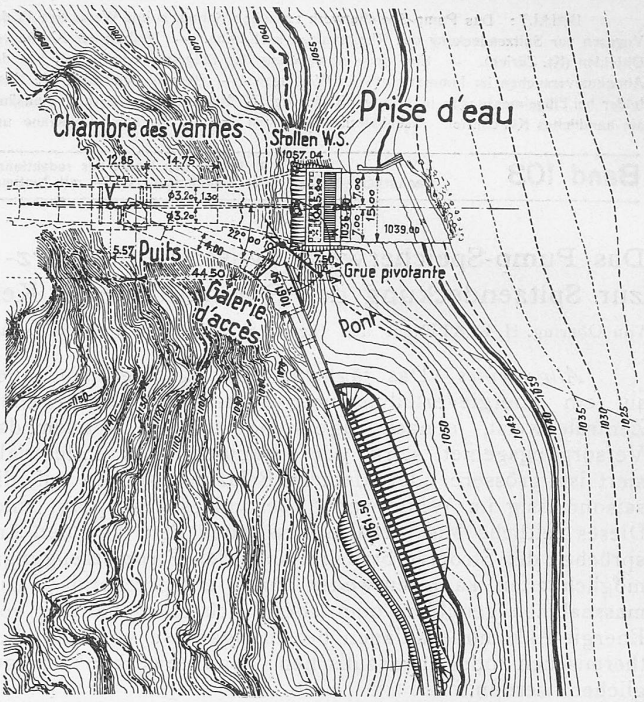
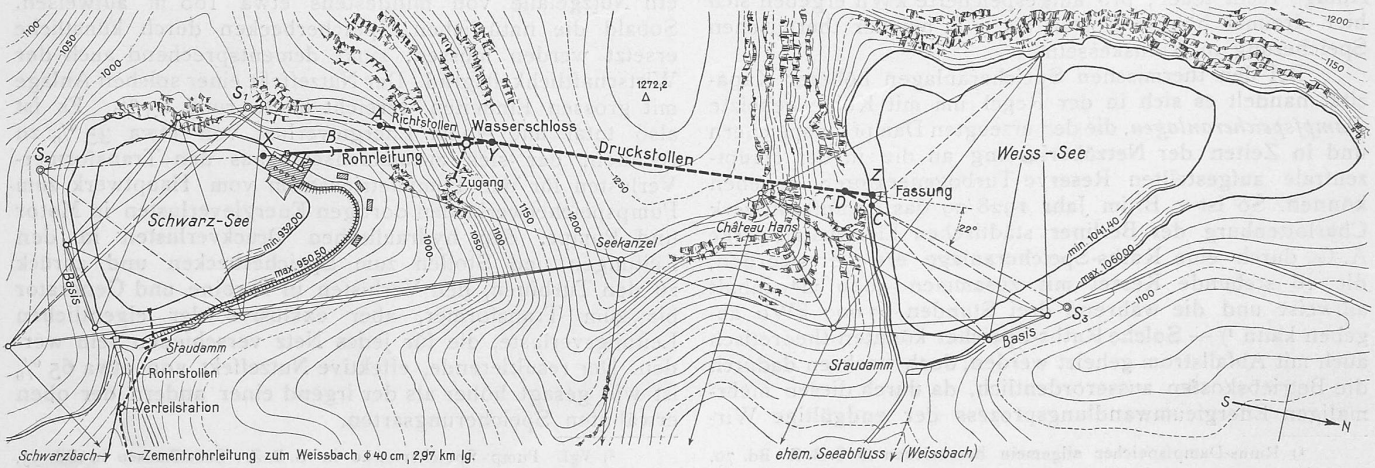


Abb. 4. Umgebung der Fassungsstelle am Weiss-See. — Masstab 1 : 1500.

[3]) Vgl. „S. B. Z." Band 100, Seite 341* (24. Dez. 1932). Red.

[4]) Vgl. auch „Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse", 1859, Nr. 149, und „Unsere Vogesen-Seen" von Dr. H. Hergesell und Dr. C. Rudolph, Strassburg 1888.



Abb, 1. Lageplan des Pump-Speicherwerks zwischen Schwarz- und Weiss-See in den Vogesen. — 1 : 12 500 (betreffend Triangulation siehe Seite 34).

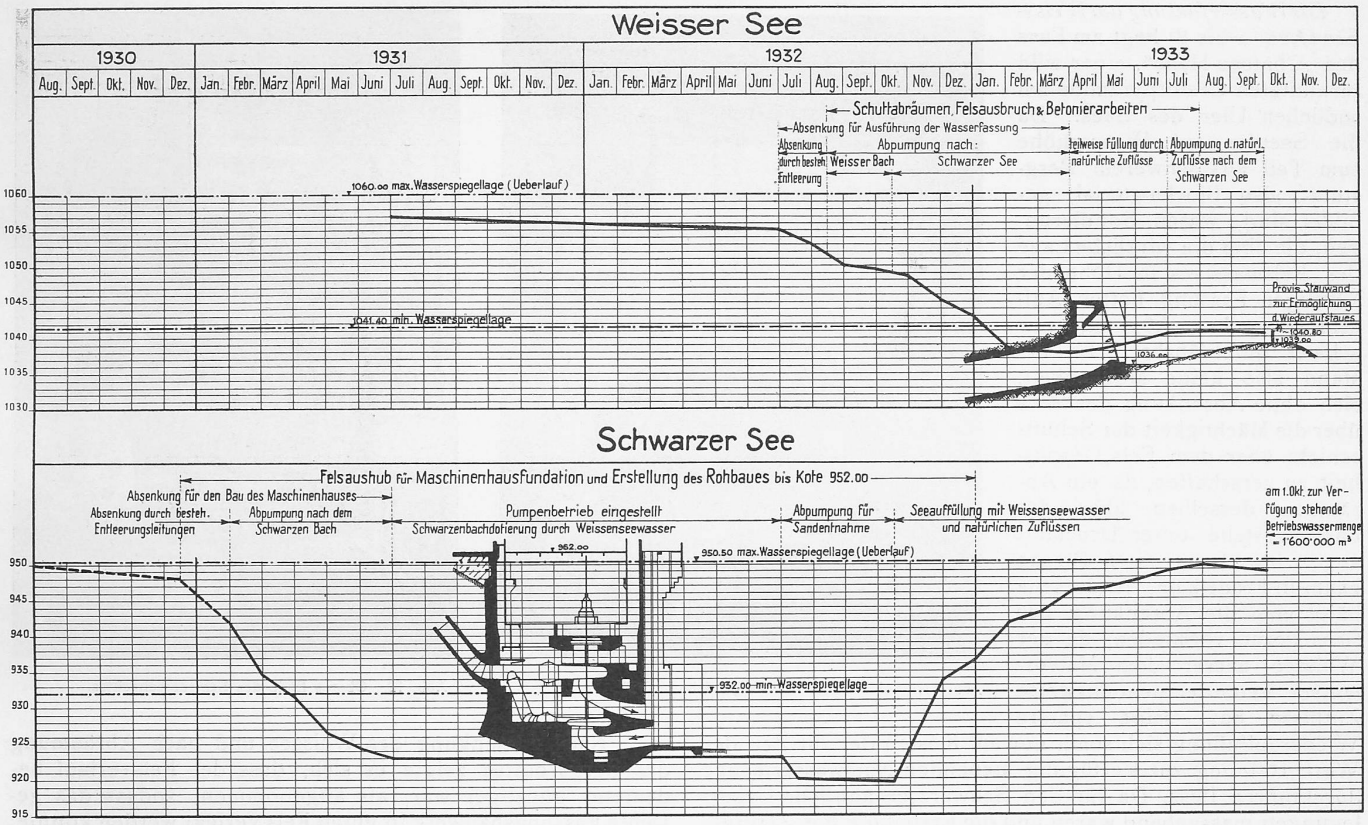


Abb. 9. Diagramme der Absenkung und Wiederauffüllung der beiden Seen für die Bauausführung.

menge wieder durch das Werk nach dem Schwarzsee geflossen ist. Obengenannte Betriebswassermenge wird einen 6- bis 7-stündigen Betrieb sämtlicher voll geöffneter Turbinen ermöglichen. Zur Rückförderung dieser 2067000 m³ nach dem Weissee benötigen sämtliche vollbelasteten Pumpen zusammen 12 bis 13 Stunden.

Wie aus dem Lageplan und dem generellen Längenprofil ersichtlich, besteht die Anlage in der Hauptsache aus folgenden Objekten: Der Wasserfassung am Weissee zu Füssen der gewaltigen Felswand des „Château Hans", der Schieberkammer im Innern des „Château Hans", die durch eine Zugangsgalerie mit der neuen Seestrasse am südlichen Ufer des Weissee verbunden ist; dem 698,3 m langen, in gesundem Granit gelegenen und mit Beton verkleideten oberen Druckstollen von 5,50 m Durchmesser; dem 40 m hohen Düsenwasserschloss von 13 m Durchmesser mit oberer Kammer und Zugangstollen vom Schwarzsee aus; dem schrägen, mit Blech verkleideten Druckschacht von 64 m Höhe und 4,60 m Durchmesser; dem ebenfalls mit Blech verkleideten unteren Druckstollen von 170 m Länge und 4,60 m Durchmesser mit anschliessender, 110 m langer, horizontaler Druckrohrleitung und der Verteilleitung mit vorgeschalteten Schieberkammern nach der Zentrale und schliesslich der Zentrale am Schwarzsee. Diese Anlagen werden ergänzt durch eine Verbindungsleitung vom Schwarzbach nach dem künftig künstlich zu speisenden Weissbach und einer Regulierstation hinter dem bestehenden und den neuen Verhältnissen angepassten Seeabschlussdamm am Schwarzsee, die durch einen neuen, tiefer gelegenen Rohr-Stollen mit dem Schwarzsee in Verbindung steht. Eine neue Zufahrtstrasse vom alten Damm nach dem nördlichen Ende des Schwarzsee verbindet die Zentrale mit der bestehenden Strassenanlage vom Tale her zum Schwarzsee.

In der Folge sollen die einzelnen Objekte und deren Bauausführung näher beschrieben werden.

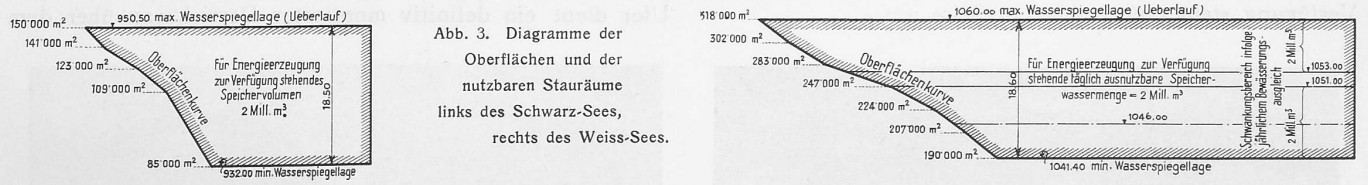


Abb. 3. Diagramme der Oberflächen und der nutzbaren Stauräume links des Schwarz-Sees, rechts des Weiss-Sees.

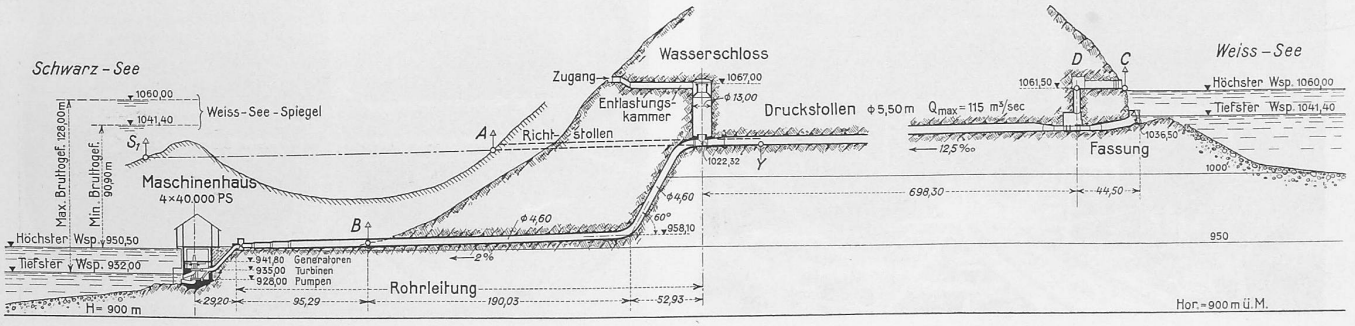


Abb. 2. Querschnitt durch das Maschinenhaus, Längsschnitt durch Druckleitung und Stollen mit Wasserschloss und Fassung. — 1 : 5000 (nicht überhöht).

Die Wasserfassung am Weiss-See (Abb. 4 bis 8) liegt am Fuss des „Château Hans", einer wild zerklüfteten Granitpyramide am südlichen Ufer des Sees. Da die Seeufer auf Wasserhöhe zum Teil aus schwerem Bergsturz-, also Blockmaterial, gebildet sind, waren Sondierungen, die über die wirkliche Lage des Felsmassives in Höhe der künftigen Fassung hätten Aufschluss geben können, nur schwer durchführbar. Es bestand also keine Möglichkeit, sich ohne Absenkung des Sees über die Mächtigkeit der Schuttschicht über dem Fels Gewissheit zu verschaffen, da ein Abräumen derselben über der Fassungsstelle unter Druckluft angesichts der grossen Blöcke kaum in Frage kam. Anderseits hätte man die Absenkung des Sees gerne vermieden, da der Weissee ausser dem Meteorwasser keinerlei nennenswerte Zuflüsse hat, seine spätere Wiederauffüllung sich somit nur auf Kosten der zur Zeit der Werkeröffnung zur Verfügung stehenden Nutzwassermenge durchführen liess. Da für den Schwarzsee ähnliche Ueberlegungen massgebend waren und die Erstellung der Zentrale nur bei abgesenktem See völlige Sicherheit bot, hat man diese Schwierigkeiten dadurch umgangen, dass zuerst der Schwarzsee soweit abgepumpt wurde, als dies die Fundation der Zentrale verlangte. Da Weiss- und Schwarzsee laut Konzession zu Bewässerungs- und Kraftzwecken Wasser ins Tal von Orbey abgeben müssen, verband man den Weissee mit dem Schwarzbach, dem Abfluss des Schwarzsees, durch eine provisorische, offene Hangleitung und führte dem Schwarzbach während der ganzen Zeit, in der seine Speisung durch den Schwarzsee nicht möglich war, Wasser vom Weissee zu. Sobald die Fundationen der Zentrale weit genug vorgeschritten waren, wurde zwecks Ausführung der Wasserfassung auch der Weissee abgepumpt. Dieses Wasser diente dann zur Auffüllung des Schwarzsees, der so für die Eröffnung der Zentrale auf den Winter 1933/34 bis auf die Betriebskote 1048,5 aufgefüllt werden konnte. Die definitiven Pumpen werden dann nach Vollendung der Maschinen-Abnahmeversuche dieses Betriebswasser wieder in den abgesenkten Weissee hinaufpumpen, sodass zur Eröffnung des Werkes eine Betriebswassermenge von 1 600 000 m³ sofort zur Verfügung steht (vergl. Abb. 9, Seite 31).

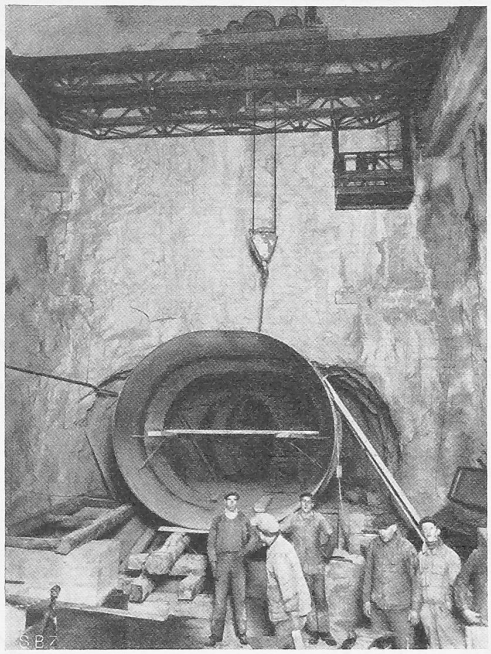


Abb. 11. Schieberkammer (vergl. Schnitt C-D).

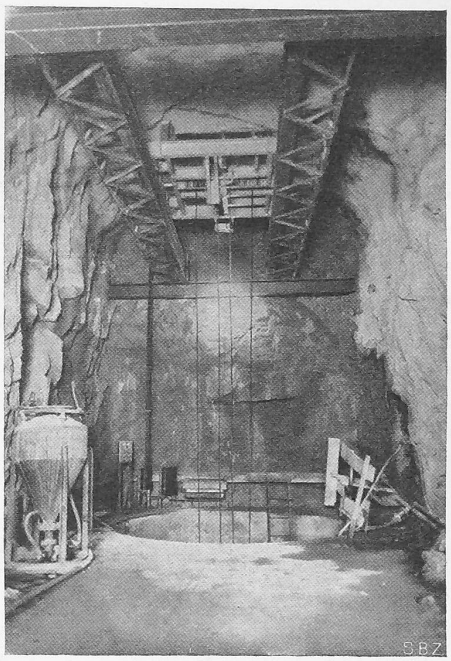


Abb. 12. Oberes Ende des Schieberschachtes.

Nach Absenkung des Weissee und nach Abräumung des Bergschuttes zeigte es sich, dass der Felsverlauf bedeutend günstiger war, als angenommen, sodass das gesamte Fassungsbauwerk in guten Fels verlegt werden konnte, sofern man die Einlauftrompeten etwas kürzer ausbildete. Um die Absenkung des Weissee für den Bau möglichst zu beschränken, wurde die Einlaufkote der Fassung entsprechend hoch angesetzt (Kote 1036,50, siehe Abb. 5) und vor derselben sofort nach Erstellung der Flügelmauern ein provisorischer Abschluss in Form von hölzernen Dammbalken aufgestellt, um den Weissee wieder aufstauen zu können. Diese Massregel war von vollem Erfolg begleitet, indem es während der Monate Mai und Juni des Jahres 1933 gelang, den See wieder bis auf Kote 1040,5 zu füllen.

Das Einlaufbauwerk besitzt, wie Abb. 5 und 6 zeigen, zwei durch einen Mittelpfeiler getrennte Einlauföffnungen je 7,00 m Breite und 7,75 m Höhe, die nur durch einen Grobrechen von 7 cm Stababstand geschützt sind, da herbstlicher Laubfall längs den Seeufern keine Rolle spielt, im Winter aber das Oberflächeneis zurückgehalten werden muss. Zu Reparaturzwecken können bei tiefern Seespiegeln und ausgehobenen Rechentafeln mit Hilfe einer Laufkatze 8,9 m lange, schmale Blechtafeln, die auf den Rechenträger abgestützt sind, als Dammbalkenabschluss eingesetzt werden (Abb. 8). Zur Deponierung dieser Abschlusselemente am Ufer dient ein definitiv montierter Derrickkran über dem

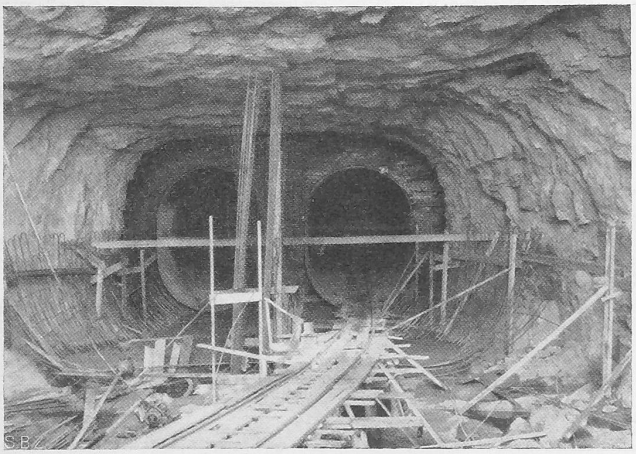


Abb. 7. Blick vom Einlauf in die beiden Einlauftrompeten.

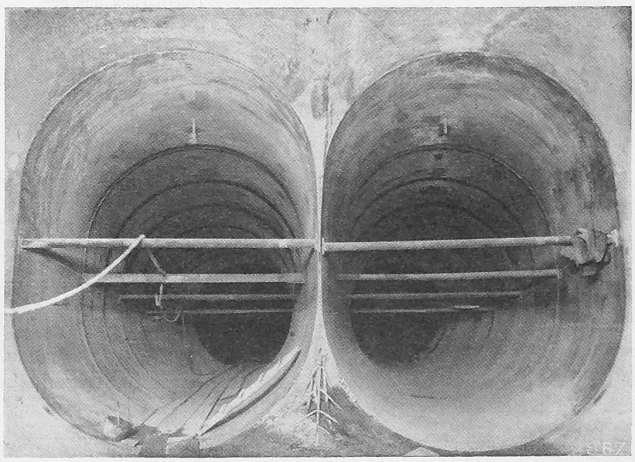


Abb. 10. Blick vom Druckstollen gegen Schnitt A-B in Abb. 6 (oben links).

PUMP-SPEICHERWERK ZWISCHEN SCHWARZ- UND WEISS-SEE.

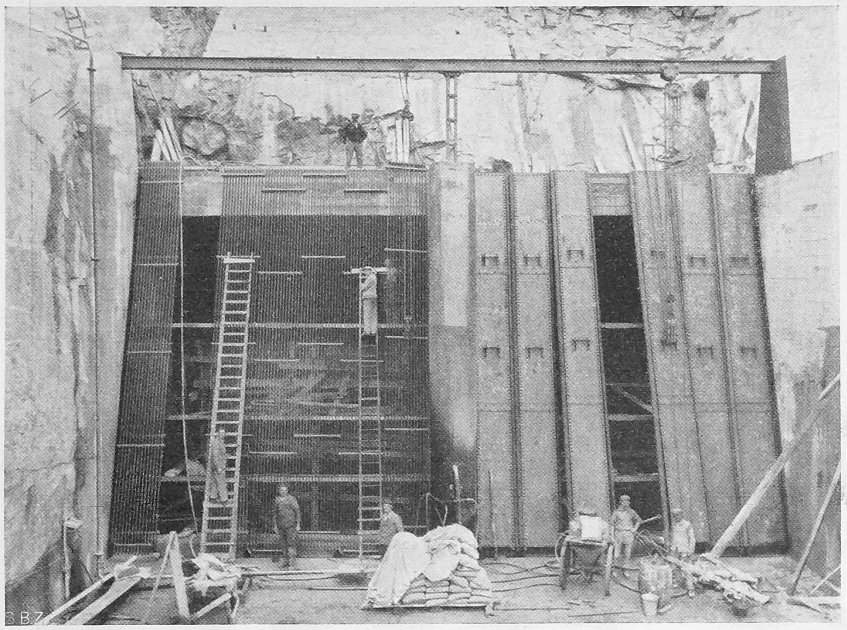


Abb. 8. Der Einlauf am Weissee, links Rechenmontage, rechts „Dammbalken"-Tafeln.

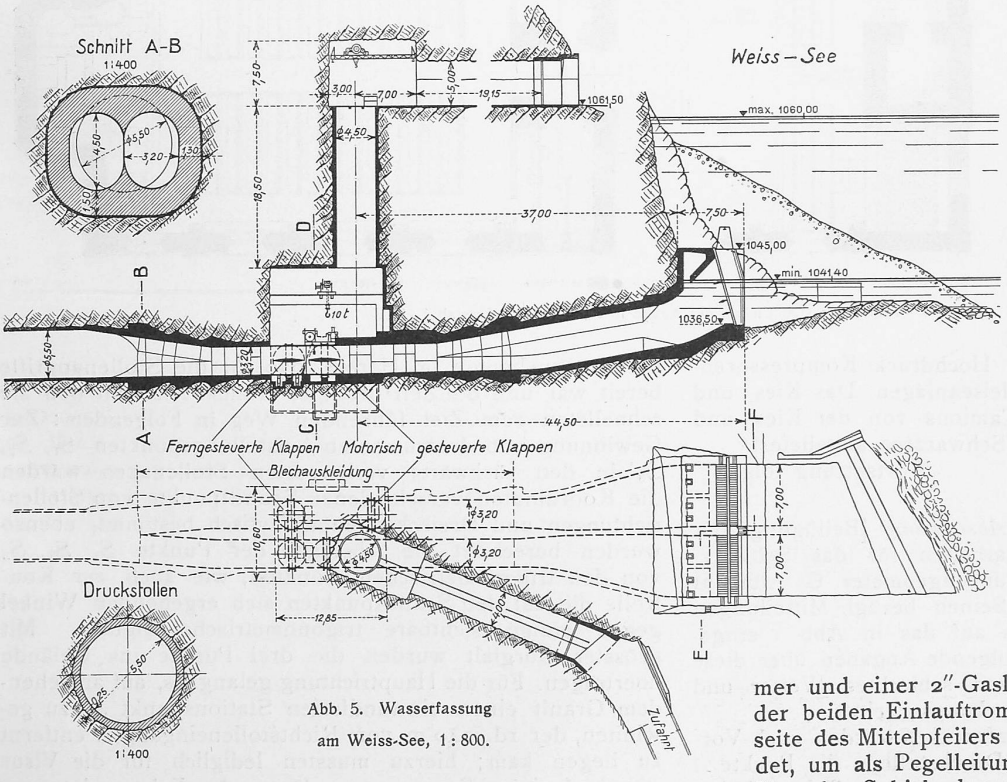


Abb. 5. Wasserfassung am Weiss-See, 1 : 800.

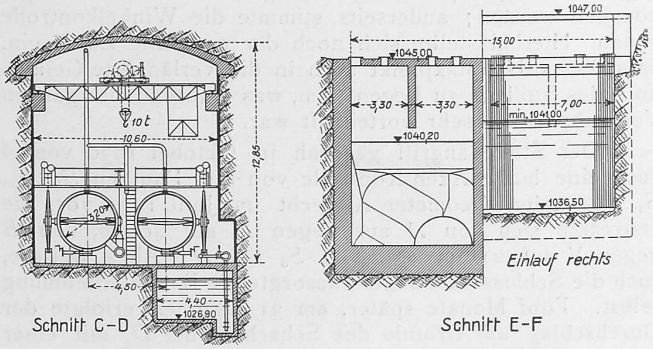


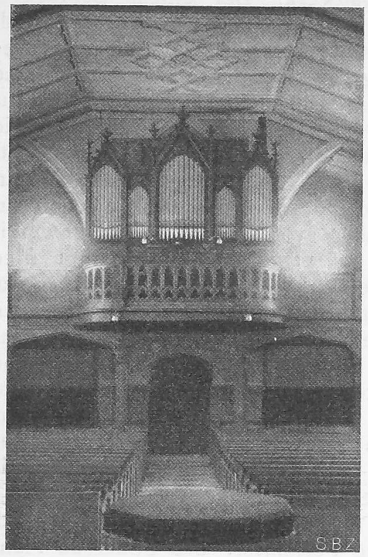
Abb. 6. Querschnitte A-B, C-D, E-F und Druckstollen. — 1 : 400.

Einlaufbauwerk. Bei einem Schluckvermögen von 100 m³/sek entsprechen die Abmessungen des Einlaufbauwerkes einer Einlaufgeschwindigkeit von 0,92 m/sek vor dem Rechen. Die beiden Einlauftrompeten aus Eisenbeton verengern sich in ihrem hintern Teil auf Kreisquerschnitte von je 3,20 m Durchmesser und sind entsprechend den in der Reduktion auftretenden, grössern Wassergeschwindigkeiten auf etwa 15 m Länge mit Blech ausgekleidet (Abb. 5 u. 7). An die Blechauskleidung schliessen sich die Rohrstutzen an, die schon in der Schieberkammer liegen und mit je zwei Drosselklappen pro Rohrleitung zusammengebaut sind, sodass sowohl die see- als die bergseitigen Stränge der Rohrleitungen, ausgehend von der Schieberkammer, für sich abgesperrt werden können.

Die Schieberkammer (Abb. 11), die ganz im Felsmassiv des „Château Hans" gelegen ist, besitzt eine Länge von 12,85 m, eine Breite von 10,60 m und eine Höhe von 12,85 m und ist mit einem Pumpensumpf von weiteren 4 m Tiefe ausgestattet. Soweit der Fels der Kammer gesund war, liess man ihn ohne Verkleidung, die übrigen Partien sind entweder gunitiert, oder, wie das Gewölbe, etwa 30 cm stark mit Beton verkleidet worden. Zur Montage und Demontage der vier Klappen dient ein fahrbarer Kran von 10 t Tragkraft, dessen Kranschienen auf zwei Eisenbeton-Kranbahnträgern verschraubt sind. Bei der Demontage der Schieber können die Rohrleitungen nach dem Pumpensumpf entleert werden und die dort montierte Pumpe befördert das Wasser in eine der seeseitigen Rohrleitungen.

Die Ausrüstung der Schieberkammer wird ergänzt durch die elektrische Kabelzuführung von der Zentrale her, verlegt in der Druckrohrleitung, dem Druckschacht und dem Druckstollen bis zur Kammer und einer 2"-Gasleitung, die in der Trennwand der beiden Einlauftrompeten verlegt auf der Wasserseite des Mittelpfeilers des Einlaufbauwerkes ausmündet, um als Pegelleitung für den Weissee zu dienen. Von der Schieberkammer aus erfolgt die Fernmeldung des Pegels nach der Zentrale durch elektrische Uebertragung.

Der Schieberschacht (Abb. 12) von 4,50 m Durchmesser und 18,50 m Höhe musste, da der Fels dort ziemlich zerklüftet war und Wasser führte, zuerst drainiert bezw. durch Gunitierung mit sikahaltigem Zementmörtel gedichtet und dann mit einer 30 cm starken Betonverkleidung versehen werden. Ueber dem Schacht liegt die obere Kammer, die ebenfalls zur Aufnahme eines 10 t-Laufkranes dient und mit der neuen Zufahrtstrasse am Südufer des Sees durch einen unverkleideten Zugangstollen von 5 m Höhe und 4 m Breite verbunden ist, sodass Lastwagen direkt unter den erwähnten Laufkran fahren können. Von diesem Zugangstollen aus wurde auch der Ausbruch des Schieberschachtes und der



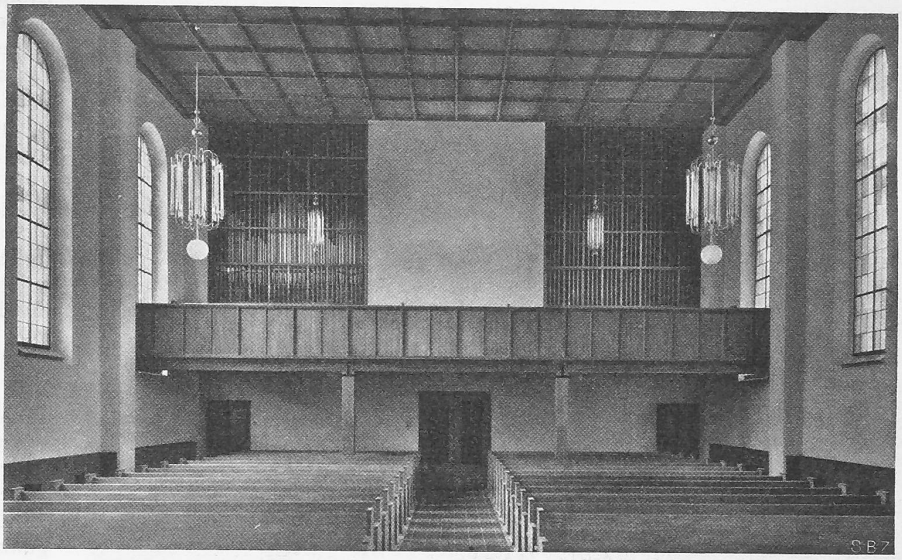


Abb. 2. Orgel-Empore früher, und Abb. 3 heute. (Die helle, mittlere Mauerfläche soll eine Malerei erhalten, wird somit als solche verschwinden.)

Schieberkammer betrieben, wobei für den Schacht zuerst ein vertikaler Vortriebschacht von etwa 2 m Durchmesser ausgesprengt und die projektmässige Ausweitung dann von oben nach unten erfolgte. Das Ausbruchmaterial wurde durch den Haupt-Druckstollen abtransportiert.

Die Absenkung des Weiss-See für den Bau des Fassungsbauwerkes erfolgte mit Hilfe von schwimmend montierten Pumpen. Zu diesen baulichen Installationen kamen weiter eine Transformerstation, verschiedene Baubureau- und Kantinenbaracken, dann eine Hochdruck-Kompressorenanlage und die nötigen Baugeleiseanlagen. Das Kies- und Sandmaterial wurde mittels Camions von der Kies- und Sand-Aufbereitungsanlage am Schwarzsee angeliefert.

(Fortsetzung folgt.)

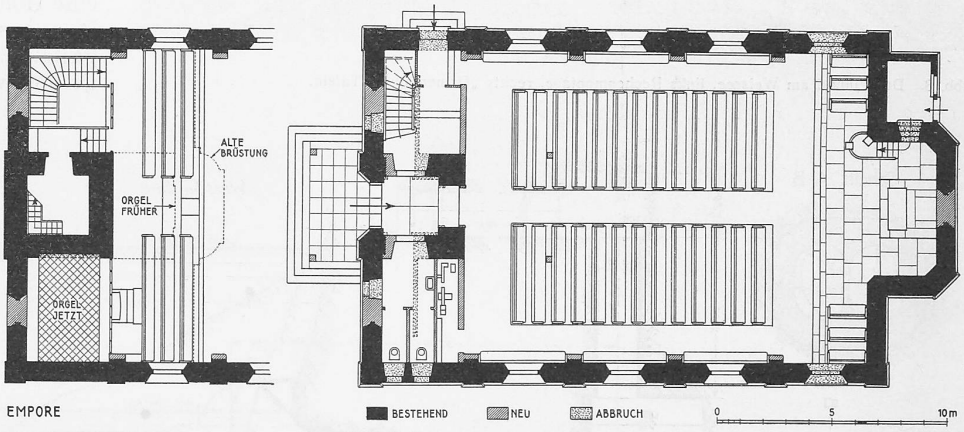


Abb. 1. Grundrisse zum Umbau der Kirche in Obfelden. — Masstab 1 : 300.

*

Bau-Triangulation und Absteckung [Beifügung der Redaktion]. Die Absteckungsarbeiten für das Schwarz-Weiss-See Werk waren Grundbuchgeometer G. Albrecht in Schaffhausen übertragen. Seinen bezügl. Mitteilungen entnehmen wir, unter Hinweis auf das in Abb. 1 eingezeichnete Triangulationsnetz, folgende Angaben über diese aussergewöhnlichen, auch durch schlechtes Wetter und Schnee sehr erschwerten Absteckungsarbeiten.

Für die Erstellung des Kraftwerkes wurden nach Vor-Projekt für die Richtung des Druckstollens die Punkte *A* und *Z* beidseitig in eine hierzu angelegte Triangulation mit 18 Punkten einbezogen. An den Ufern der beiden Seen war je eine Basis von 107,85 m, bezw. 163,48 m mit Stahlband gemessen, und die Kleinnetze gegen Osten ausholend miteinander verbunden worden.

Das endgültige Projekt brachte eine Aenderung der Stollenrichtung von *Y* nach *B*. Die neuen Richtungen wurden im Plan durch die drei Punkte *X, Y* und *Z* in runden Koordinatenwerten gegeben; ferner war am Weiss-See von Punkt *Z* aus im Abstand von 51,50 m die Lage des senkrechten Schachtes mit *D* gegeben, sowie die Richtung von *D* nach *C* unter einem Winkel von 22° gegen die Druckstollenaxe *A-Y-Z*. Die Aufgabe war nun, die neuen Richtungen in die steilen, mit Hochwald bestockten Felshänge zwischen den beiden Seen zu übertragen. Da die Unternehmung im Herbst 1930 für die Stollenangriffe bereit war und die Zeit drängte, erblickt Albrecht den am schnellsten zum Ziel führenden Weg in Folgendem: Zur Gewinnung von Instrumenten-Aufstellungspunkten S_1, S_2, S_3 in den rückwärts verlängerten Stollenaxen wurden die Koordinaten verschiedener Schnittpunkte von Stollenrichtungen und Dreieckseiten analytisch bestimmt, ebenso wurden berechnet die Abstände der Punkte S_1, S_2, S_3 von den trigonometrischen Punkten, wie auch zur Kontrolle die auf den Schnittpunkten sich ergebenden Winkel gegen einige sichtbare trigonometrische Signale. Mit grösster Sorgfalt wurden die drei Punkte ins Gelände übertragen. Für die Hauptrichtung gelang es, auf anstehendem Granit einen einwandfreien Stationspunkt S_1 zu gewinnen, der rd. 240 m vom Richtstolleneingang *A* entfernt zu liegen kam; hierzu mussten lediglich für die Visur gegen *A* einige Sprengungen längs der Felswand vorgenommen werden; anderseits stimmte die Winkelkontrolle genau. Hierbei stellte sich noch der wertvolle Zufall ein, dass dieser Hauptaxpunkt auch in die verlängerte Gefällslinie des Stollens zu liegen kam, was während der ganzen Vortriebperiode sehr vorteilhaft war.

Der Stollenangriff geschah im Oktober 1930 von *A* aus; eine letzte Axen-Kontrolle von den Punkten S_1, S_2, S_3 aus nahm Geometer Albrecht im Juni 1931 vor, sie erstreckte sich von *A* aus gegen *D* auf 400 m, von *B* gegen *Y* auf 210 m und von S_3 bis *D*. Alles weitere, auch die Schlusserhebungen, besorgte die Bauunternehmung selbst. Fünf Monate später, am 31. Oktober, erfolgte der Durchschlag am Grunde des Schachtes bei *D*, mit einer seitlichen Abweichung von 40 cm, einer solchen in der

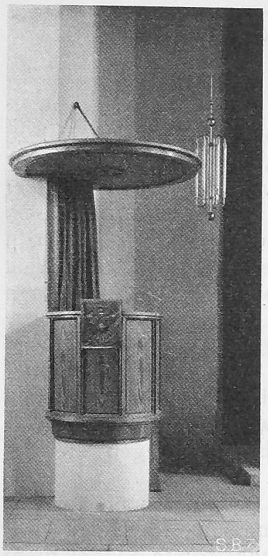


Abb. 6. Die neue Kanzel.

Abb. 5. Chor und Kanzel im heutigen Zustand (die Bilder waren vorhanden).

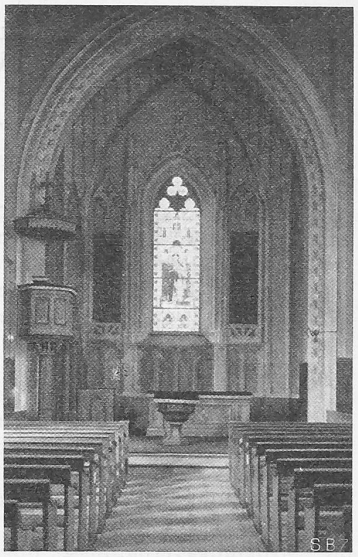


Abb. 4. Der frühere Chor.

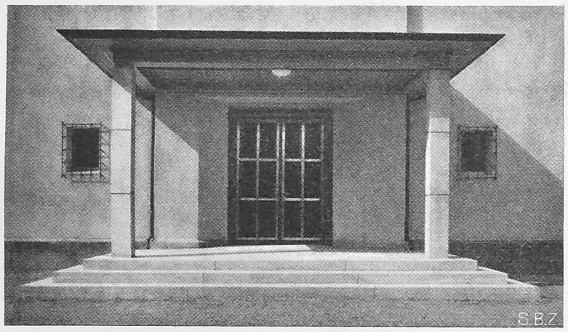


Abb. 8. Heutiger Eingang der Kirche Obfelden.

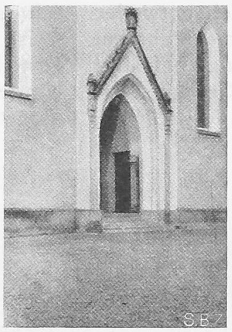


Abb. 7. Früheres Portal.

Länge von 9 cm und in der Höhe von 1 cm. Im Steilstollen von 60° Neigung zwischen *B* und *Y* war die Abweichung in der Richtung 0 cm, in der Länge 3 cm und in der Höhe 5 cm.

Umbau der Kirche von Obfelden (Kt. Zürich).

Von Dipl. Ing. A. H. STEINER, Arch., Zürich.

Die Landkirche von Obfelden ist vor etwa 80 Jahren als unglückliche Imitation eines kleinen gotischen Domes errichtet worden. Wir kennen diese Nachahmungen aus dem Zeitalter der aufkommenden Technik, in der es dem Architekten eine gewisse Freude bereitet haben muss, den Beschauer durch technische Massnahmen zu täuschen. Konstruktiv bedingte Bestandteile der Gotik, wie Strebebogen, Pfeiler und Dienste wurden mit all ihren Schattierungen fein säuberlich auf die Wand gemalt. Man ist also nicht nur bei der Nachahmung stilistischer Einzelheiten geblieben, sondern hat sogar die Imitation durch Imitation zu ersetzen versucht; man hat sich die Arbeit und Mühe einer wirklichen Ausführung von Fialen und Steinmetzarbeiten erspart und glaubte sie durch gestanztes Blech ersetzen zu können. Wir wissen über diesen Zustand zu gut Bescheid: man versuchte eine Welt von Pathos und Schein zu errichten und vernachlässigte darob technische Erfordernisse und Proportionen. Es muss dies hier in Kürze erwähnt werden, da wir es bei der ehemaligen Kirche von Obfelden mit einem Bau zu tun haben, der als typisches Beispiel der erwähnten Potemkin'schen Atmosphäre gelten darf.

Es war also von vornherein gegeben, dass beim Umbau und der Renovation der Kirche auf den ursprünglichen Zustand keine besondere Rücksicht genommen werden musste. Deshalb sind nur die Umfassungsmauern wieder verwendet worden. Der neue Kirchenraum ist möglichst klar und einfach gestaltet, so gut es unter den gegebenen Verhältnissen ging. Die Lichtquellen sind auf die zwei Längsseiten des Schiffes konzentriert, die Beleuchtung hat sich dadurch bedeutend verbessert. Die neuen, erhöhten Fenster sitzen als Maueröffnungen bestimmt und energisch in den obern Hälften der Flächen und nicht lavierend und ungewiss wie ursprünglich, in der Mitte. Der Chor wurde mit dem Kirchenschiff durch eine Holzdecke zu einem Raume zusammengezogen. Dazu hat vor allem die Erwägung Berechtigung gegeben, dass der ehemalige Chor in seinen geringen Dimensionen ohne seine gemalten perspektivischen Täuschungen nicht als abgeschlossenes Raumgebilde betrachtet werden kann. Die Decke wurde aus akustischen Gründen und zu Gunsten der Raumproportion tiefer gehängt. Die früheren Nischen beim Turm sind für Toilette-Anlagen und für das neue Treppenhaus und, auf der einen Seite der Empore, zur Aufnahme der Orgel verwendet worden. Die neue Bestuhlung wurde bequemer angeordnet. Trotz den erhöhten Anforderungen an die gleiche Grundrissfläche hat es sich nach der Ausführung gezeigt, dass der Raum heute weiter und geräumiger erscheint als im ehemaligen Zustand. Die Rückwand, mit dem stark ins Kirchenschiff vorspringenden Turm, wurde gegen den Raum durch Gitter aus Lärchenholz abgeschlossen; auf der Mauerfläche ist ein Fresco zur gelegentlichen Ausführung bestimmt.

Für die Decke, die Bestuhlung, die Kanzel und die Empore wurde ungestrichene Berglärche verwendet. Die Bodenbeläge im Schiff und Chor sind licht-rote Klinker und hellgraue Sandsteinplatten. Das Material des Altars mit seiner eingehauenen Schrift ist schwarzer, geschliffener Kalkstein, als Taufbecken eine flache, silberne Schale frei auf den Altar gestellt. Das Kreuz als Chorabschluss ist mit Silberfäden auf dunkelrotem Seidenvelour aufgenäht. Die Mauerflächen sind in stark gebrochenem Weiss, die eisernen Fensterrahmen licht-rot gestrichen. Die Verglasung ist hellgraugrün gehalten.

Die einzelnen Formen haben sich durch sorgfältige Durcharbeitung aus der Konstruktion heraus entwickelt. Irgendwelche stilistischen Profile sind bewusst vermieden worden. Es hat sich erwiesen, dass die Akustik des Raumes, die früher unbefriedigend war, nach der Ausführung der Umbauarbeiten als sehr gut bezeichnet werden darf. Die Kirche wird durch eine elektrische Fussbankheizung mit Wärme versorgt. Die Gesamtkosten des beschriebenen Innenumbaues (eine Verbesserung der äussern Erscheinung des Turmes ist geplant) erreichten rd. 92 000 Fr.