Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 48 (1956)
Heft: 7-9

Artikel: Staumauer und Seekraftwerk Zervreila
Autor: Kohn, M.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-921499

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: 23.08.2025

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

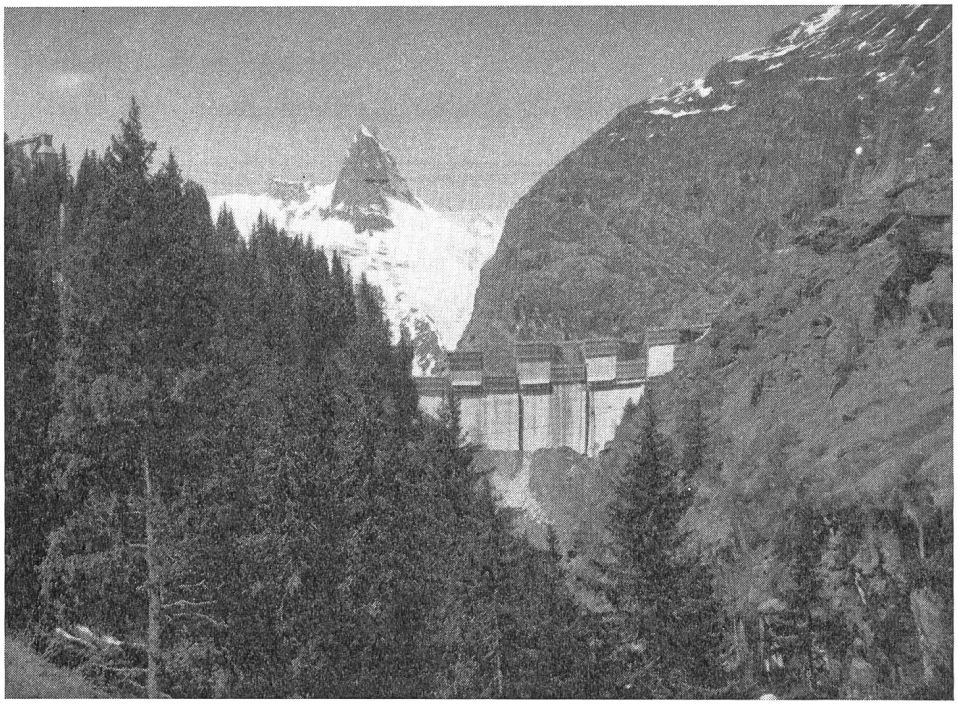


Abb. 1
Blick auf das Zervreilerhorn mit der Staumauer Zervreila im Bau

Staumauer und Seekraftwerk Zervreila

Dipl. Ing. *M. Kohn*, Motor-Columbus AG, Baden

I. Einleitung

Wer in diesen Tagen das bündnerische Valsertal hinaufwandert, wird 7 km oberhalb Vals, auf 1800 m Meereshöhe, den Eingang zum Talbecken von Zervreila durch ein ständig wachsendes Betonmassiv verriegelt finden: die *Staumauer Zervreila.* 100 Mio m³ Wasser werden nach ihrer Fertigstellung hier gestaut, um im Seekraftwerk und den unteren Kraftwerkstufen Wanna-Safien Platz, Safien Platz-Rothenbrunnen und Rabiusa-Realta zur Produktion von Winterenergie ausgenützt zu werden. Es ist an dieser Stelle[1] schon einmal auf die Bedeutung hingewiesen worden, die dieser Mauer im Rahmen der Kraftwerke Zervreila[2] zukommt; sie bildet mit dem dahinter liegenden Speicher das energiewirtschaftliche Rückgrat dieser Werkgruppe. Aber auch vom technischen Standpunkt aus betrachtet, nehmen die Staumauer und die ihr angeschlossenen Objekte dank ihrer baulichen Vielgestaltigkeit und dem Variationsreichtum der auftretenden Probleme eine Sonderstellung im Kraftwerkbau Zervreila ein.

Die Erkenntnisse und Erfahrungen, die aus diesem in voller Entfaltung begriffenen Staumauerbau gezogen werden können, sind noch zu jung und die zeitliche Distanz zu kurz, als daß heute schon zu einer rückblikkenden Würdigung der Ergebnisse geschritten werden könnte. Im Hinblick auf die bevorstehende Besichtigung der Baustelle Zervreila durch den Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband dürfte es deshalb zweckdienlicher sein, hier nachfolgend, gewissermaßen zum Geleit und Willkomm, die im Bau befindlichen Anlagen auf einem kurzen Rundgang zu beschreiben und einige ihrer spezifischen Eigenheiten zur Darstellung zu bringen.

II. Generelle Projektbeschreibung

Den Hauptanziehungspunkt der Baustelle Zervreila[3] bildet die *Staumauer;* sie ist als bogenförmige Gleichwinkelmauer vom Typ Jörgensen ausgebildet und dominiert mit ihrer Kubatur von 650 000 m³ die sie umgebenden Nebenanlagen deutlich. Sie liegt fast vollständig im Bereiche des Zervreiler Gneisses (Orthogneis) mit Ausnahme des linken Kronenwiderlagers, das sich im Paragneis befindet. Am Fuße der Staumauer erhebt sich in einem Abstand von rund 70 m der Baukörper des *Maschinenhauses* Zervreila, welches sowohl für den Turbinen- als auch für den Pumpbetrieb eingerichtet ist. Disposition und Betriebscharakter dieser Zentrale werden in einem nachfolgenden Kapitel näher beschrieben. Das der Mauer vorgelagerte *Ausgleichbecken* ermöglicht vor allem, den Überleitungsstollen vom Valser- ins Safiental als Freispiegelstollen zu benützen. Ferner dient es auch als Pumpbecken für das im Sommer vom Peilertal nach Zervreila überzuleitende Zuschußwasser zur vollständigen Füllung des Speichers. Der talseitige Abschluß des Ausgleichbeckens wird durch einen mit Aushubmaterial geschütteten *Abschlußdamm* gebildet; dessen Oberflächendichtung wird aus einem total 8 cm starken Asphaltbetonbelag bestehen, der in zwei Lagen auf eine bitumengetränkte Filterschicht aufgebracht wird.

Das Stauziel des Speichersees Zervreila liegt auf Kote 1862 m ü. M., das Senkungsziel auf 1735 m ü. M. Die Fassung der *Turbinenzuleitung* erfolgt auf Kote

[1] «Wasser- und Energiewirtschaft» Nr. 3, 1954: *Die Kraftwerkgruppe Zervreila.*

[2] Die Bauherrschaft der Kraftwerke Zervreila setzt sich zusammen aus den Partnern: Kraftwerke Sernf-Niederenbach AG, Schwanden, Motor-Columbus AG, Baden, und Nordostschweizerische Kraftwerke AG, Baden.

[3] Die Bauleitung für die Anlagen der Staumauer-Baustelle wird von der Motor-Columbus AG ausgeübt, welche auch als Projektverfasserin verantwortlich zeichnet.

1758,50, also 23,50 m über dem Senkungsziel des Speicherbeckens. Die in die Staumauer eingebaute *Dotierwasserleitung* soll in erster Linie die Entnahme des unterhalb der Kote 1758,50 gespeicherten Wassers ermöglichen, welches von den Turbinen nur mit ungenügendem Wirkungsgrad verarbeitet werden könnte. Auf die Möglichkeit eines Turbinenradwechsels zur Nutzbarmachung auch solch kleiner Gefälle wurde aus wirtschaftlichen Gründen verzichtet. Die Dotierwasserleitung dient im Falle einer Störung der Turbinenanlage auch der direkten Abgabe von Seewasser an die unteren Kraftwerkstufen.

Zur Objektgruppe Zervreila, mit deren gesamten baulichen Ausführung die Arbeitsgemeinschaft Staumauer Zervreila[4] betraut wurde, gehören ferner die *Hochwasserentlastungsanlage* an der linken Talflanke, auf die im Verlaufe dieser Ausführungen noch näher eingetreten wird, und schließlich der *Grundablaßstollen*. Dieser dient während des Baues der Staumauer zur Umleitung des Valserrheins. Vor dem Einbau der Schützen hat er eine Schluckfähigkeit von 190 m³/s. Es können während der Bauzeit Hochwasser schadlos abgeleitet werden, die größer sind als die je registrierten. Nach dem Einbau der Schützen dient der Grundablaß zur vollständigen Entleerung des Speicherbeckens (150 m³/s im Maximum). Er soll aber auch in Bedarfsfällen eine rasche Seeabsenkung ermöglichen.

[4] Bestehend aus den Firmen: AG Heinrich Hatt-Haller, Zürich; Schafir & Mugglin AG, Zürich; Rätus AG, Chur; Prader & Cie., Chur; Sigrist-Merz & Grüebler AG, St. Gallen; Toneatti & Co., Bilten.

III. Der Bauvorgang der Staumauer

Die Staumauer Zervreila mit einer max. Höhe von 150 m und einer Kronenlänge von rund 500 m wird in 18 m breiten Blöcken betoniert (Abb. 3). Die Schichthöhe beträgt 3 m. Mit der Ausführung einer neuen Betonierschicht wird in der Regel 5 Tage nach Betonierung der vorhergehenden begonnen. Der aus den zwei Kabelkranübeln mit je 6 m³ Inhalt geschüttete Beton wird auf dem Betonierblock mit Hilfe von Caterpillar-Bulldozern ausgebreitet und anschließend mit 2-Mann-Vibratoren verdichtet.

Für die Staumauer werden folgende drei Betontypen verwendet: Kernbeton P 200 mit Maximalkorn 120 mm, wasserseitiger Vorsatzbeton P 280 mit Maximalkorn 60 mm und schließlich luftseitiger Vorsatzbeton und Fundamentbeton P 250 mit Maximalkorn 120 mm. Der

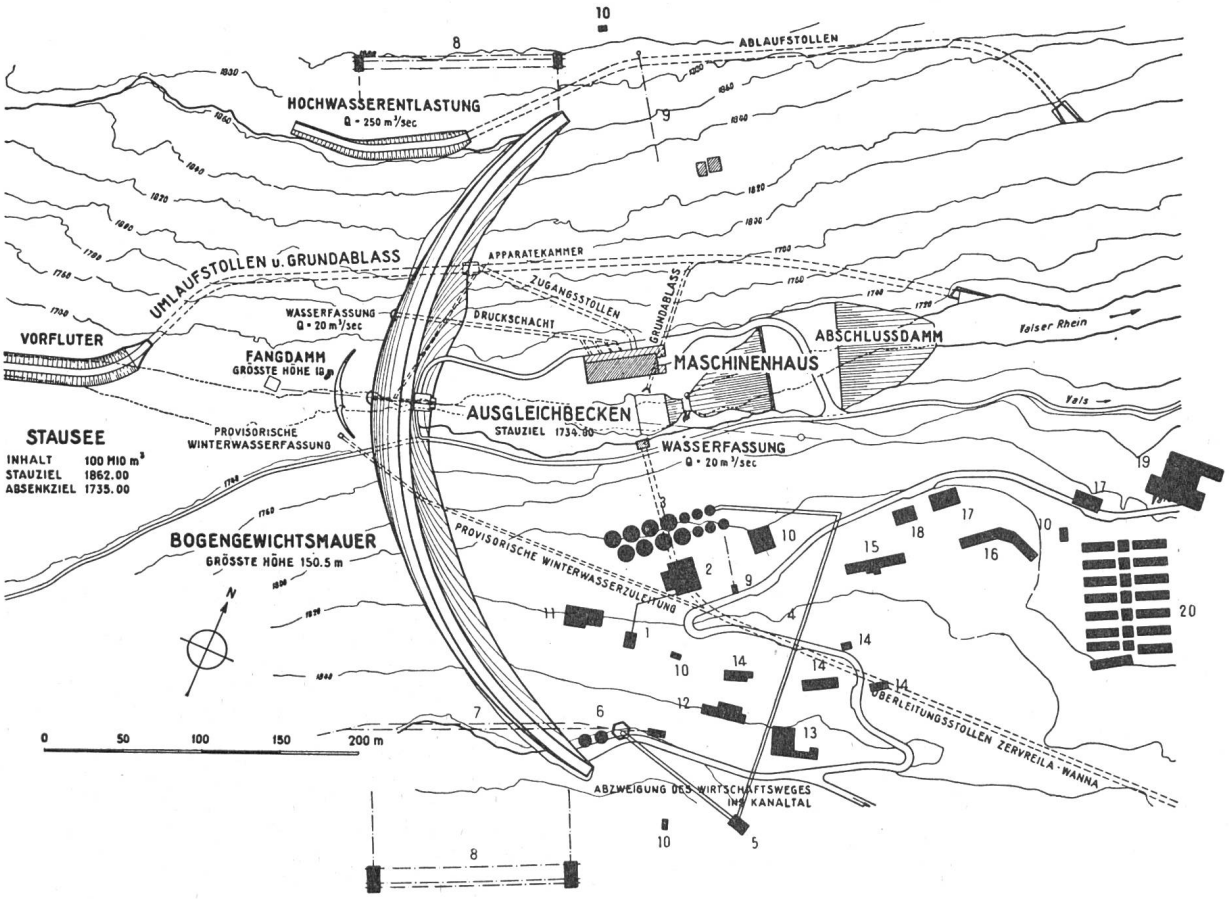


Abb. 2 Lageplan 1:5000 mit Staumauer, Maschinenhaus und Ausgleichbecken Zervreila.
Installationen zur Errichtung der Mauer:

1	Vorbrecherei	7	Betonaufgabepodest	13	Werkstatt
2	Aufbereitung	8	Kabelkranbahn	14	Magazine
3	Kies- und Sandsilos	9	Seilbahn 30 t	15/16	Büro- und Angestelltenbaracken
4	Förderband	10	Transformatorenstationen	17/18	Bauleitungsbaracken
5	Nachwaschanlage	11	Zimmerei	19	Kantine
6	Betonturm und Zementsilos	12	Kompressoren	20	Arbeiter-Barackendorf

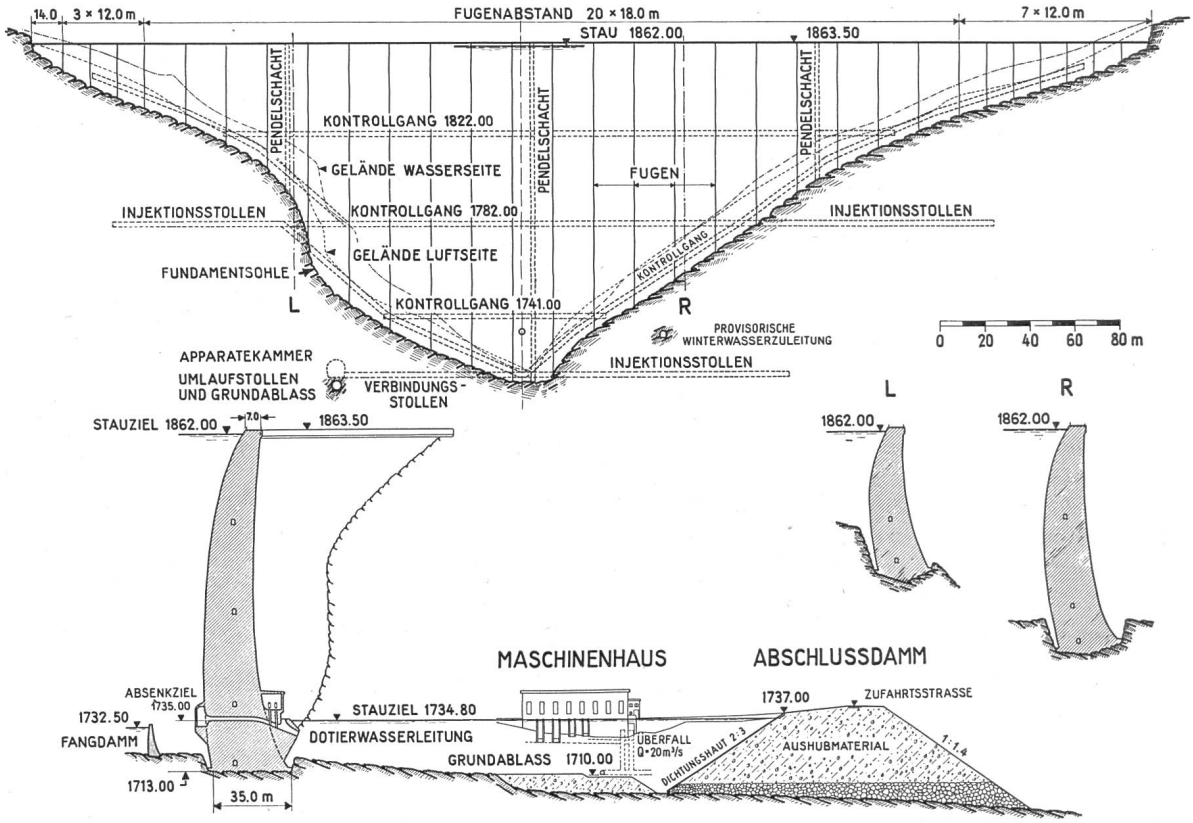


Abb. 3 Wasserseitige Ansicht der Staumauer und Querschnitte, 1:3500

Betonzuschlagsstoff wird aus der Bachalluvion im Talbecken von Zervreila gewonnen und in 6 Komponenten 0,1—1, 1—3, 3—8, 8—30, 30—60 und 60—120 mm aufbereitet. Er besteht aus vorwiegend geschieferten Gneisen mit wechselndem Glimmergehalt.

Die Mauerkühlung erfolgt mittels eines Kühlrohrsystems. Die total zirkulierende Kühlwassermenge beträgt bis 200 l/s oder 0,35 cm³ Wasser pro sec und m³ gekühlten Beton. Bis zum Betonierende werden 0,13 m′ Rohr pro m³ Beton verlegt sein. Hinter dem wasserseitigen Rande der Staumauer ist ein Injektionsschirm bis zu einer Tiefe von 80 m in den Untergrund abgeteuft worden. Der Abstand der Injektionslöcher wurde mit 4 m gewählt. Der Untergrund auf der linken Talseite erwies sich als praktisch dicht. Am rechten Talhang konnten bis zu einer Tiefe von 50 m Zementmengen bis zu 1 t/m′ Bohrloch eingepreßt werden. Der spezifische Zementverbrauch betrug hier im Mittel 180 kg/m² Schirmfläche, auf der linken Talseite nur 20 kg/m². Mit den Kontaktinjektionen ist vor wenigen Wochen begonnen worden; sie sind über die ganze Fundamentfläche so verteilt, daß pro 13 m² Fundamentfläche ein Injektionsloch von durchschnittlich 8 m Tiefe entfällt. Für die im nächsten Jahre auszuführenden Fugeninjektionen sind die Mauerfugen in 18 m hohe Felder unterteilt. Die Fugeninjektionsrohre sind horizontal, in Abständen von 3 m übereinander angeordnet und etwa 10 cm neben die Mauerfuge ins Blockinnere versetzt. Das Injektionsgut wird durch ein in die Fugenebene hineinragendes Ventil neuerer Konstruktionsart eingepreßt. Pro 100 m² Fugenfläche sind durchschnittlich 5 Ventile angeordnet.

Die Betonierzeit der Staumauer wird 2 Jahre betragen. Das diesjährige Bauprogramm sieht die Betonierung von 400 000 m³ Beton vor. Als Spitzenleistung sind schon über 4800 m³/Tag eingebracht worden. Die Baustelle beschäftigt in der Hochsaison im Mittel 500 Mann. Die total installierte Transformatorenleistung 8000/380 Volt beträgt 6500 kVA.

IV. Beschreibung einiger Spezialobjekte

1. Dotierwasserleitung

Bei der Projektierung des Auslaufes der Dotierwasserleitung entstand die Frage, ob der mit Geschwindigkeiten bis zu 45 m/s ins Ausgleichbecken hineinschießende Dotierwasserstrahl eine die Erddammböschung gefährdende Strömung oder einen unzulässig hohen Wellenschlag erzeugen würde (vergl. Abb. 3, Querschnitt). Ferner war abzuklären, durch welche Ausbildung und Belüftung der Auslauföffnung die Bildung von Unterdruck hinter den Schützen verhindert werden könnte. Diese Fragen wurden an der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH an Hand von Modellen geprüft.

Die Versuche zur Bestimmung der im Ausgleichbecken auftretenden Strömungen (Modell 1 : 100) zeigten, daß durch den Ausfluß der maximalen Dotierwassermenge von 20 m³/s keine die Dammböschung gefährdende Wellenbildung eintritt. Je nachdem, ob der Wasserspiegel im Ausgleichbecken über oder unter dem Auslauf der Dotierwasserleitung (Kote 1729,30) lag, ergaben sich verschiedene Abfluß- und Wellenbilder. Befand sich beispielsweise der Wasserspiegel im Bek-

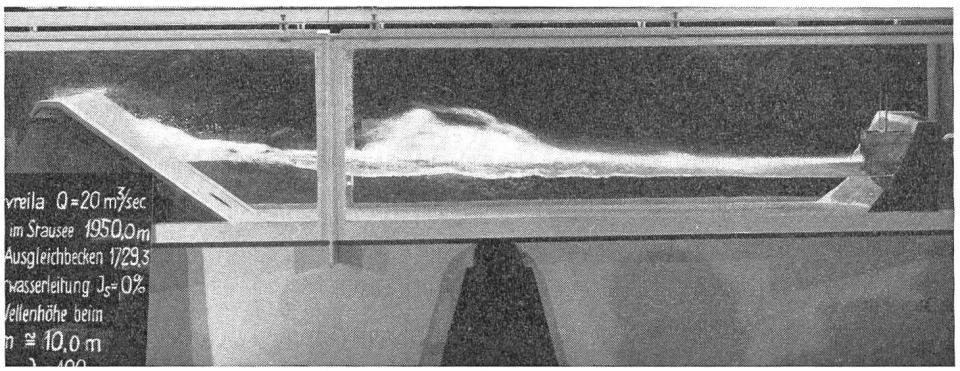


Abb. 4
Momentaufnahme der Wasserpendelung und Brandungsbewegung im Ausgleichbecken bei fiktiver Staukote 1950 m ü. M. im Speichersee

ken auf der max. Staukote von 1734,80 m, und erfolgte der Ausfluß des Strahles vollständig eingetaucht, so überstiegen die Amplituden der an der Oberfläche auftauchenden Wirbelballen und Wellen kaum 20 cm. Lag der Wasserspiegel tiefer als die Kote der Auslauföffnung, so prallte der freie Strahl auf den Wasserspiegel, Wellen von 90 cm Amplitude erzeugend. Erst bei Strahlgeschwindigkeiten über 60 m/s (Seespiegel fiktiv 90 m über dem max. Stauziel), konnte im Modell die Anfachung einer Pendelung des Beckenwassers beobachtet werden, die in der Natur zu 10 m hohen Wellen geführt hätte. Obwohl diese Ausflußgeschwindigkeiten in Zervreila nicht vorkommen, ist in Abb. 4 kuriositätshalber die Brandungsbewegung des Wassers für diesen hypothetischen Fall dargestellt.

Im Verlaufe der Versuche wurde schließlich ein geneigter Auslauftyp entwickelt, welcher für alle im Ausgleichbecken möglichen Staustände einen *Tauchstrahl* ergab und der auch in belüftungstechnischer Hinsicht zu befriedigenden Resultaten führte. Die in Abb. 5 dargestellte schnabelförmige Auslaufanordnung, die in ihrer Art eine Neuerung darstellt, erlaubt auch beim max. Stau im Ausgleichbecken die Ableitung von Dotierwasser, ohne daß dabei Unterdruckbildungen und damit verbundene Vibrationen der Schützen zu befürchten sind. Dies wurde einmal durch eine reichliche Belüftung der Mündungspartie nach der Hauptschütze, zweitens durch die Anordnung einer frontal vorgelagerten Tauch- und Leitwand erreicht. Bei der ursprünglich horizon-

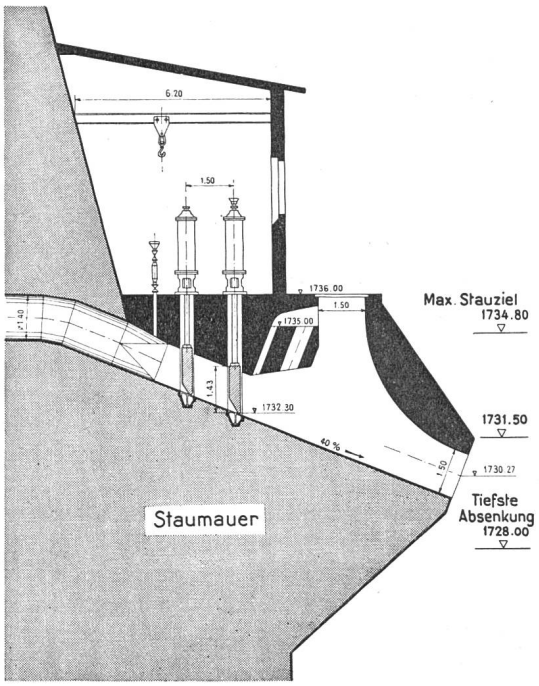
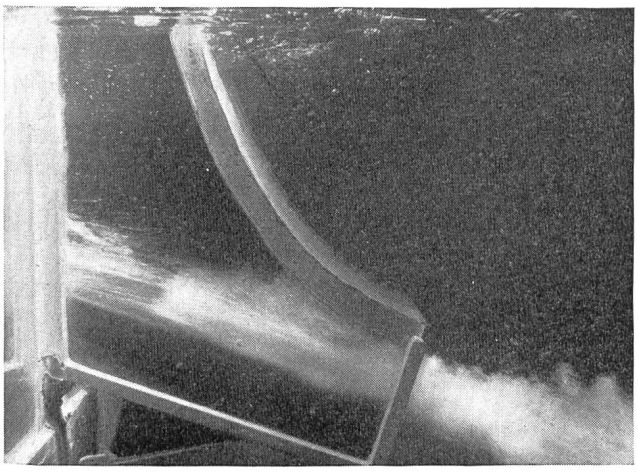
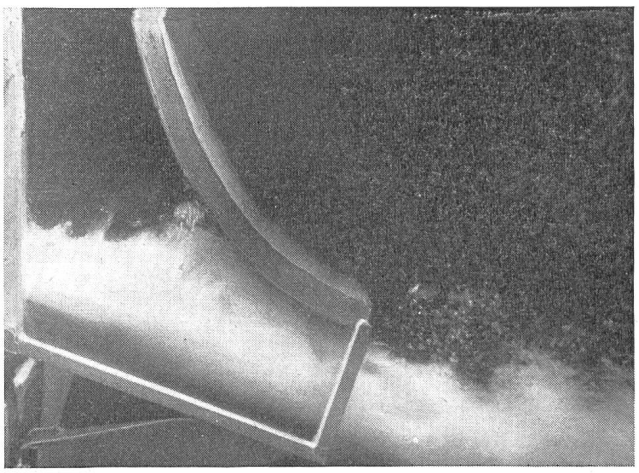


Abb. 5 Querschnitt durch die Auslauföffnung der Dotierwasserleitung Zervreila, 1:250



6 a



6 b

Abb. 6a und b Strömungsbilder des Dotierwasserauslaufes bei vollem Ausgleichbecken. Stauquote im Speichersee Zervreila im Bild links auf 1800 m ü. M. (Q = 20 m³/s, scharfer Strahl), rechts auf 1772 m ü. M. (Q = 10 m³/s). Modellmaßstab λ = 16,68

talaxig disponierten Lösung zeigte es sich, daß bei höherem Einstau Wasser über den Strahl hinweg in den Auslaufkanal zurückfloß. Erreichte dieser eindringende Rückstau die der Schütze unmittelbar vorgelagerte Mündungszone, so wurde die freie Belüftung des Strahls unterbunden. In einem zusätzlich eingebauten Belüftungsrohr konnten dabei Unterdruckschwankungen bis — 10 t/m² (Natur) gemessen werden. Erst durch die Anordnung einer Tauchwand gelang es, auch bei maximalem Beckenspiegel den Rückstau bis zur Schütze und damit die Unterdruckbildung zu verhindern.

Diese Idee wurde bei der geneigten Auslaufanordnung konsequent weiterentwickelt und führte schließlich zu der in Abb. 5 dargestellten Lösung. Abb. 6a und b zeigen, wie das zwischen Strahl und Tauchwand eindringende Wasser nach kurzer Distanz vom Strahl absorbiert und mit der vom Strahl mitgerissenen Luft hinausbefördert wird, ohne bis an die vibrationsempfindlichen Schützen hinauf zu gelangen.

2. Die Hochwasserentlastung

Ein anderes Problem, das in enger Zusammenarbeit zwischen der Projektierung und unserer Hochschule gemeistert wurde, betraf den Abflußvorgang in der Sammelrinne der Hochwasserentlastung. Um eine Überflutung der Staumauer Zervreila bei einem Katastrophenhochwasser zu vermeiden, ist am linken Talhange ein 115 m langer Entlastungsüberfall mit Ablaufstollen angeordnet worden (Abb. 7). Die Überfallkrone liegt auf Stauziel Kote 1862,00 m. Gestützt auf eingehende Untersuchungen wurde der Dimensionierung der Anlage ein größtes Hochwasser von 250 m³/s, entsprechend einem spezifischen Abfluß von 4 m³/s und km², zu Grunde gelegt. Der Überfall führt dieses Wasser bei einem Überstau von 1 m ab.

Das ursprüngliche Projekt, das in seiner Grundkonzeption den ausgeführten Beispielen des Boulder Dam und des Serbatoio di Barrea[5] folgte, erwies sich nach den ersten Modellversuchen als durchaus imstande, ein Hochwasser von 250 m³/s abzuführen. Das Wasser floß als vollkommener Überfall in den Sammelkanal, dessen Dimensionen sich als genügend erwiesen. Dagegen bildeten sich bei dieser Überlaufform im Kollektor und vor allem beim Stolleneinlauf ungleichmäßige Strömungsbilder: der Überfallstrahl blieb beim Absturz an der seeseitigen Kanalwandung haften und erzeugte beim Aufprall auf der Gegenseite eine lange, große Wasserwalze. Der Wasserspiegel lag deshalb auf der rechten Seite durchwegs tiefer als auf der linken, wo der Abfluß von starken Agitationserscheinungen begleitet war. Die entstehenden Niveaudifferenzen waren in der Übergangsstrecke zum Stolleneinlauf besonders ausgeprägt (Abb. 7, Schnitt a-a, und Abb. 8) und erschwerten die einwandfreie Belüftung des Abflußstrahles gerade an dieser kritischen Stelle.

In diesem Stadium begann die eigentliche Aufgabe des Modellversuches: ein vom projektierenden Ingenieur mit Hilfe hydraulischer Gesetze und Erkenntnisse entworfenes Bauwerk mußte durch die experimentelle Erfahrung ergänzt und der Bewegungsablauf des Wassers durch partielle Umgestaltungen der geometrischen Form strömungstechnisch vervollkommnet werden. Diesem Endziel diente im konkreten Fall einmal die Änderung der Überlaufform zur Abschwächung der Walzenbildung. Die ursprünglich mit einem Gefälle von 2 : 1 versehene rechtsseitige Kanalwand wurde bis auf eine Neigung von 5 : 1 aufgerichtet und die Überlauffläche durch eine dachförmige, flache Anordnung (1 : 1,375) so ausgebildet, daß der überfallende Wasserstrahl nicht mehr wie früher der Kanalwand bis zur Sohle folgen konnte. (Abb. 7, Schnitte B-B und C-C).

Eine weitere Verbesserung wurde, wie eine Gegenüberstellung der Längsschnitte in Abb. 7 zeigt, durch die Verlängerung der Übergangsstrecke zwischen Überfall und Stolleneinlauf erzielt; damit konnte der durch den seitlichen Zufluß ständig gestörte Kanalabfluß bis zum Stolleneinlauf wieder beruhigt werden. Im Zuge dieser Maßnahmen wurde auch die plötzliche Querschnittsänderung beim Stollenportal durch einen hydraulisch günstigeren Übergang ersetzt (Abb. 10). Zur Beruhigung des Wassers diente schließlich der Einbau einer kurzen, satteldachförmigen Leitwand über der Schwelle. Da jedoch in dieser Versuchsphase das Wasser bei einer Belastung von 250 m³/s in der oberen Hälfte als unvollkommener Überfall in den Kollektor

[5] Siehe auch «L'Energia Elettrica», Nr. 6, Juni 1952: *Sul proporzionamento dei canali collettori a servizio di scarichi di superficie*, von Dr. Carlo Viparelli.

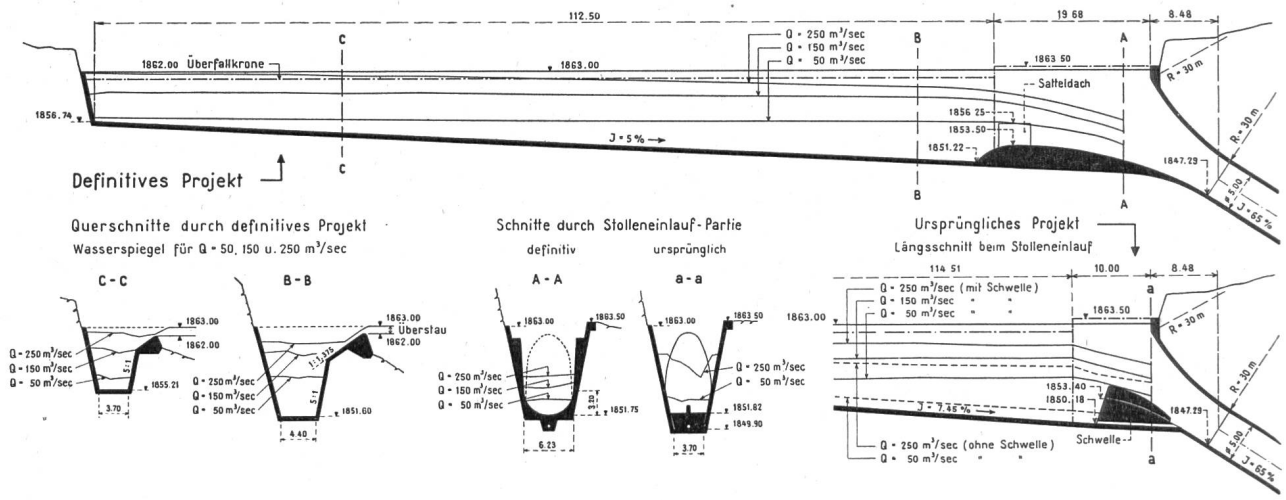


Abb. 7 Definitive Formgebung der Hochwasserentlastungsrinne Zervreila mit Schnitten A—A, B—B und C—C sowie Stolleneinlaufpartie der ursprünglichen Lösung mit Schnitt a—a zum Vergleich

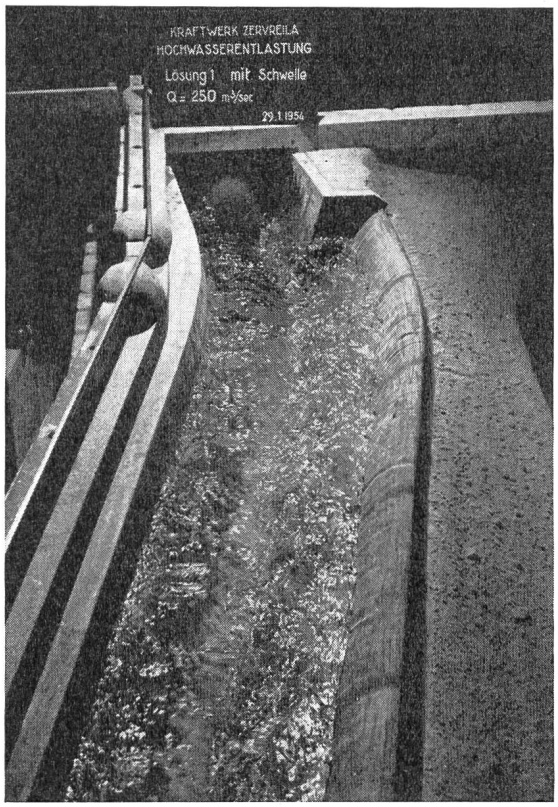


Abb. 8 Abflußbild des von rechts (vom See) einströmenden Wassers bei der ursprünglichen Variante der Hochwasserentlastung mit ausgeprägten Turbulenzen beim Stolleneinlauf

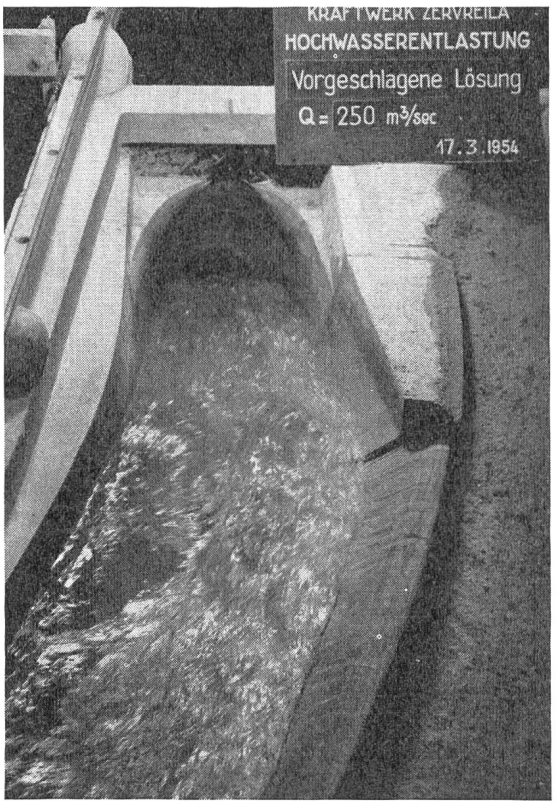


Abb. 9 Abflußverhältnisse bei Höchsthochwasser im Modellbild der endgültigen Lösung. Eine ruhige Strömung mit freiem Wasserspiegel im Stollen ist erreicht

floß, wurde dieser Nachteil durch eine Korrektur des Sohlengefälles auf 5% wieder aufgehoben. Die Abbildungen 7, 8, 9 und 10 geben einen Überblick über Ausgangsprojekt und Endresultat des Modellversuchs, der durch seinen betont empirischen Charakter allgemein zu einem beliebten Hilfsmittel der Projektierung geworden ist.

3. Die Zentrale Zervreila

Bevor das Wasser aus dem Speicherbecken Zervreila seinen Weg durch den Überleitungsstollen ins Safiental antritt, wird es im Maschinenhaus Zervreila zur Energiegewinnung genützt. Hätten es die geologischen Verhältnisse gestattet, so wäre das Wasser nach dem klassischen Schema des Hochdruckkraftwerkes vom Speichersee direkt, unter Umgehung einer Zwischenstation, durch einen Druckstollen ins Safiental geleitet worden. So aber mußte am Fuße der Staumauer ein Ausgleichbecken angeordnet werden, um die Wasserüberleitung vom Valser- ins Safiental durch einen Freispiegelstollen zu ermöglichen. Nichts lag daher näher, als das durch die Mauerhöhe erzeugte Gefälle zur Energieerzeugung heranzuziehen. Diesem Ziel dienen zwei in das Maschinenhaus eingebaute, vertikalaxige *Francis-Turbinen*, deren Schluckfähigkeit, entsprechend dem Durchflußvermögen des Überleitungsstollens, zu insgesamt 20 m^3/s gewählt wurde. Trotz der großen Schwankungsamplitude des Spiegels im Zervreila-See vermögen diese beiden Einheiten das Wasser bis zu einem Nettogefälle

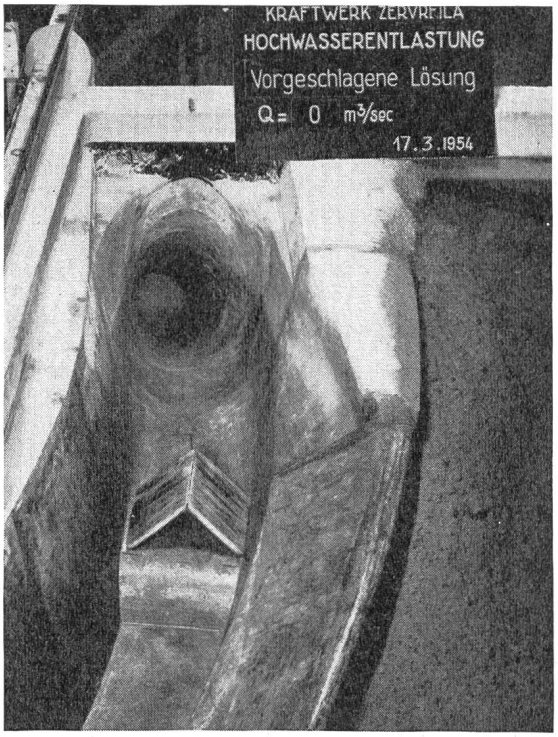


Abb. 10 Modell 1 : 25 des Ausführungsprojektes; Blick in den Schlund des Ablaufstollens und auf die Übergangsstrecke mit der satteldachförmigen Beruhigungsschikane

von etwa 70 m mit gutem Wirkungsgrad zu verarbeiten. Bei einem für den Turbinenbetrieb noch zulässigen Nettogefälle von 45 m beträgt das Schluckvermögen 15 m³/s. Die restliche, unterste Tranche des Seeinhalts (etwa 15 Mio m³), dessen Energiepotential nur wenige Prozente ausmacht, muß durch die Dotierwasserleitung abgegeben werden. Die beiden 500tourigen Turbinengruppen erzeugen zusammen eine Leistung von 20 000 kW.

Nicht nur in der Funktion der Gefällsnutzung im Mauerbereich allein erschöpft sich die Bedeutung dieser abgelegenen Gebirgszentrale. Sie dient in ihrer zusätzlichen Rolle als *Pumpstation* auch der Vermehrung von Speicherwasser und damit der Veredelung der Energieproduktion. Es lag auch hier im energiewirtschaftlichen Interesse, eine vorhandene, in allen Teilen geeignete Speichermöglichkeit — deren Raritätswert in unserem Lande allgemein wächst — voll auszunützen. Dies geschieht konkret dadurch, daß dem gespeicherten natürlichen Zufluß des Valserrheins im Sommer Zuschußwasser aus dem benachbarten Peilertal zugepumpt wird. In diese Aufgabe teilen sich zwei mit Synchronmotoren ausgestattete, vertikalaxige Pumpengruppen, die das Wasser aus dem Ausgleichbecken beziehen und durch die Druckleitung in den See hinaufördern. Die Pumpen von zusammen 7000 kW Leistung schlucken bei einer Förderhöhe von 75 m total 6 m³/s und bei der maximalen Förderhöhe von 130 m etwa 2,8 m³/s Wasser. Ihre Nenndrehzahl beträgt 600/min. Die Pumpenschieber sind für Drosselbetrieb eingerichtet. Die Pumpenmotoren werden direkt angelassen; sie werden bei zu tiefem Wasserstand mittels einer Schwimmersteuerung ausgeschaltet und von Hand in Betrieb genommen. Die Energie wird dabei von der Übertragungsleitung über die 50-kV-Anlage und den Haupttransformator 50/6,3 kV zu den 3500-kW-Antriebsmotoren geleitet.

Im Hinblick auf ihre geographische Abgeschiedenheit sind bei der Projektierung der Zentrale betriebliche Gesichtspunkte stark in den Vordergrund gerückt worden. Von einer vollständigen Automatisierung der Anlage durch Fernsteuerung von einer der unteren Zentralen aus wurde Abstand genommen, um ein kompliziertes elektrisches Verriegelungs- und Rückmeldesystem zu vermeiden. Ähnliche Motive waren maßgebend, als von einer gleichzeitigen Anordnung von Turbinen- und Pumpenrad an derselben Antriebswelle abgesehen wurde; die Betriebsausfälle, die bei der Revision des einen Maschinenteils durch die Lahmlegung des andern entstehen können, haben den Verzicht auf diese Anordnungsart nahegelegt. Betriebliche Überlegungen erhielten auch den Vorzug, als die Zahl der Turbinen- und Pumpeneinheiten mit je zwei festgesetzt wurde: die Kontinuität des Betriebs ist auch bei Ausfall einer Einheit noch immer gewahrt. Ferner hat diese Lösung derjenigen mit nur je einer großen Einheit den Vorteil der besseren Anpassungsfähigkeit an die variablen Wassermengen voraus; sie gestattet, auf die Installation einer teuren Drehzahlregulierung zu verzichten. Zudem kann das direkte, stufenlose Einschalten der Pumpen, z. B. ohne spezielle Hilfe von Anlaßtransformatoren, nur bei kleineren Einheiten realisiert werden.

Neben der Wahl kleiner Einheiten leistet auch das Ausgleichbecken einen wirksamen Beitrag an die Elastizität des Betriebs. Obwohl durch die topographischen Gegebenheiten in seiner Ausdehnung beschränkt, erlaubt es einen kontinuierlichen, freien Pumpbetrieb. Die aus dem Peilertal durch den Überleitungsstollen nach Zervreila gelangenden variablen Sommerzuflüsse können sich während längeren Zeitabschnitten ansammeln, ehe der konzentriert einsetzende Pumpbetrieb das Bekken wieder leert.

Im normalen Betriebsfall erfährt das Ausgleichbekken immer noch Wasserspiegelschwankungen bis zu 7 m. In diesem Umstand ist wohl der wichtigste Beweggrund für die vertikalaxige Anordnung sowohl der Turbinen wie der Pumpen zu erblicken. Sie gestattet eine bessere Anpassung an die variablen Spiegelschwankungen im Becken. Diese sind besonders bei Pumpbetrieb so ausgeprägt, daß die Pumpen noch tiefer angeordnet werden mußten als die Turbinen. Die Anordnung von horizontalaxigen Einheiten auf der heutigen Höhe des Maschinensaalbodens hätte den Nachteil einer großen Saughöhe mit sich gebracht und die Innehaltung des benötigten Gegendruckes bzw. der minimalen Zulaufhöhe, auf welche hochtourige Maschinen angewiesen sind, verunmöglicht. Eine Tieferlegung der horizontalaxigen Aggregate und damit des Maschinensaalbodens unter das Stauziel des Ausgleichbeckens hätte anderseits komplizierte Abdichtungsprobleme aufgeworfen, die dank der vertikalen Disposition gemieden werden konnten.

In der Anordnung der übrigen mechanischen und elektrischen Anlagen folgt im allgemeinen die Zentrale Zervreila bekannten und bewährten Prinzipien. Die

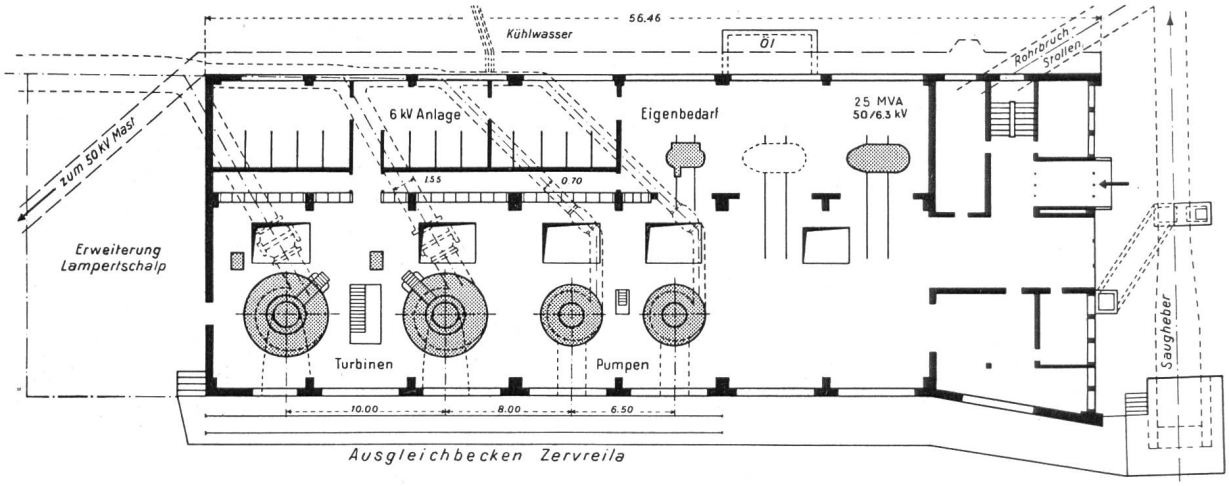


Abb. 11 Grundrißdisposition 1:500 des Maschinenhauses Zervreila

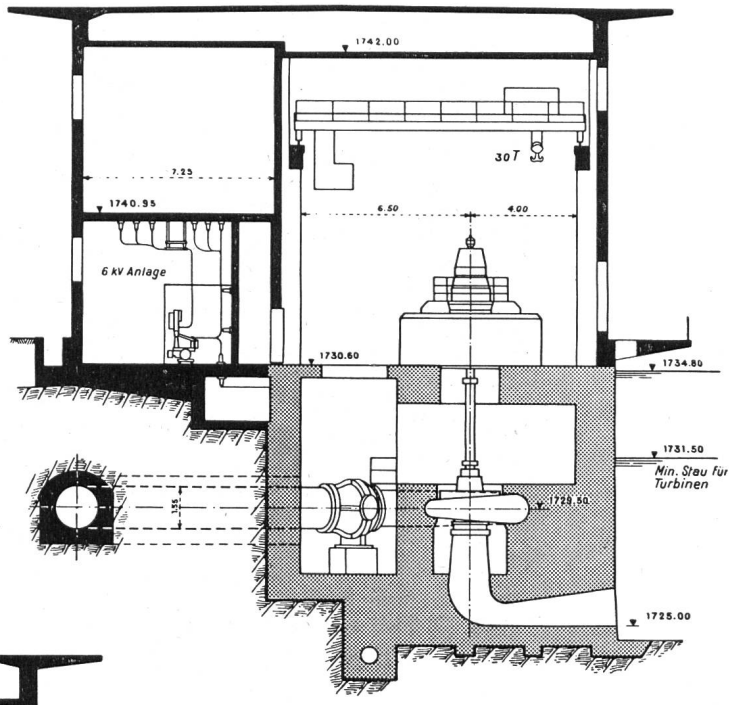


Abb. 12
Maschinenhaus Zervreila,
Schnitt durch Turbinengruppe (1:300)

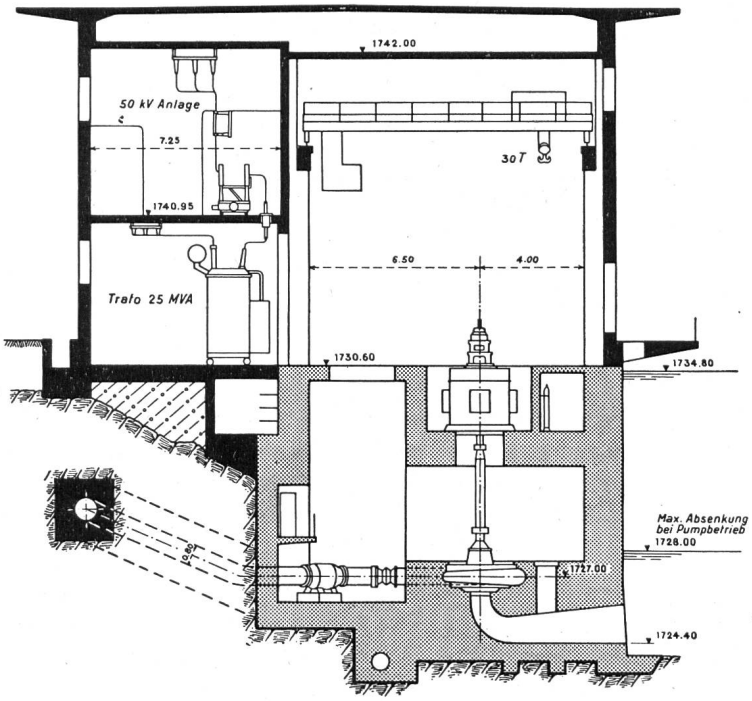


Abb. 13
Maschinenhaus Zervreila,
Schnitt durch Pumpengruppe (1:300)

Abb. 11, 12 und 13 geben einen schematischen Überblick über die Dipositionen der wichtigsten Anlagen und Räumlichkeiten. Im Unterbau des Maschinenhauses selbst findet sich, mit dem benachbarten Turbinen- und Pumpentrakt verbunden, die Schieberkammer, die durch einen Rohrbruchstollen entwässert wird. Auf der Höhe des Maschinensaalbodens ist in unmittelbarer Nähe der Generatoren die 6-kV-Anlage angeordnet, an welche sich in der gleichen Flucht Eigenbedarfs- und Haupttransformator anfügen. Die von den beiden Generatoren von je 12,5 MVA erzeugte Energie fließt über die 6-kV-Sammelschiene zum 25-MVA-Haupttransformator, wo die Spannung auf 50 kV erhöht wird. Von der 50-kV-Anlage, die als Innenraum-Schaltanlage eine Etage über den Transformatoren angeordnet ist, wird die Energie über Hochspannungs-Ölkabel zum Abgangsmast und damit auf die Freileitung nach Safien-Platz geleitet. Wie aus der Abb. 11 ersichtlich ist, wurde bei der Gesamtdisposition der Zentrale die Erweiterungsmöglichkeit für den Fall der Errichtung des Speicherbeckens Lampertschalp voll gewahrt.

Auf diese eben beschriebene Weise sind im nahen Umkreis der Staumauer Zervreila verschiedene bauliche, maschinelle und elektrische Anlagen mit den mannigfaltigsten Funktionen zu einer einheitlichen Objektgruppe vereinigt. Wie alle anderen Kraftwerke verdankt auch dieses seine Entstehung einem engen Zusammenwirken von Theorie und Praxis, von Industrie und Handwerk, von Kapital und Arbeit und wird damit auch im übertragenen Sinne zu einem markanten Symbol moderner Technik.