

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 45/46 (1905)
Heft: 18

Artikel: Grosse moderne Turbinenanlagen
Autor: Zodel, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-25521>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

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

Grosse moderne Turbinenanlagen.

Von L. Zedel, Oberingenieur der A.-G. der Maschinenfabriken von Escher Wyss & Cie. in Zürich.

VI. Die Glommen-Anlage bei Kykkelsrud.

Der grösste Fluss Norwegens, der Glommen, der das Land von Norden gegen Süden durchfliesst¹⁾ bildet in seinem untern Laufe, d. h. vom Austritt aus dem Oejeren-See bis zum Einfluss in den Skagerak bei Frederikstad, auf eine Länge von wenig mehr als 20 km Stromschnellen mit einem nutzbaren Gefälle von rund 75 m. Der unterste Teil dieser Gefälle von etwa 20 bis 25 m ist bereits durch zwei bedeutende Wasserkraftanlagen nahezu vollständig ausgenutzt. Es sind dies die Anlagen bei Sarpsborg der Kellner-Partington Comp., welche Holzstoff und elektrochemische Produkte mit einer Kraft von rund 10000 P. S. erzeugt. Unmittelbar neben dieser grossen Anlage ist eine ähnliche, Sarpsfoss, von der Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft Schuckert & Cie. in Nürnberg gegründet, zum Zwecke der Fabrizie-

dürfte, wenn die Kraftverwendung sich steigern sollte, wohl ausgeführt werden.

Unsere Glommen-Anlage wurde bestimmt für eine Wassermenge von 260 m³/Sek. bei vollem Ausbau; bei einem mittleren Netto-Gefälle von 17 m ergibt dieses eine effektive Kraft von 44000 P. S. Diese Kraft soll ausgenutzt werden durch vier Turbinen zu 3000 P. S. und acht Turbinen zu 5000 P. S., einschliesslich je einer Reserveeinheit. Vorläufig sind die Bauten der Zentrale nur für die ersten vier Einheiten und drei Erregermaschinen ausgeführt, während die Wasserbauten, d. h. das Wehr und der Zulaufkanal bereits für die Gesamtwassermenge ausgeführt sind.

Diese Bauten sind von Oberingenieur Kinbach in der Z. d. V. D. I., ausführlich beschrieben, welcher Beschreibung ich mit gütiger Zustimmung der Redaktion¹⁾ folgende Angaben entnehme:

„Die Materialbewegung umfasste rund 250 000 m³ tonigen Baugrund und 226 000 m³ Felssprengungen in Gneiss, während etwa 86 000 m³ Beton- und Bruchsteinmauerwerk herzustellen waren.

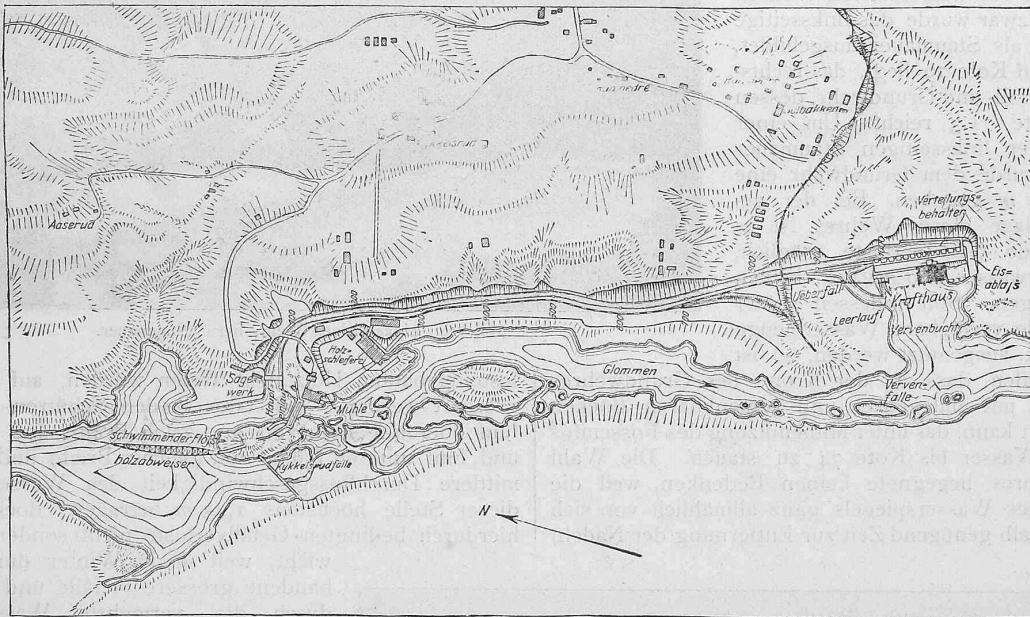


Abb. 1. Lageplan der Wasserwerksanlage. — Masstab 1:10000.

rung von Calcium-Carbid und anderen elektrochemischen Produkten. Etwa in der Mitte zwischen dem Ausfluss aus dem Oejeren-See und diesen Werken befinden sich die Kykkelsruder Fälle, bei den Dörfern Kykkelsrud und Verven. Das Gesamtgefälle dieser Stromschnellen beträgt rund 19 bis 20 m; ein Teil davon wurde schon seit mehreren Jahren durch eine Holzschleiferei und eine Mühle ausgenutzt.

Die Elektrizitäts-Aktiengesellschaft Schuckert & Cie. hat nun im Verein mit den früheren Besitzern anfangs 1900 die Ausnützung der Gesamtwasserkraft der Kykkelsrudfälle unternommen und den ersten Ausbau der Anlage gegen Ende 1903 dem Betriebe übergeben. Vollständig nach den vorhandenen Plänen ausgebaut wird diese Glommen-Anlage eine der grössten Wasserkraftanlagen Europas werden. Der Glommen hat ein Einzugsgebiet von rund 44 000 km², worunter sich 1200 km² Seen befinden. Die mittlere Wassermenge beim Ausfluss aus dem Oejeren-See wird zu 300 m³/Sek. angenommen. Messungen haben ergeben, dass in äusserst strengen Wintern diese Wassermenge bis auf 100 m³/Sek. zurückgehen kann, während das normale Hochwasser 2000 m³/Sek. beträgt. Durch Stauung eines der Seen im Flussgebiete des Glommens wäre es aber möglich, auch die Minimalwassermenge des Flusses auf etwa 300 m³/Sek. zu bringen. Studien und Voranschläge zu einer solchen Stauanlage liegen bereits vor und diese

Erschwerend für den Bau der Anlage waren die Flössereiverhältnisse auf dem Glommen. Die in den Wäldern des Flussgebietes gefällten Baumstämme befördert man während der Wintermonate zum Flusse und lässt sie nach Eintritt des Frühjahres zu tausenden mehrere hundert Kilometer weit über die zahlreichen Wasserfälle und Stromschnellen zumeist bis nach Sarpsborg und Frederikstad treiben, wo sie zu Schnittholz oder Zellulose verarbeitet werden. Die Flösserei dauert vom Mai bis Ende Oktober; sie wird von einer Genossenschaft betrieben und umfasst jährlich mehrere Millionen Baumstämme. Da nach den Bestimmungen des norwegischen Wasserrechtes dem Flössereibetriebe keinerlei Hindernisse durch industrielle Anlagen bereitet werden dürfen, so musste bei Ausführung der Wasserbauten hierauf Rücksicht genommen werden, was bei den erheblichen Schwankungen des Wasserspiegels und jeglichem Mangel von bereits bewährten Ausführungen besondere, erst zu erprobende Vorkehrungen erforderte. Es kam hier hauptsächlich die Notwendigkeit in Betracht, das Flössholz ohne jede Störung über die Stauwehre zu befördern und zu verhindern, dass es in den Werkkanal oder in die Vervenbucht, in der sich das Turbinenhaus befindet, gelange. Damit kein Flössholz in den Werkkanal eintreten könne, ist stromaufwärts ein schwimmender Gitterträger in den Glommen eingesetzt (Abb. 1), der eine rund 1 m tief in das Wasser eintauchende

¹⁾ Band XXXVII, Seite 60.

²⁾ Ebenso sind die den baulichen Teil betreffenden Abbildungen grösstenteils den Darstellungen der Z. d. V. d. I. nachgebildet. Die Red.

Bohlenwand trägt und an seinen beiden Enden verankert ist. Dieser Flössholzabweiser ist etwas gelenkig gehalten, schmiegt sich selbst bei Wellenbildung der Wasseroberfläche gut an und kann durch kräftige Zug- und Leitketten in eine den jeweiligen Strömungsverhältnissen angepasste Lage gebracht werden. Der zur Zeit in Holz ausgeführte Flössholzabweiser wird voraussichtlich später durch einen aus Eisenröhren bestehenden ersetzt werden.

Zur Gewinnung des im Bauprogramm festgelegten Gefälles wurden bei der bestehenden Holzschleiferei Stauwehre in den Glommen eingebaut, die sich an eine Insel anschliessen (Abb. 1 u. 2). Für die Höhen der Wehrkronen dieser Dämme war einerseits massgebend, dass das ganze bis zum Unterwasserspiegel des Fossemfos reichende Staurecht voll ausgenutzt werden könne, während andererseits bei Hochwasser der Stau niemals die Höhenkote 79 erreichen durfte. Diese beiden Forderungen suchte man durch Wahl von kombinierten Wehren zu erfüllen und zwar wurde das linksseitige Wehr (Abb. 2) als Staumauer ausgebildet, deren Krone auf Kote 79 liegt, das rechtsseitige als Ueberfall- und Grundwehr, dessen Krone bis Kote 71,3 reicht. Um einer Ueberflutung der linksseitigen Staumauer vorzubeugen, wurde dem Grundwehr eine Länge von 90 m gegeben. Bei der gewählten Höhenlage dieses Wehres ist es ohne bedeutende Gefällverluste möglich, auch bei Niederwasser 200 m³/Sek. in den Kanal zu bringen. Soll indessen später einmal die volle verfügbare Wassermenge von 260 m³/Sek. ausgenutzt werden, so ist Vorsorge getroffen, dass auf der Krone des Grundwehres ein Nadelwehr mit umlegbaren und versenkbaren Böcken errichtet werden kann, das unter Mitbenutzung des Fossemfos gestattet, das Wasser bis Kote 74 zu stauen. Die Wahl eines Nadelwehres begegnete keinen Bedenken, weil die Aenderungen des Wasserspiegels ganz allmählich vor sich gehen und deshalb genügend Zeit zur Entfernung der Nadeln

falle abgesperrt werden kann, rechtwinklig zur Stromrichtung eingebaut sind. Der durch einen Mittelpfeiler geteilte Werkkanal hat dort, wo sich die Haupteinlassschützen befinden, 27,3 m Breite und 11,3 m Wassertiefe. Die Sohle des Einlaufs liegt auf Kote 66,4. Bei vollständig geöffneten Fallen beträgt der freie Durchlassquerschnitt der beiden Schützen 141 m², er kann jedoch durch Hinzunahme einer obersten dritten Reihe von Fallen, die an die Stelle der

Die Glommen-Anlage bei Kykkelsrud.

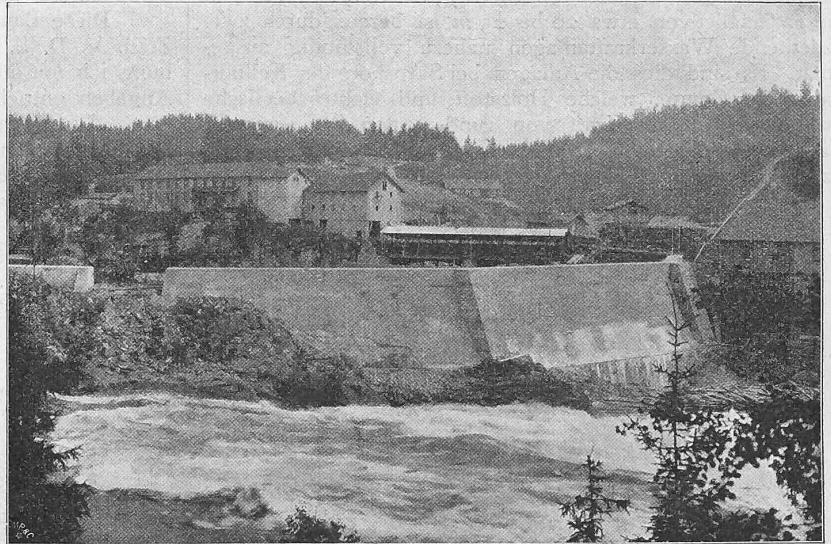


Abb. 2. Linksseitiges Wehr, bezw. Staumauer.

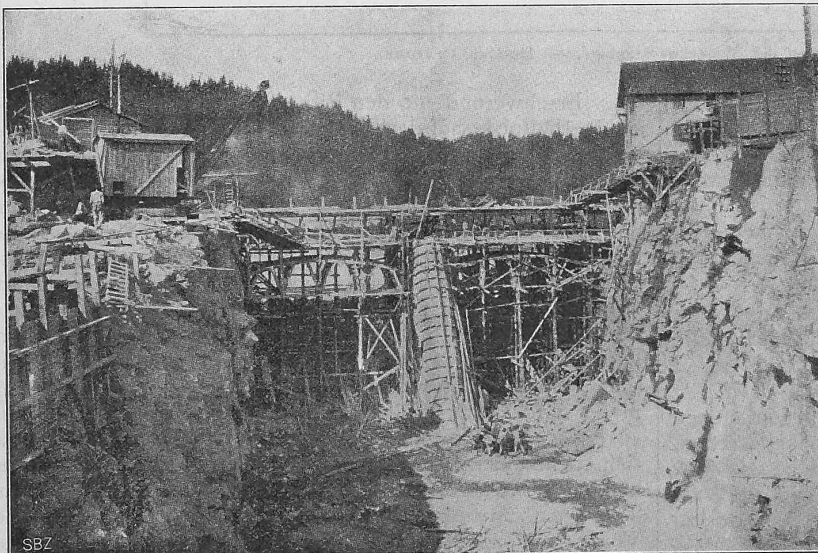


Abb. 3. Bau des Einlasswehres am Eingang in den Zulaufkanal.

bleibt. Das Flössholz wird mittels zweier Leitländen über das Grundwehr geführt, was auf die Dauer ohne Schwierigkeiten möglich sein wird, weil während der Flösszeit der Wasserstand des Glommens eine Höhe erreicht, bei der das Grundwehr mehrere Meter hoch vom Wasser überflutet wird.

Das Wasser wird am linken Ufer gefasst, wo die Haupteinlassschützen, mit denen der Werkkanal im Bedarfs-

festeingebauten Holztafeln treten würden, auf 210 m² vergrößert werden. Jede der beiden Schützen besteht aus fünf oberen Fallen von je 2,35 m Breite und 3,0 m Höhe und fünf unteren Fallen von gleicher Breite und Höhe. Die mittlere Durchflussgeschwindigkeit des Wassers wird an dieser Stelle höchstens 1,25 m betragen; doch fallen die hierdurch bedingten Gefällverluste nicht sonderlich ins Gewicht, weil sie im Winter durch das vorhandene grössere Gefälle und im Sommer durch die vermehrte Wasserzuführung wieder ausgeglichen werden. Zwei kräftige Gestelle aus I-Eisen, die in der Kanalsohle verankert und durch Streben, Querbalken und Mauerwerk gestützt sind, dienen teils zum Befestigen der für den festen Abschluss vorerst in Frage kommenden Schutzwand, teils zur Aufnahme der den beweglichen Abschluss bildenden hölzernen Fallentafeln. Die Fallen werden je mittels zweier schmiedeiserner Zahnstangen gehoben und gesenkt. Neben dem Handbetrieb ist auch elektrischer Antrieb vorgesehen, und zwar sind über dem Mittelpfeiler zwei 18-pferdige Elektromotoren aufgestellt, deren jeder eine auf die ganze Länge der Gestelle durchgehende Welle antreibt, eine für die oberen, die andere für die untern Fallen. Die einzelnen Wellenstränge sind durch lösbare Kupplungen verbunden, sodass beliebig eine Falle allein oder mehrere gleichzeitig geöffnet oder geschlossen werden können. Diese Windwerke sind von

der Firma *J. J. Rieter & Cie. A.-G.* in Winterthur geliefert.

Die Abbildung 3 gibt ein Bild von der Erbauung des Einlasswehres.

Wie bei allen mit den Wasserbauten in Zusammenhang stehenden Teilen dieses Kraftwerkes, musste auch bei Festlegung der Querschnittsverhältnisse und der Linienführung des Werkkanales auf die eigenartigen Wasserverhältnisse des

Glommens Rücksicht genommen werden. Besondere Beachtung erforderten die steilen Hänge, deren Gneissfelsen stellenweise mit blauem plastischem Ton von stark wechselnder Mächtigkeit überdeckt waren, sowie das verhältnismässig enge Tal, durch das sich der Werkkanal in einer Länge von 1 km hinzieht. Unter Würdigung dieser die Betriebssicherheit der Anlage beeinflussenden Gesichtspunkte entschloss man sich zur Wahl eines schmalen und tiefen Kanalprofils, das den Vorteil bietet, bei der in Aussicht genommenen grossen Wassergeschwindigkeit von 2,5 bis 3 m die geringsten Reibungsverluste zu verursachen. Der Kanal wurde, soweit es zulässig erschien, an seinen Wänden nicht verputzt, sondern nur in den rohen Fels gesprengt, an andern Stellen jedoch mit Beton- und Bruchsteinmauerwerk ausgekleidet (Abb. 4 und 5, S. 224). Da keine Geschiebeführung am Unterlaufe des Glommens vorhanden ist, waren besondere Massnahmen, um das Eindringen von Geröll in den Kanal zu verhindern, nicht zu treffen. Die nach dem Flusslauf hin gelegenen Mauerprofile sind derart berechnet, dass die Kanalmauer unter Umständen um 1 m erhöht werden kann; alsdann würde die Mauerkrone beim Verteilbecken auf Kote 77 liegen, während sie sich bei den Haupteinlassschützen auf Kote 79 erhöhen würde. Diese Höhenunterschiede der Mauerkrone von 2 m auf rund 1000 m Länge ermöglichen es, dem Kanal während der Sommermonate ausser dem Betriebs-

wasser einen wasserbedeckten Querschnitt von 80 m², nach dem Einbau des Wehres von 105 m²; bei Hochwasser vergrössert sich dieser Querschnitt bis auf 135 m². Für die Bestimmung des Gefällsverlustes, der auf dem Wege von den Haupteinlassschützen bis zum Turbinenhaus entsteht, wurden die ungünstigsten Verhältnisse zugrunde gelegt und dabei ein Verlust von 2 m berechnet. Dieser ungünstige Fall tritt ein, wenn sich das Gefälle bei Hochwasser dermassen

Die Glommen-Anlage bei Kykkelsrud.

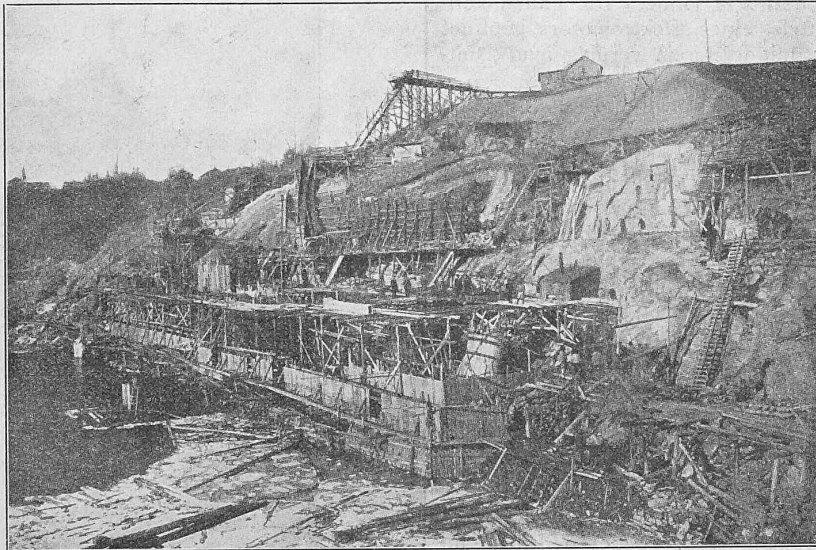


Abb. 6. Bau des Maschinenhauses.

verringert, dass zur Erzielung der vollen Leistung auch die in Reserve stehenden Turbinen herangezogen werden müssen, und wenn überdies die Leerlaufschützen zur Spülung der Verwenbucht geöffnet sind. Beim Zusammentreffen dieser aussergewöhnlichen Umstände wird die Wassergeschwindigkeit im Kanal über 3 m betragen. Der nächstgrösste Gefällsverlust von etwa 1,3 m wird eintreten, wenn der Wasserspiegel vor Einbau des Nadelwehres bei Niedrigwasser auf der Höhe der Krone des Grundwehres, nämlich auf Kote 71,3 gehalten

werden muss. Dieser Gefällsverlust ergibt sich bei einer mittlern Wassergeschwindigkeit von 2,5 m, und zwar können alsdann ungefähr 200 m³/Sek. Wasser durch den Kanal fliessen; das Werk vermag dann bei dem vorhandenen Nutzgefälle von 18 m 36 000 P. S. zu leisten. Bedeutend günstiger werden sich die Verhältnisse gestalten, wenn das Nadelwehr eingebaut sein wird, weil sich bei niedrigem Wasserstande das Nettogefälle auf 21,25 m erhöht und der Kanal bei der höchsten Leistung des Werkes, die 44 000 P. S. betragen wird, nur eine Wassermenge von 207 m³/Sek. aufzunehmen hat; hierbei wird die mittlere Wassergeschwindigkeit etwa 1 m betragen. Während des Hochwassers wird die höchste Leistung des Werkes auch ohne die Zuhülfe der Reserveturbinen bei einem Nettogefälle von 16 m und einem Wasserverbrauch von 275 m³/Sek.

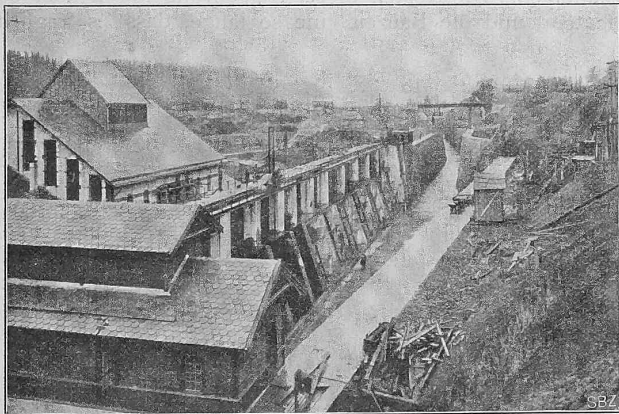


Abb. 8. Zulaufkanal mit den Einlaufschützen am Maschinenhaus.

wasser noch etwa 100 m³/Sek. zuzuführen, um ihn im Bedarfsfalle durchzuspülen.

Unmittelbar hinter den Haupteinlassschützen schnürt sich der 27,4 m breite Kanaleinlauf bei starkem Gefälle zusammen, und nach einer Länge von 90 m geht der Kanal bei einer Sohlenkote von 62,5 in sein normales Profil über, das 8 m Sohlenbreite und Wände mit einem Böschungsverhältnis von 1:10 aufweist. Von hier ab hat die Sohle ein stetiges Gefälle von 1,5‰, um bei der Verwenbucht mit Kote 61 die tiefste Lage zu erreichen. Solange das Nadelwehr nicht eingebaut ist, hat der Kanal bei Nieder-

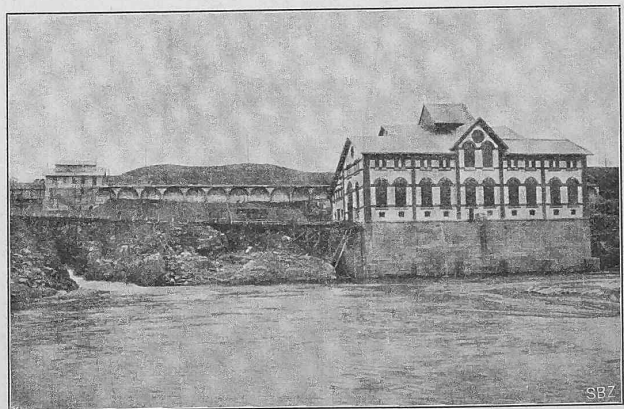


Abb. 7. Ansicht des Maschinenhauses von unten.

erreicht werden, wobei die mittlere Wassergeschwindigkeit 2,1 m und der Gefällsverlust etwa 1 m beträgt.

Um Ueberflutungen der Kanalmauern und des dem Kanal entlang führenden Eisenbahngleises zu vermeiden, ist die dem Flusse zugekehrte Kanalmauer kurz vor dem Turbinen-

hause mit einem 100 m langen Ueberfall versehen, dessen Schwelle auf Kote 75 liegt. Mit diesem Ueberfall, der durch Einsetzen von Holzbohlen nach Bedarf verkleinert oder ganz abgesperrt werden kann, ist es möglich, eine Wassermenge von 200 m³/Sek abzuführen. Das überlaufende Wasser ergiesst sich auf die ganze Breite von 100 m in einen treppenförmigen Kanal, der in den Fels eingesprengt worden ist und in die Vervenbucht mündet.

Zur Entleerung und Durchspülung des Kanals sind seitlich vom Ueberfall drei Leerlauffallen vorgesehen, deren Schwelle auf Kote 61 liegt; jede Falle besteht aus zwei Tafeln von 2,3 m Breite und 2 m Höhe. Die Fallen können von Hand oder mittels eines Elektromotors geöffnet und geschlossen werden; mit letzterem vermag man sämtliche Fallentafeln in 30 Min. vollständig zu heben.

Damit das mit ziemlicher Geschwindigkeit durch den Kanal fließende Wasser zur Ruhe kommt und die mit den Wirbelbildungen verbundenen Gefällsverluste tunlichst vermieden werden, ist der vor dem Turbinenhaus gelegene Teil des Kanals, soweit es die wirtschaftlichen Verhältnisse erlaubten, verbreitert und zu einem Verteilbecken ausgebildet. In sanftem Kurvenlauf geht die Sohle von 8 m auf 20 m Breite über und steigt, entsprechend der Wasserabgabe an die Turbinen, allmählich bis Kote 63,5 an, wobei sich ihre Breite wieder stetig bis auf 9 m verringert. Die Länge des Verteilbeckens, an dessen Ende die Eisablassschützen angeordnet sind, beträgt 128 m. Letztere sind dazu bestimmt, die auf dem Wasser schwimmenden Fremdkörper, wie Eis, Holz usw. aus dem Becken abzuführen. Sie werden vorerst von Hand bedient; doch ist Vorsorge getroffen, dass später ein Elektromotor eingebaut werden kann.

In der Längswand des Verteilbeckens befinden sich die Einläufe zu den Turbinen (Abb. 9), deren Sohle auf Kote 64 gelegt ist, um den auf den Fallentafeln der Schützen lastenden Wasserdruck möglichst zu verringern. Die Höhe der rechteckigen Turbineneinläufe beträgt durchgehend 4,5 m, während die lichte Weite bei den 280-pferdigen Turbinen mit 3 m, bei den 3000-pferdigen mit 6 m und bei den 5000-pferdigen mit 9 m bemessen ist. Die rechteckigen Querschnitte gehen wegen des Anschlusses der Turbinenrohre allmählich in kreisrunde über; am höchsten Punkt eines jeden Einlaufes ist ein Entlüftungsrohr von 500 mm Weite angebracht. Vor jedem Einlauf ist ein

feiner Rechen eingebaut, und weiter sind die Einläufe mit sog. Füllschiebern ausgestattet, um durch Füllen der Rohrleitung mit Wasser den auf den Schüttenzügen lastenden einseitigen Wasserdruck ausgleichen zu können. Die einzelnen Einlaufschützen (Abb. 8) werden durch ein fahrbares Windwerk, das für Handbetrieb und für elektrischen Antrieb eingerichtet ist, bewegt.“

Die Glommen-Anlage bei Kykkelsrud.

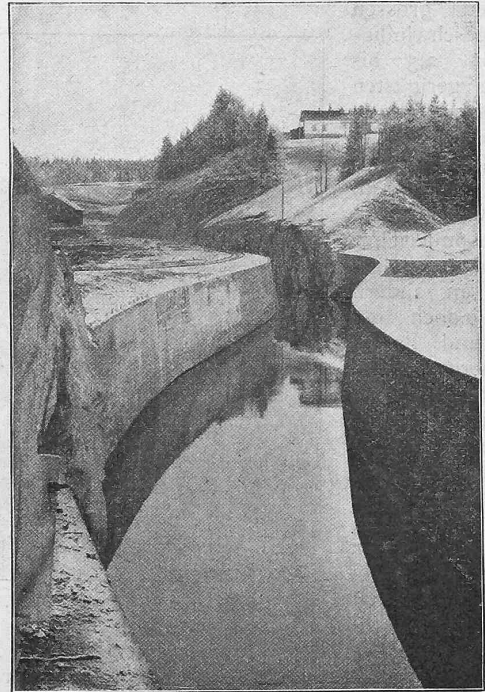


Abb. 5. Ansicht des Zulaufkanals.

Durch die Ausführung in der beschriebenen Weise ist es gelungen, das ganze Gefälle mit Rücksicht auf die enormen Schwankungen der Wasserspiegel, die im Ablauf bis 12 m und im Zulauf bis 6 m betragen, an einer Stelle auszunützen. Die Kosten dieser Ausführung waren aber so bedeutend und die Bauzeit eine so lange, dass es fraglich

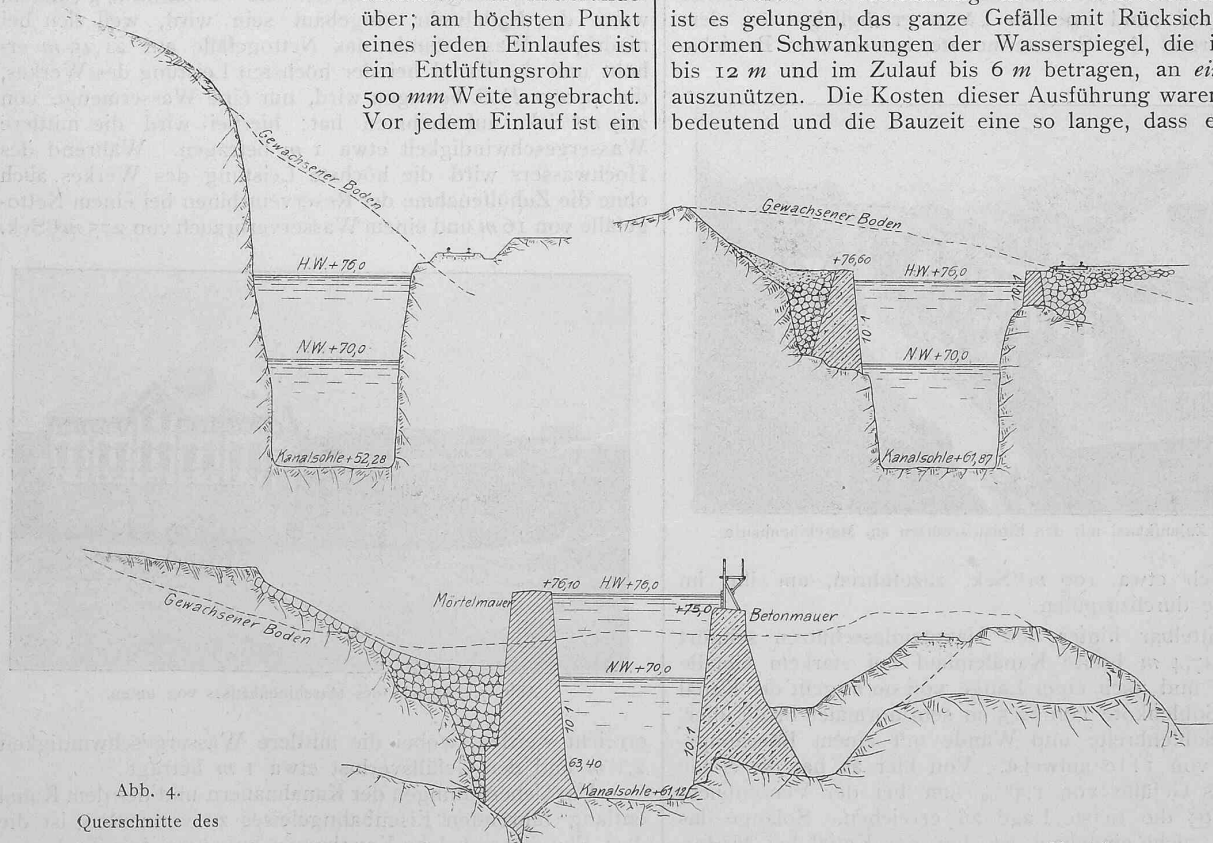


Abb. 4. Querschnitte des Zulaufkanals.

Masstab 1 : 500.

erscheint, ob dies wohl die rationellste Ausführungsform gewesen ist. Wenn man berücksichtigt, dass die ganze enorme Kraft von 44 000 P. S. wohl noch auf viele Jahre hinaus nicht ausgenutzt werden kann, so würde wohl eine Teilung der Anlage durch Schaffung zweier Gefällsstufen und gänzliche Umgehung des teuern Zulaufkanals sich als ökonomischer herausgestellt haben.

Bei einer solchen Gefällsteilung werden allerdings die baulichen Anlagen der Zentrale bedeutend vermehrt, sowie die Kosten für Turbinen und Dynamos. Dagegen kann die erste Anlage unmittelbar am Wehr erstellt und

wohl ins Auge gefasst werden, obwohl die Neuzeit gerade den entgegengesetzten Standpunkt, den der weitgehendsten Zentralisierung, verfolgt.

Zentralisierung oder Teilung müssen eben dem einen Ziele, der möglichst grössten Oekonomie und Rentabilität der Anlage dienen; manchmal wird das eine, manchmal auch das andere System dazu führen. Die Wasserkräfte, und namentlich die grösseren, wollen individuell behandelt werden; ein direkter Vergleich ist in den wenigsten Fällen möglich. (Schluss folgt.)

Die schweizerische Studienreise nach Italien.

Die italienische Depeschagentur, die auch unsere schweizerischen Tagesblätter über die Reise der schweizerischen Abordnung zum Besuche der oberitalienischen elektrischen Bahnen auf dem Laufenden hielt, hat ihr Hauptaugenmerk auf die in Chiavenna und Mailand dargebotenen Gastmähler und die dort gewechselten Tischreden gelegt. Diese Anlässe sind auch für den Erfolg der Reise nicht ohne Bedeutung, gaben sie doch Gelegenheit zu ungezwungener Aussprache über das Gesehene und Erfahrene zwischen den beteiligten Staatsmännern und Fachleuten. Es war das in um so höherem Masse der Fall, als diese Zusammenkünfte nicht unter der starren Etikette des «Protokolls», in Frack und weisser Binde, sondern im «abito da viaggio» stattfanden. Immerhin dürften einige Angaben über die technische Seite des Programms eine nützliche Ergänzung der Agenturberichte bilden.

Zu der vom Vorsteher des Eisenbahndepartements, Herrn Bundesrat Zemp, geführten Kommission waren abgeordnet vom Eisenbahndepartement: die HH. Direktor Winkler, Inspektor Pauli und Kontrollingenieur Labhardt; von der Generaldirektion der S. B. B. die HH. Präsident Weissenbach, Vizepräsident Flury, Obermaschineningenieur Keller und Obertelegrapheninspektor Frey; von der schweizerischen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb die HH. Ing. Eckinger und Ing. Thormann. Ausserdem hatten sich von dieser Kommission angeschlossen die HH. Boveri und Ing. Thomann.

Von italienischer Seite waren der Minister der öffentlichen Arbeiten, S. E. Comm. Carlo Ferraris mit seinem Sekretär Cav. Pellegrini, sowie der italienische Gesandte in der Schweiz, S. E. Graf Magliano erschienen. Ausserdem hatte die italienische Regierung der schweizerischen Abordnung, mit deren technischer Leitung Direktor Winkler vom Eisenbahndepartement beauftragt worden war, als Begleitung die gleiche Kommission beigegeben, die seinerzeit die amtliche Prüfung und Abnahme der betreffenden Bahnlagen vorgenommen hatte. Sie bestand aus den HH. Comm. Crosa, k. Oberinspektor, als Präsident, Cav. Prof. Arnò, Cav. Ing. Bianchini, Oberinspektor, Cav. Ing. Grismayer und Cav. Ing. Celeri, Inspektoren der Staatsbahnen.

Die betriebstechnischen Abordnungen wurden geleitet von den HH. Comm. Alzona, Direktor des Kreises Mailand, und Cav. Serani, Oberinspektor der Staatsbahnen.

Auf den Veltlinerlinien begleitete die Fahrten auch der Direktor der Adriatischen Bahnen, Comm. Borgnini, dem der Erfolg der Elektrifikation dieser Bahnen zu verdanken ist, und dessen hervorragende Körper- und Geistesfrische bei seinen 75 Jahren allgemein bewundert wurde. Die Firma Ganz & Cie. hatte ihren Direktor Ing. K. v. Kandò, gesandt. Auf der Linie Mailand-Varese-Porto-Ceresio war die frühere Eigentümerin, die Mittelmeerbahn, durch Generaldirektor Comm. Oliva, und die Erbauerin, die Gesellschaft Thomson-Houston, durch ihren Direktor Ing. Pollack vertreten. Im weitem war zur Auskunftserteilung ein Stab tüchtiger Ingenieure da, die beim Bau der verschiedenen Anlagen mitgearbeitet hatten und mit allen Einzelheiten derselben vertraut waren.

Nachdem die schweizerischen Delegierten am 16. Oktober abends in Mailand eingetroffen und am Bahnhof von den italienischen Kollegen begrüsst worden waren, verreiste am folgenden Morgen die ganze Gesellschaft mit dem kursmässigen Schnellzuge von 9^h 38 nach Lecco.

Hier beginnt die elektrische Bahn nach Colico, die sich bei dieser Station in die Linien nach Chiavenna und Sondrio teilt.

Wir geben im Nachstehenden die wichtigsten Daten über die baulichen Verhältnisse dieser Strecken:

	Lecco-Colico	Colico-Chiavenna	Colico-Sondrio
Spurweite	1445 mm	1445 mm	1445 mm
Länge	39 km	27 km	41 km
Max. Steigung	10 ‰	20 ‰*	17 ‰
Min. Radius	300 m	300 m	400 m**
Planumbreite	5,00 m	4,40 m	4,40 m

* infolge Linienerlegung zurzeit an einer Stelle 22 ‰,
** an einer Stelle 300 m.

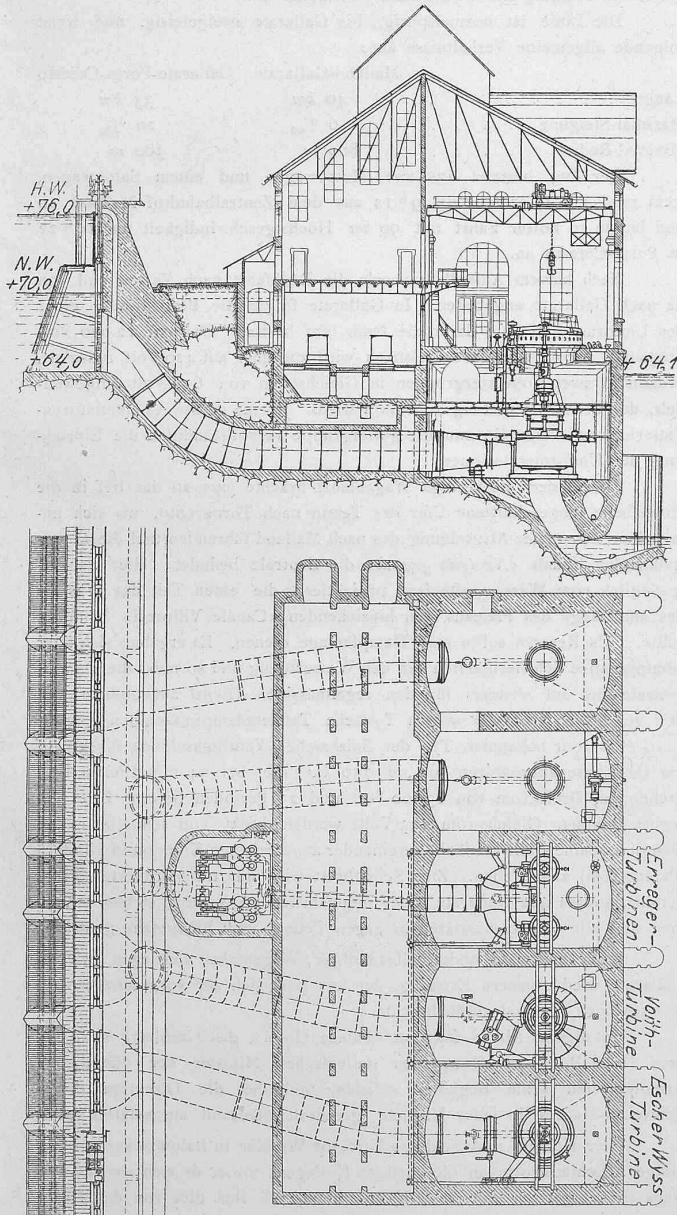


Abb. 9. Das Maschinenhaus der Glommen-Anlage.

Querschnitt bei der Escher Wyss-Turbine und Grundriss. — 1 : 500.

die Schwankung des Unterwasserspiegels fast genau gleich derjenigen des Oberwasserspiegels gehalten werden, wodurch sich ein nahezu konstantes Gefälle ergibt und auch die Turbinen wesentlich vereinfacht bzw. verkleinert werden. Der Hauptvorteil aber würde im vorliegenden Falle darin gelegen haben, dass die erste Zentrale für etwa 20 000 P. S. mit einem Gefälle von 10 m rasch und billig erstellt werden konnte, welche Kraft auf lange hinaus für die Bedürfnisse ausgereicht hätte. In Gegenden wie Kykkelsrud, in denen die Verwendung der Kraft nur langsamer Entfaltung fähig ist, und bei so bedeutender Gesamtkraft dürfte eine solche oder ähnliche Teilung der Zentralen