

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 67/68 (1916)
Heft: 18

Artikel: Das Stauwehr bei Vissoye des Elektrizitätswerkes der Gemeinde Siders
Autor: Breuer, K.A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-33004>

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: 15.03.2025

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

Kurven durch die gestrichelten ersetzen und dann die, diesen entsprechenden Flächen leicht so weit verkleinern kann, dass sie den richtigen Mittelwert ergeben, die grösste und die kleinste Ordinate bei gleich bleibender Abszisse gleich belassen und doch noch eine genügende Aehnlichkeit der korrigierten Fläche mit der unkorrigierten Fläche zum Ausdruck bringen. In Abbildung 5 sind die derart korrigierten Flächen sichtbar gemacht; weiter enthält diese Abbildung auch die Diagramme der Momentanverluste, die zwischen dem Radumfang und den für einen Betrieb mittels Einphasenstrom von 15 000 Volt und 15 Per. benötigten Primär-Sammelschienen von drei Transformatorstationen in Sempach, Zofingen und Sissach zu berücksichtigen sind. Es können nun die benötigten Wirkungsgrade $\eta_{m\tau}$ und $\bar{\eta}_\tau$ vom Radumfang bis zu den genannten Primär-Sammelschienen ohne weiteres der Abbildung entnommen werden und zwar wie folgt:

Für den Jahresbetrieb:

$$\eta_{m\tau} = \frac{\text{Strecke } OA'}{\text{Strecke } (OA' + oa')} = \frac{15\,050}{15\,050 + 4\,050} = 0,79$$

$$\bar{\eta}_\tau = \frac{\text{Ordinatenmittel } (OABCD)}{\text{Ordinatenmittel } (OABCD + abcdeo^*)} = \frac{4390}{4390 + 1530} = 0,74$$

Für den Durchschnittsverkehr:

$$\eta_{m\tau} = \frac{\text{Strecke } OA}{\text{Strecke } (OA + oa)} = \frac{10\,500}{10\,500 + 3\,100} = 0,77$$

$$\bar{\eta}_\tau = \frac{\text{Ordinatenmittel } (OABCD)}{\text{Ordinatenmittel } (OABCD + abcdeo^*)} = \frac{4390}{4390 + 1530} = 0,74$$

Für den Maximalverkehr:

$$\eta_{m\tau} = \frac{\text{Strecke } OA'}{\text{Strecke } (OA' + oa')} = \frac{15\,050}{15\,050 + 4\,050} = 0,79$$

$$\bar{\eta}_\tau = \frac{\text{Ord. Mittel } (OA'B'C'D')}{\text{Ord. Mittel } (OA'B'C'D' + oa'b'c'd'e'o')} = \frac{5510}{5510 + 1780} = 0,76$$

Man erhält damit die Schwankungsverhältnisse:

$$k_\tau = \infty 3,2 \text{ im Jahresbetrieb}$$

$$k_\tau = \infty 2,35 \text{ im Durchschnittsverkehr}$$

$$k_\tau = \infty 2,65 \text{ im Maximalverkehr.}$$

Wird nun vorausgesetzt, die Stromversorgung der genannten Transformatorstationen erfolge mittels Einphasenstrom, der bei etwa 75 000 Volt Uebertragungsspannung aus hydro-elektrischen Kraftwerken der Urschweiz bezogen werde, dann liefert eine entsprechende graphische Rechnung für die Schwankungsverhältnisse an den Turbinenwellen der Kraftwerke:

$$k_\tau = \infty 3,0 \text{ im Jahresbetrieb}$$

$$k_\tau = \infty 2,15 \text{ im Durchschnittsverkehr}$$

$$k_\tau = \infty 2,4 \text{ im Maximalverkehr.}$$

Auf die Mitteilung weiterer Ergebnisse aus den Untersuchungen der Schwankungen des Kraftbedarfs für den S. B. B.-Kreis II darf nun aus dem Grunde verzichtet werden, da an Hand der hier veröffentlichten Daten bereits alle irgendwie bedeutenden Gesichtspunkte, die aus solchen Untersuchungen gewonnen werden können, ersichtlich sind.

Das Stauwehr bei Vissoye des Elektrizitätswerkes der Gemeinde Siders.

Von Ingenieur K. A. Breuer.

Allgemeines. Im Jahre 1908 entschloss sich die Gemeinde Siders zur Anlage eines eigenen Elektrizitätswerkes und erwarb von der „Société Electrique du Val d'Anniviers“ die an der Navizence im Eifischtal (Val d'Anniviers) gelegene kleine Zentrale, die zur Beleuchtung der Ortschaften und Saison-Hotels dieses interessanten Wallisertales diente, zeitweise auch Kraft zum Stollenbau des Navizencewerkes in Chippis der Aluminium-Industrie - A.-G. Neuhausen abzugeben hatte.¹⁾ Die konzedierte Gefällsstufe von 91,50 m reicht vom Stauwehr der A.I.A.G. beim Pont de St. Jean bei Vissoye aufwärts bis zur alten Wasserfassung des kleinen Werkes, dessen 1903/1904 gebaute Zentrale nur das obere Teilgefälle von etwa 45 m ausnützte.

¹⁾ Vergl. dessen Beschreibung in Bd. LVIII, S. 97 u. ff. (Aug. 1911).

Zur Verwertung des Gesamtgefälles musste dieses ältere Werk aufgegeben werden. Durch Gemeindebeschluss vom 28. Juni 1908 wurde ein ganz neues Projekt genehmigt, das den Bau einer modernen Zentrale vorsah, deren Leistung bei Niederwasser etwa 1000 PS, bei Mittelwasser etwa 1350 PS erreichen sollte. Durch die infolge Versetzung des Stauwehres flussabwärts erfolgte Verminderung des nützlichen Gefälles auf 81,50 m (netto 75 m), stellte sich die Leistungsfähigkeit des neuen Werkes auf rund 850 bis 900 PS bei Niederwasser und auf 1200 PS bei Mittelwasser, wobei selbstverständlich das im Sommer während vier Monaten zur Verfügung stehende Schmelzwasser der Gletscher nicht in Betracht gezogen wird. Trotz dieser reduzierten Leistung stellt das Elektrizitätswerk von Siders die grösste derartige Gemeindeunternehmung im Kanton Wallis dar.

Die geologischen Verhältnisse des Talgrundes der Navizence, die unterhalb Vissoye die grosse Moräne des früheren Zinalgletschers durchfurcht, und in deren Bett und Ufer keinerlei kompakte Felsenformationen zum Vorschein kommen, brachten es mit sich, dass von der Projektierung eines Zuleitungsstollens abgesehen wurde, und die Unterdrucksetzung des Wassers vom Wehr aus ins Auge gefasst werden musste. Bekanntlich wählt man diese Lösung nur dann, wenn sie nicht zu umgehen ist, indem man in der Regel das Gefälle, zwecks Abminderung der lästigen Druckschwankungen in der Rohrleitung, auf eine möglichst kurze Strecke zu konzentrieren trachtet. Die Länge der hier projektierten Druckleitung betrug rund 1380 m, was für das verfügbare Gefälle ziemlich bedeutend ist. Auf der oberen Strecke von etwa 600 m sollte diese aus der alten Leitung von 550 mm Durchmesser und einer neu zu verlegenden von 850 mm Lichtweite bestehen, während für die untere neue Strecke von rund 780 m ein einziger Rohrstrang von 1000 mm Durchmesser gewählt wurde. Auf diese Weise hoffte man einen Teil der bestehenden Wehranlage und die Rohrleitung des alten Werkes verwerten zu können. Die wichtigsten Bauarbeiten des neuen Werkes wurden im Spätsommer 1908 und während der Bauperiode des Jahres 1909 ausgeführt, und es konnte um Neujahr 1909/10 die Zentrale dem Betrieb übergeben werden.

Der Beginn des Betriebes war kein glücklicher, indem sich im Februar 1910 eine bedrohliche Rutschung am rechten Ufers der Navizence, zunächst des alten, umgebauten Wehres geltend machte, die nach kurzer Zeit solchen Umfang annahm, dass der Betrieb des Kraftwerks ernstlich in Frage gestellt wurde. Wie erinnerlich fanden im Winter 1909/10 fast in der ganzen Schweiz, insbesondere auch in dem von Winterregen normalerweise verschonten Wallis, bedeutende Regengüsse statt, und es waren grössere Terrain- und Strassenrutschungen an der Tagesordnung. Insbesondere dürften die Ende Januar 1910 im Eifischtal während mehrerer Tagen gefallenen Regengüsse die Ursache zu der katastrophalen Rutschung sein, der das Wehr der Elektrizitäts-Unternehmung der Gemeinde Siders schliesslich zum Opfer fiel. Es wurde langsam aber stetig, von Anfang Februar bis Ende März, etwa 2 m senkrecht zum Sturzbachstrich verschoben, und fiel schliesslich, nachdem die Stützmauern der Wasserfassungskammer abgescheert waren, infolge Spaltung von Sohle und Betondecke, vollständig zusammen. Zur Aufrechterhaltung des Betriebes musste eine provisorische Wasserfassung ausserhalb des Klärbeckens organisiert werden.

Auf die Untersuchung der Ursachen der Uferbrüche soll hier nicht näher eingetreten werden. Das Gutachten der von der Gemeinde bestellten Expertenkommission, die aus dem verstorbenen Kantonsingenieur Amédée Gremaud und Kulturingenieur Louis Techtermann aus Freiburg bestand, klärte die Gefahren des Moränegelandes ab und veranlasste eine sorgfältige Drainierung des Druckleitungstracé, während man andererseits von einer Konsolidierung des ungefähr 15 000 m³ Material aufweisenden Rutschgebietes, die von interessierter Seite verlangt worden

war, Abstand nahm. Grundsätzlich wurde auch die Wahl der Baustelle für das neu zu erstellende Wehr flussabwärts der gefährlichen Zone gutgeheissen. Am 30. März 1910 beschloss die Gemeinde Siders, die Bauleitung des fertig zu erstellenden Elektrizitätswerkes, sowie die Ab-

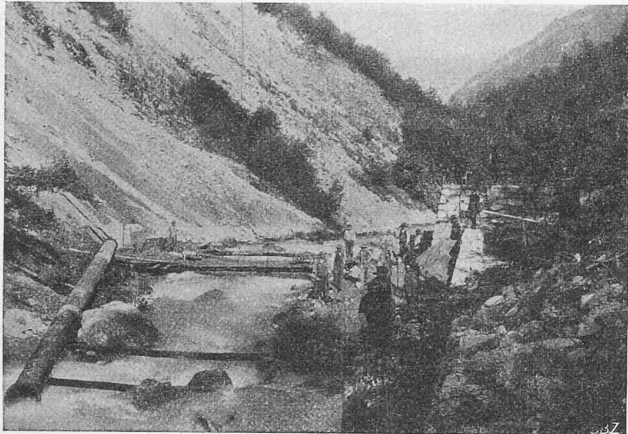


Abb. 2. Die Baustelle flussabwärts gesehen (25. Sept. 1910).

Projektierung des neuen Wehrs. Das während der Periode der Nieder- und Mittelwasserstände (Anfang Oktober bis Ende April) zu erstellende neue Wehr war ursprünglich in üblicher Weise projektiert, d. h. mit Wasserfassung und Klärbecken bezw. Wasserschloss auf dem rechten

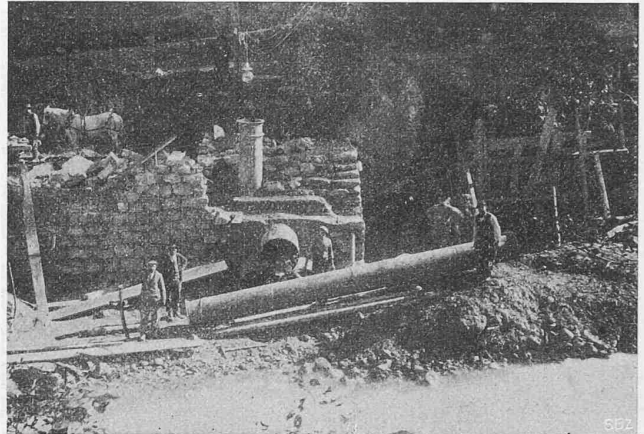


Abb. 3. Widerlager rechts mit Luftkamin (9. Okt. 1910).

wicklung aller bestehenden Schwierigkeiten mit den Unternehmern, dem Berichterstatter zu übertragen. Insbesondere waren auch die erforderlichen provisorischen Massnahmen zur Sicherstellung des Betriebes an die Hand zu nehmen.

Provisorischer Betrieb. Es handelte sich vor allem darum, ein provisorisches Wehr ausserhalb der gefährlichen Uferpartie zu erstellen, das unterhalb der für das neue, definitive Wehr gewählten Baustelle liegen sollte, zwecks bequemen Anschlusses der alten und Legung der neuen Druckleitung der oberen Zone, die nur auf die halbe Länge fertig montiert war. Man entschloss sich, mit Rücksicht auf die drohende Schneeschmelze und die kurze Bauzeit, zu einer Konstruktion aus Holz, die 290 m unterhalb des zerstörten Wehres zu liegen kam, und aus in das Flussbett eingebauten Holzböcken bestand, mit Einschaltung aus Lärchenstangen. Der Innenraum des so gebildeten Holzwehres wurde mit einer Steinpackung ausgefüllt und die flussaufwärts gerichtete Stauwand überdies mit Laub, Moos und Erde abgedichtet. Diese Konstruktion hat sich in der Folge gut bewährt und steht heute noch. Für die Wasserfassung diente eine gemauerte Kammer, mit Grobrechen und Eintrittschütze versehen, als Zuleitungskanal die vorhandenen, provisorisch verlegten Röhren von 850 mm und als Wasserschloss eine Holzkiste mit Ueberlauf, an welche die alte Druckleitung von 550 mm angeschlossen wurde. Dieses provisorische Wasserschloss hatte in halber Höhe ein horizontal montiertes, gelochtes Blech als Feinrechen. Die 550 mm-Leitung mündete unterhalb der alten Zentrale bereits in die neue Leitung mittels eines Hosenrohres von 550/1000/850 mm ein; die Abzweigung des letzteren für die 850 mm-Leitung war vorläufig, bis zur Fertigstellung dieses Stranges, mittels eines Flanschendeckels abgeschlossen.

Der provisorische Betrieb mit reduziertem Gefälle von etwa 62 m dauerte von Mai 1910 bis Mai 1911; er führte zu keinerlei Anständen, da die Belastung der Turbinen eine geringe war. Die damals im Bau befindliche Drahtseilbahn Sierre-Montana-Vermala beanspruchte bis zu ihrer Eröffnung (im September 1911) nur geringe Energiemengen und auch der übrige Strom-Verbrauch war ein beschränkter. Auf einen grossen Vorteil des provisorischen Wehres soll hingewiesen werden: es war die Möglichkeit gegeben, auch nach Inbetriebsetzung des neuen Wehres, dieses ohne längere Unterbrechung des Betriebes periodisch abzustellen; es wurde hiervon im Interesse einer gewissenhaften Uebernahme und genauen Ueberwachung des neuen Bauwerkes mehrfach Gebrauch gemacht, und die hierbei gesammelten Erfahrungen verwertet. Erst im Jahre 1914 wurde das Provisorium der Wasserfassung aufgegeben.

Navizence-Ufer, zum direkten Anschluss an die bestehende alte und an die zu verlegende neue Druckleitung. Das Hauptaugenmerk musste hierbei auf einen möglichst geringen Gefällsverlust zwischen der ursprünglichen, auf Kote 1210,95 gelegenen und der neuen Wehrkrone gerichtet werden, der 6 bis 6½ Meter nicht übersteigen sollte, zwecks Wahrung eines noch genügend günstigen Wirkungsgrades der zwei aufgestellten, für ein Nettogefälle von 80 m gebauten Pelton-Turbinen von je 350 PS.

Für die Einbindung der projektierten neuen Wasserfassung bot sich knapp unterhalb der gefährlichen Rutschzone ein natürliches Widerlager in Form eines grossen Granitfindlings am rechten Navizence-Ufer, der dann im ausgeführten Projekt als Widerlager des eigentlichen Wehrkörpers diente. Aus der gewaltigen Geschiebeführung der Navizence¹⁾ ergab sich die Notwendigkeit, die Wasserfassung einige Meter oberhalb des Wehrkörpers anzulegen, was indessen eine bei den wenig günstigen Uferverhältnissen unerwünschte Verbreiterung des Wildbachbettes bedingte. Ein durchgerechneter erster Entwurf mit der erwünschten Minimalkote von 1204,50 m ü. M. für die Wehrkrone führte zu einer teuren Konstruktion, indem auch das Wasserschloss mit Klärbecken infolge erheblicher Ueberbauung des natürlichen Geländes ein kostspieliges Bauwerk ergab.

Aus diesen Gründen wurde in zweiter Linie ein Wehr projektiert, mit dem Staukörper in der bautechnisch-wirtschaftlich günstigsten Stelle des Navizencebettes, mit Anlehnung an den schon genannten Granitfindling auf dem rechten Ufer. Dabei musste die Wasserfassung vom Wasserschloss getrennt werden, was nur durch Versetzung der ersteren auf das entgegengesetzte Ufer möglich war. Durch diese Anordnung wurde erreicht, dass sich der Kostenvoranschlag, bei gleicher Staukote und nur 4,05 m Wehrhöhe, bedeutend niedriger stellte, da auch das Wasserschloss an der wirtschaftlich und bautechnisch günstigsten Stelle unterhalb des Wehres projektiert werden konnte. Der Materialaufwand war, im Vergleich zum ersten Projekt, etwa 70% geringer. Diese eigenartige Anordnung bedingte die Notwendigkeit der Ueberführung des gefassten Wassers vom linken auf das rechte Navizence-Ufer, was in einfachster Weise durch den Wehrkörper selbst stattfand. Es wurden zu diesem Zwecke die vorhandenen, aus der Verkürzung der Druckleitung in der gefährdeten Zone verfügbar gewordenen Stahlblechrohre von 850 mm Lichtweite verwendet. Dem Stauwehr ist gleichzeitig die Funktion eines

¹⁾ Vergl. hierüber den eingangs zitierten Aufsatz von Ing. J. Büchi vom August 1911.

Dücker überwiesen; es kann das Wasser unter einem beliebigen Drucke den Wehrkern durchfliessen, ohne dass man betreffs Dichtigkeit und Abnutzung des Syphons besorgt zu sein braucht. Tatsächlich durchfliesst es den Wehrkern unter einem mittleren Wasserdruck von 3 m.

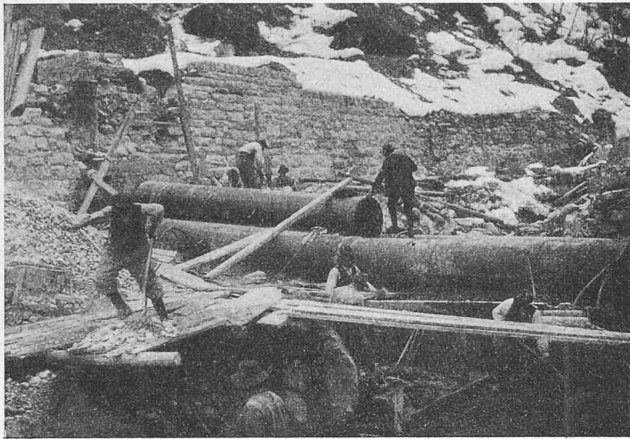


Abb. 4. Montage der Röhren im Wehrkern (20. März 1911).

Beschreibung des Stauwehrs.

Die Hauptschwierigkeit des Unternehmens lag in der knapp bemessenen Bauzeit und der ungünstigen Lage des Bauplatzes, sowohl was die Höhenlage als auch die Fahrverbindungen mit Siders anbetrifft. Die Zufuhr der Baumaterialien gestaltete sich umständlich, und die wechselnden Witterungsverhältnisse liessen manchen Zeitverlust gewärtigen.

Diese Schwierigkeiten haben bewirkt, dass das Wehr, mit Ausnahme der Klärkammer, innerhalb der ursprünglich festgesetzten Bauzeit, d. h. bis Jahresschluss 1910, nur im Rohbau bzw. als Fundament fertig wurde. Glücklicherweise konnte der Bau im Jahre 1911 vor Eintritt des Sommer-Hochwassers beendet werden.

Wie aus den Plänen (Abb. 1) ersichtlich, besteht das Bauwerk aus dem eigentlichen *Stauwehr*, der linksufrigen *Wasserfassung* mit Zuleitungskanal bis hinter dem Wehrkern, dem rechtsufrigen *Widerlager mit Wasserkammer*, der

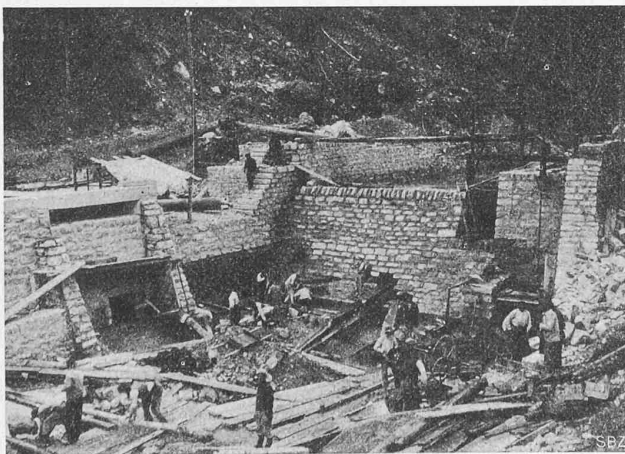


Abb. 7. Baugrube des Sturzbettes, Klärkammer (25. April 1911).

Verbindungsleitung zwischen rechtem Widerlager und Klärkammer mit *Wasserschloss*.

Das *Stauwehr* ist ein zum Wasserlauf senkrecht gelagertes Ueberfallwehr. Sein Querschnitt ist trapezförmig mit ungleichen Böschungen, $\frac{1}{3}$ auf der Wasser-, $\frac{2}{3}$ auf der Ueberfallseite; die Mauerstärke auf der Höhe des Betonfundaments beträgt 4 m, an der Wehrkrone 1,50 m; im übrigen sei auf die Zeichnung verwiesen. Die Funda-

tionen von Stauwehr und Sturzbett sind in Portlandzementbeton erstellt, während für den eigentlichen Wehrkörper nur Mauerwerk in Betracht kam. Die Verkleidung, sowohl von Wehrkörper als Sturzbett besteht aus horizontal geschichteten Hausteinen von 45 bis 50 cm Schwanzlänge.

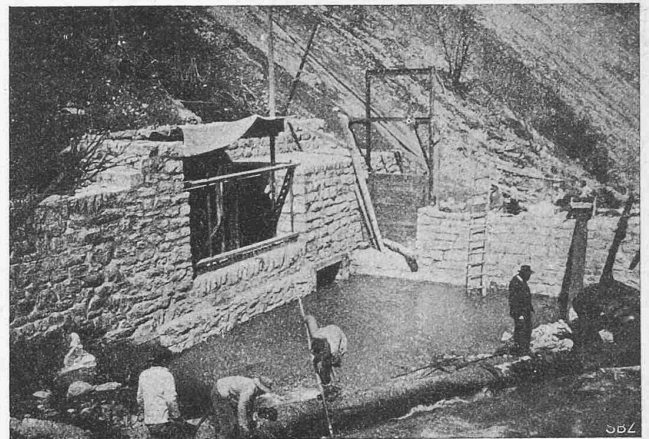


Abb. 5. Einlauf und Regulierschütze (10. April 1911).

Hierzu boten die zunächst der Baustelle zur Verfügung stehenden Findlinge ausgezeichnetes Material. Die ganze Breite des festen Wehres entspricht derjenigen des Wildbachbettes oberhalb der Wasserfassung. Da hier das Wasser unter grosser Geschwindigkeit zufliesst, genügt der Durchgangsquerschnitt auch für die grössten Wassermengen.

Zur Durchleitung des Betriebswassers dienen, wie schon erwähnt, die erübrigten Blechröhren vom 850 mm Durchmesser, die in drei parallel verlegten Strängen von je 12,50 m Länge im Wehrkörper vermauert sind, und zwar in einer Höhenlage, die einen genügend tiefen Einbau der für die Geschiebeabführung und das Reinhalten des Grobrechens so wichtigen Hauptregulierschütze gewährleistet. Der Gesamtdurchgangsquerschnitt dieser Röhren beträgt 1,70 m², was für das mit Einschluss der Spülschleusenverluste zu fassende Wasserquantum von 2 bis 2,5 m³/sek genügt. Das bei Vollbelastung der Zentrale in der Periode des Mittelwasserstandes beanspruchte Wasserquantum

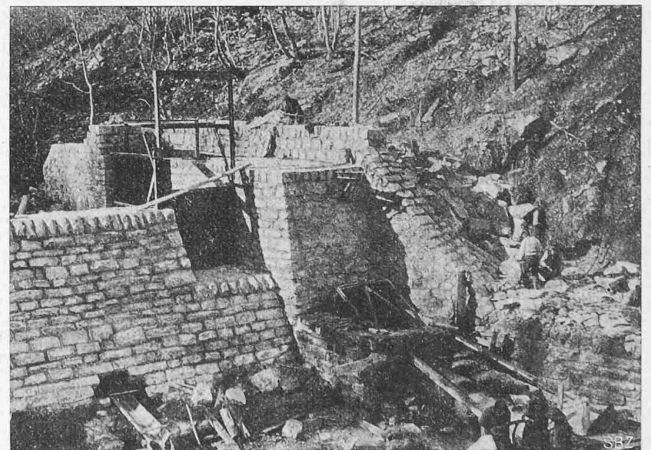


Abb. 6. Regulierschütze und Spülschütze (22. April 1911).

dürfte 1,6 m³/sek nicht übersteigen. Während des im Sommer vier bis fünf Monate andauernden Hochwassers, wird die Unterkante der Wasserfassung zur Verhütung des Eintrittes von Geschiebe mittels einer Holzdielenverdümmung um 80 cm erhöht.

Das Sturzbett ist in üblicher Weise mittels eines durchgehenden Fusswehres abgeschlossen; unterhalb desselben befindet sich noch ein sekundäres hölzernes Sturzbett

aus Rundholz von 4,5 m Länge. Die verschiedenen Phasen des Baues, insbesondere die Montage des Stauwehrkerns sind aus den Abbildungen 2 bis 7 ersichtlich.

Wasserfassung. Für diese wurden, in gleicher Weise wie für die übrigen Teile des Bauwerks, die am zerstörten

kerns verläuft, um auch hier den Eintritt des Kiesel zu erschweren. Sowohl der Boden der Wasserfassung als auch die Stufen sind nachträglich mit einem Bohlenbelag versehen worden. Auf der Höhe des Wehrkörpers ist der Wasserführungsstollen gleichzeitig als linkes Widerlager

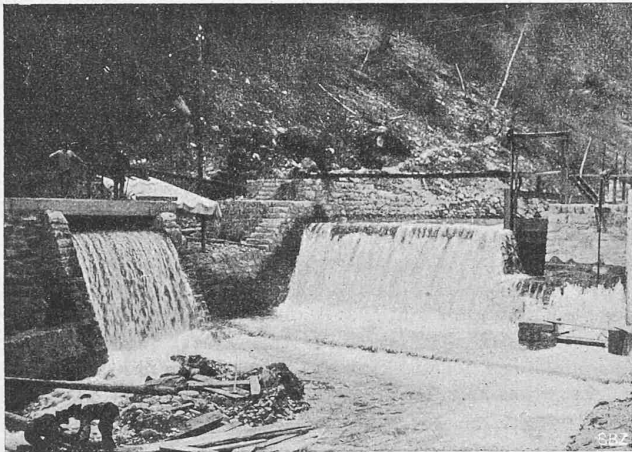


Abb. 8. Gesamtbild nach Inbetriebsetzung (11. Mai 1911).

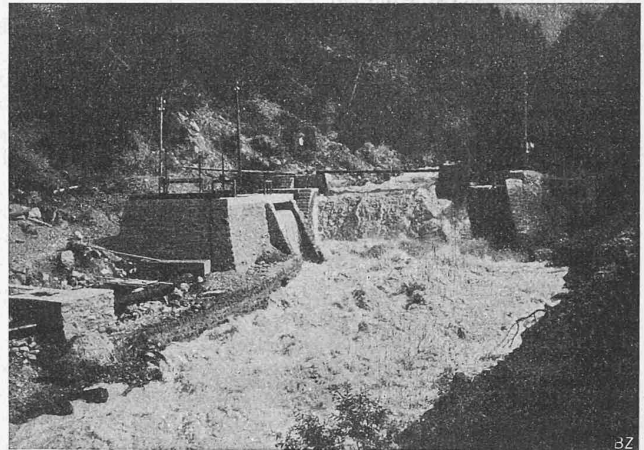


Abb. 9. Gesamtbild bei Hochwasser (26. Juli 1911).

Wehr demontierten Schützen und Zubehörteile verwertet, indem die Mechanismen, Zahnstangen usw. von der Lieferantin, der Firma Rieter & Cie. in Winterthur, repariert, und die Rahmen an Ort und Stelle mit neuen Profileisen montiert wurden. Der 5 m breite Wassereinlauf wird durch zwei Schützen bedient; vor diesen befindet sich der mit Laufsteg versehene Grobrechen aus ausziehbaren, zweizölligen Gasröhren.

gedacht, und ist das Gewölbe mittels Profileisen-Einlagen verstärkt worden. Der Drehpunkt der Spülschütze, die sich in der gewählten Anordnung als Segmentschütze bestens bewährt hat, ist in einem Betonansatz der Stützmauer und in einem Maueraufsatz des Sturzbettes verankert. Die Breite der Segmentschütze von 1,50 m entspricht jener des Wasserfassungsstollens und gewährleistet somit dem abzuführenden Grobkies unbehinderten Durchgang.

Das Stauwehr in der Navizence bei Vissoye des Elektrizitätswerks der Gemeinde Siders.

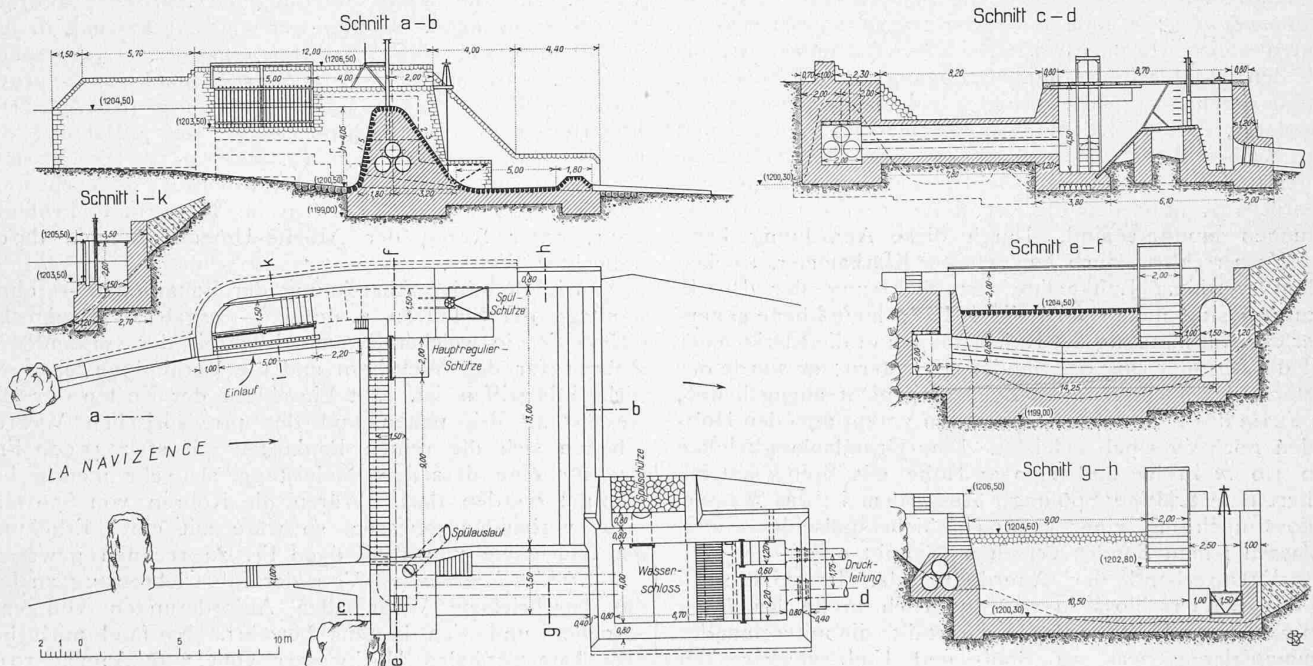


Abb. 1. Grundriss und Schnitte des Stauwehrs samt Einlauf und Wasserschloss. — Masstab 1 : 350.

Auf die Länge der Schützen wurde der Wasserfassungskanal mit Lärchendielen abgedeckt; eine ausgesparte Falle führt zu einer Eisenleiter, die auf den Boden des Fassungskanals und von dort zur Segmentschütze (Spülschütze) führt. Flussabwärts des Reches ist der Fassungskanal von 1,50 m lichter Breite überwölbt (Schnitt e f); die Sohle führt mit drei Stufen zum Fallboden der Spülschütze hinab, der unterhalb der vorspringenden Rohransätze des Wehr-

Es muss hier besonders darauf hingewiesen werden, dass die Abscheidung des Grobkiesel vor dem Wehrern durch die gegebene Brechung der Wasserführung unter einem Winkel von 90 Grad sehr gefördert wird. Im Sommer ist selbstverständlich auf eine reichliche Spülung der Wasserfassungskammer Bedacht zu nehmen, was mittels der Segmentschütze in einfachster und müheloser Weise durch den Maschinenisten der Zentrale geschieht; eine

besondere Wartung des Wehres hat sich als nicht erforderlich erwiesen.

Im *rechtsufrigen Widerlager* des Stauwehres ist eine Kammer von $2 \times 2 \times 2$ Meter Lichtraum ausgespart, in welche die Rohrleitungen des Wehrkörpers einmünden. Diese Kammer ist mit einer armierten Betonplatte abgedeckt, über die die Mauerung bis zur Auflaghöhe des Bedienungsteges weitergeführt ist. Sie ist auch mit einem Luftkamin von 550 mm Durchmesser versehen und durch die Rohrleitungen, entweder vom Wasserfassungsstollen oder der Klärkammer aus, zugänglich. Ein kleiner Schieber-Spülauslass mündet in das Sturzbett und dient zur Entfernung des Kleinkieses. Das Gestänge dieses Schiebers führt durch das genannte Luftkamin zum Spindeltriebgestell.

Rechtwinklig zu den Rohrleitungen des Wehres zweigen von der Widerlagerkammer die gleichartig montierten Verbindungsleitungen für die Ueberführung des Betriebswassers in die Klärkammer ab; sie sind horizontal verlegt, haben je 850 mm Durchmesser und je 10 m Länge, und sind in die rechte Uferstützmauer bzw. Begrenzungsmauer des Sturzbettes einbetoniert. Durch die wiederholte Brechung des Wasserzuflusses in der Kammer wird eine nochmalige Absonderung des Feinkieses erzielt.

Die Teilung des Durchflussquerschnittes in drei Röhren bietet den Vorteil, dass eine Verstopfung der Wasserüberführung nicht zu befürchten ist, indem zum Mindesten die obere Röhre, bei der entsprechend gesteigerten Wassergeschwindigkeit, frei von Material bleibt. Tatsächlich hat der nunmehr vierjährige Betrieb des Wehres keinerlei Betriebsstörung gezeitigt. Zu erwähnen ist noch der Bedienungsteg, der über dem Wehrkörper verläuft, und auf dem linken Ufer mit demjenigen der Hauptregulierschütze verbunden ist.

Klärkammer und Wasserschloss. Dieses Bauobjekt hat eine lichte Länge von 8,70 m und eine Breite von 4,0 m bei 4,50 m grösster Tiefe. Seine Fundamente, die bereits in der Zeit des Hochwassers ausgeführt wurden, sind in Portlandzement-Beton erstellt, die Seitenwände in Bruchsteinmauerwerk; Wände und Boden tragen den bei Wasserbauten üblichen Zementverputz. Die Klärkammer ist, bis auf den rechteckigen, offenen Zugang zum Feinrechen, mittels einer Betonplatte mit Profileiseneinlage von 15 cm abgedeckt, die als Bedienungsboden für die Schützen und den Rechen dient. Eine unter 45° geneigte Betonplatte führt vom Boden der Klärkammer zum Auflagerpunkt des Feinrechens, hinter dem die Regulierschützen für die Druckleitungen montiert sind. Durch diese Anordnung kann das Wasserschloss, auch bei gefüllter Klärkammer, trocken gelegt werden. Luftkamme zur Sicherung der Druckleitungen sind nicht erforderlich. Die schiefe Ebene gegenüber der Ausmündung der Rohrleitungen in die Klärkammer soll die Absonderung des Sandes erleichtern; es wurde der letztern, durch einen in der Zeichnung nicht angegebenen, am Fusse des Feinrechens montierten vorspringenden Holzboden noch Vorschub geleistet. Eine Grundablass-Schütze von 1,0 m Breite und 1,50 m Höhe mit Spindeltrieb sichert eine kräftige Spülung. Ausserdem ist das Wasserschloss noch mit einer kleinen Schieberspülschleuse zum Ablassen feinen Sandes versehen (Schnitt c-d).

Entsprechend der Anordnung der Druckleitungen ist das Wasserschloss in zwei ungleich breite Kammern von 2,20 m und 1,20 m Breite eingeteilt, die untereinander kommunizieren, was zu Spül- und Umleitungszwecken während des Baues angeordnet wurde. Der Wasserstand im Wasserschloss entspricht der jeweiligen Stauhöhe der Navizence; der Gefällsverlust ist unbedeutend.

Zum Verständnis des Arbeitsvorganges bei Trockenlegung des Wildbachbettes während der verschiedenen Bauperioden, die sich begrifflicherweise rasch folgten, muss noch erwähnt werden, dass die Sohle der Klärkammer mit derjenigen der zwei Wasserschlösser durch zwei parallel nebeneinander verlegte Rohre von 550 mm lichter Weite kommunizierend verbunden worden waren. Dadurch wurde gewährleistet, dass das Navizence-Wasser durch die fertig

erstellte Klärkammer bei geschlossener Bodenschütze in das Wasserschloss umgeleitet werden konnte, bevor der Stau hinter dem Wehr in Wirksamkeit trat. Diese Vorsichtsmassregel hat sich im Verlaufe des Baues als recht glücklich erwiesen, indem die Baugrube des Sturzbettes ohne Rücksicht auf das Stauwehr trocken gelegt werden konnte.

Die Abbildungen 4 bis 7 zeigen den Bauplatz bei trocken gelegtem Wildbachbett, Abb. 8 und 9 die Gesamtansicht des Wehres nach der Inbetriebsetzung.

Bauprogramm, Bauzeit und Baukosten. Der Zuschlag der Arbeiten an den Unternehmer der frühern Wasserbauten, Hrn. D. Clivaz in Siders, erfolgte am 27. Juli 1910; die Eröffnung des Bauplatzes fand am 9. August statt. Unter Ausnützung der schon erwähnten Eindämmung der Navizence auf dem rechten Ufer wurde in erster Linie die Klärkammer erstellt; erst Anfang Oktober konnte mit den Fundationen der Wasserfassung begonnen werden (Abb. 3). Mitte Oktober waren die Bauten am rechten Ufer genügend vorgeschritten, um am 20. Oktober die erste Ableitung der Navizence vorzunehmen, und zwar direkt in die Kammer des rechtsufrigen Widerlagers, vermöge einer Aussparung im Mauermassiv. Das abgeleitete Wasser durchfloss die Verbindungsleitungen und kehrte durch den Grundablass der Klärkammer wieder in das Bett zurück. Später wurde dann die Umleitung des Wassers durch das Wasserschloss mittels der oben erwähnten Bodenröhren durchgeführt. In dieser Periode (Ende Oktober bis Mitte November) wurde an den Fundamenten des Stauwehres gearbeitet, das sehr im Rückstand war. Leider verschlechterte sich das Wetter zusehends, sodass am 19. November 1910 der Bauplatz für den kommenden Winter geschlossen werden musste.

Die Wiederaufnahme der Arbeiten erfolgte am 10. März 1911 und es wurde zunächst vor allem die Staumauer gefördert, wie es die photographischen Aufnahmen (Abb. 4 bis 7) veranschaulichen. Nachdem die Staumauer auf die Höhe der obersten Rohrleitung fertig erstellt und die Montage der Segmentschütze in die Wege geleitet war, konnte am 10. April die zweite Ableitung der Navizence auf das linke Ufer erfolgen. Hierzu war eine Aussparung in der Einfassungsmauer des Wasserfassungsstollens vorgesehen worden, die später unter Zuhilfenahme einer provisorischen Falle trocken zugemauert wurde (Abb. 5). Die Inbetriebsetzung des Wehres erfolgte am 7. Mai und die provisorische Abnahme am 17. Mai 1911. Die gesamte Bauzeit betrug etwa fünf Monate, wovon $14\frac{1}{2}$ Wochen im Herbst 1910 und $7\frac{1}{2}$ Wochen im Winter und Frühling 1911, unter Abzug der Arbeits-Unterbrechungen durch schlechtes Wetter.

Die definitive Abrechnung der Bauarbeiten — ohne Montage der Schützen u. dergl. — ergab als Baukosten 37800 Fr., in welcher Summe der Preis der vorhandenen Röhren für den Wehrkern und die Verbindungsleitungen nicht inbegriffen ist. Mit Einschluss der Kosten für die Ausrüstung des neuen und des provisorischen Wehres erhöhen sich die reinen Baukosten auf etwa 45000 Fr., was für eine derartige Bauleistung als sehr niedrig bezeichnet werden darf. Wären die Röhren von 850 mm nicht vorhanden gewesen, so wäre mit einer Erhöhung der Bausumme von rund 6500 Fr. zu rechnen gewesen.

Schlussbemerkung Von der Inbetriebsetzung an hat das beschriebene Wehr allen Anforderungen voll entsprochen und sich bestens bewährt. Es fand auch bei dem katastrophalen Hochwasser vom 5./6. August 1914 keinerlei Betriebsstörung der Zentrale statt. Das erste Hochwasser des Baujahres, vom 25. bis 28. Juli, das die Abbildung 9 veranschaulicht, hatte zwar ein Durchschlagen des Sturzbettes unterhalb der Hauptschütze zur Folge. Dieser Schaden ist im März 1912 auf Kosten der Unternehmung repariert worden, nachdem er als Folge nachlässiger Ausführung der Sturzbettmauerung erkannt worden war. Um für die Zukunft die Abnutzung des Fallbodens, der in einem Rundholzbelag bestand, zu vermindern, wurde dieser im Jahre 1914 auf einem geneigten Maueruntersatz montiert.

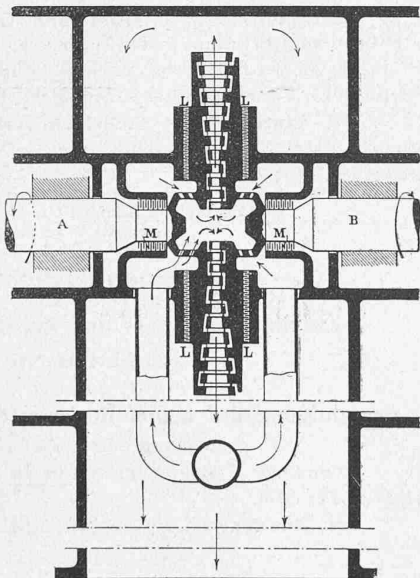
Als Bauführer amtierten in Vissoye vom 15. Juli bis 15. Dezember 1910 Ing. Alfred Meyer aus Basel, und vom 1. März 1911 bis zum Rechnungsabschluss Ing. Victor Loppacher aus Trogen. Der Verfasser spricht diesen Kollegen für ihre energische Unterstützung hiermit auch an dieser Stelle seinen Dank aus.

Das beschriebene Stauwehr ist ein Beispiel einer unter schwierigen Verhältnissen ausgeführten Wasserfassungsanlage an einem Hochgebirgswildbach, und reiht sich, als Beitrag von Ueberfallwehren, den schon bestehenden interessanten Ausführungen im Wallis¹⁾ ergänzend zur Seite. Wenn auch die Besonderheiten der Anlage zum Teil den örtlichen Verhältnissen entsprangen, was eine Verallgemeinerung des angewandten Dückerprinzips nicht ohne weiteres zulässt, so dürfte doch vielleicht in gewissen Fällen hier eine Anregung für neue Kraftwerke im Hochgebirge gefunden werden.

Die Beschreibung einiger interessanter Details der durch diese Wasserfassung der Navizence gespiesenen Zentrale sei einem spätern Nachtrage vorbehalten.

Miscellanea.

Die Radial-Dampfturbine von Ljungström. Die vor einigen Jahren vom schwedischen Ingenieur *B. Ljungström* entworfene Dampfturbine ist eine Ueberdruckturbine mit radial nach aussen gerichteter Dampfströmung und zwei gegenläufigen Scheibenrädern. Wie aus der nebenstehenden schematischen Darstellung ersichtlich ist, besteht sie in der Hauptsache aus zwei Scheibenrädern, die an den Enden zweier voneinander unabhängigen Wellen *A* und *B* fliegend aufgesetzt sind und deren konzentrisch angeordnete Schaufelkränze derart ineinander greifen, dass abwechselnd ein Kranz der einen und ein Kranz der andern Scheibe beaufschlagt wird. Da keine festen Kränze vorhanden sind, drehen sich die beiden Räder in entgegengesetzter Richtung, wobei jeder Schaufelkranz gewissermassen den Leitapparat für den nächsten Kranz bildet. Der Dampfzutritt erfolgt von innen durch den von den beiden Radnaben gebildeten Hohlraum. Zum Ausgleich des Achsialdrucks dienen auf der Rückseite der Scheiben angeordnete Labyrinth *L*, zur Dichtung zwischen den festen und rotierenden Teilen der Turbine gegen aussen die Labyrinth *M*. Infolge der gegenläufigen Bewegung der Räder ist ihre Relativgeschwindigkeit doppelt so hoch, wie bei einer normalen Ueberdruckturbine gleichen Durchmessers mit feststehendem Apparat, was die Ausnutzung eines weit höheren Wärmegefälles in jeder Stufe gestattet. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, ohne Verringerung des Wirkungsgrades die Stufenzahl und damit auch das Gewicht und den Platzbedarf gegenüber der normalen Ueberdruckturbine wesentlich zu vermindern. Ferner ist durch Verwendung besonderer Expansionsstücke die Ausnutzung hochüberhitzten Dampfes ermöglicht.



Die Gegenläufigkeit der beiden Räder bedingt die Anwendung von zwei Generatoren gleicher Leistung pro Einheit, deren Statoren jedoch ohne Zwischenschaltung irgend eines Apparates parallel geschaltet sind, während die rotierenden Feldwicklungen in Serie von einer gemeinsamen, auf der einen Welle sitzenden Erregermaschine gespiesen werden.

¹⁾ Vergl. auch Wasserfassung und Kläranlagen des Kraftwerkes Ackersand in Bd. LIV, S. 264 (6. November 1909).

Ausführliche Beschreibungen der Ljungström-Dampfturbine sind seinerzeit in verschiedenen Fachzeitschriften erschienen¹⁾, sodass wir davon absehen, über deren Konstruktion Ausführlicheres zu berichten. Die Turbine hat neben andern zahlreichen Ausführungen für Leistungen von 350 bis 7000 PS neuerdings auch für einen turbo-elektrischen Schiffsantrieb auf dem schwedischen Küstenfrachtdampfer „Mjölner“ von 2250 t Wasserverdrängung Verwendung gefunden. Nach „Génie civil“ vom 1. Januar 1916 umfasst die betreffende Stromerzeugungsanlage zwei Generatoren von je 400 kW bei 7200 Uml/min, die gemeinsam von der Turbine angetrieben werden und Drehstrom von 500 V und 120 Per. abgeben. Zwei Asynchronmotoren mit 500 Uml/min treiben mittels Zahnradübersetzung gemeinschaftlich die mit 85 Uml/min laufende Schraubewelle an.

Ueber den Dampfverbrauch der Ljungströmturbine hat Ingenieur *E. A. Forsberg*, Stockholm, am letztjährigen Internationalen Ingenieur-Kongress in San Francisco einige Angaben gemacht, die wir nach „Electrical World“ im Auszug wiedergeben.

| Turbinen-Leistung . . . kW | 1000 | 1000 | 2000 | 5000 |
|--|-------|-------|------|------|
| Belastung | 1/1 | 1/1 | 1/1 | 1/1 |
| Dampfdruck . . . kg/cm ² abs. | 10,7 | 10,4 | 15,0 | 15,0 |
| Dampf Temperatur . . . °C | 331 | 372 | 368 | 368 |
| Vakuum % | 96,75 | 96,74 | 95,1 | 95,1 |
| Wirkungsgrad der Gruppe % | 70,7 | 70,8 | 75,9 | 79,7 |
| Dampfverbrauch . . . kg/kWh | 5,33 | 5,11 | 4,84 | 4,58 |

Hubbrücke mit Kettenaufhängung über den Arkansas-River. Bei Pine Bluff im nordamerikanischen Staate Arkansas führt über den an dieser Stelle bei Niederwasser gegen 600 m breiten Arkansas-River eine zum Teil als Hubbrücke ausgestaltete Eisenbahnbrücke, die sich in verschiedener Hinsicht von den bisher gebauten Brücken dieser Art unterscheidet. Die eingleisige Brücke hat nach „Eng. News“ 5,3 m Breite zwischen den Hauptträgern und zwei seitlich auskragende Fahrbahnen von 3,35 m lichter Breite. Mit Rücksicht auf die zu gewärtigende Verschiebung der Schifffahrtsrinne sind die sechs 73 m langen, die Hauptöffnungen überspannenden eisernen Fachwerkträger derart ausgeführt, dass sie nach entsprechender Aenderung der Stellung der mit dem Aufzugsmechanismus versehenen Stahltürme, als beweglicher Teil benutzt werden können. Als Aufhängevorrichtung dienen statt der üblichen Stahlseile vier Gall'sche Ketten mit abwechselnd drei- und vierlaschigen Stahlgliedern, die durch 9 cm dicke Bolzen verbunden sind. Als Gegengewichte sind zwecks leichten Abbaus bei Verstellung der Türme in Eisenrahmen gefasste Betonblöcke verwendet. In Anbetracht des grossen Gewichts der Ketten mussten auch für diese entsprechende Gegengewichte vorgesehen werden; sie bestehen aus 50 durch lange Bolzen aneinanderhängenden Scheiben, die bei gehobener Brücke, d. h. wenn kein durch die Kette hervorgerufenes Mehrgewicht auszugleichen ist, aufeinander geschichtet sind, während bei sich senkender Brücke, zur allmählichen Vergrösserung des Gegengewichts, ein Glied nach dem andern abgehoben wird. Als Bewegungsvorrichtung dienen insgesamt acht Gall'sche Ketten, die durch zwei 40 PS-Motoren angetrieben werden, von denen aber einer für die Bewegung der Brücke genügt.

Bewässerung der Mugan-Steppe in Kaukasien. Neben der auf Seite 211 erwähnten Bewässerungsanlage in Turkestan hat in den letzten Jahren der russische Staat Meliorationsarbeiten noch grösseren Umfangs in Kaukasien unternommen. Es handelt sich dort um die Erschliessung der südlich von Baku, im Deltagebiet des Arax und des Kura gelegenen Mugan-Steppe, von der bisher nur der nördliche Teil mit insgesamt 33 000 ha künstlich bewässert war. Durch die neue Anlage, die das erforderliche Wasser mittels drei Einlaufbauwerken, wie die ältere, dem Arax entnimmt, wird die bewässerte Fläche auf 188 000 ha ausgedehnt; es wurden dafür nach „Eng. News“ drei Hauptkanäle mit insgesamt 214 km Länge und über 2300 km Verteilungskanäle erstellt. Wie bei der früher beschriebenen Anlage in Turkestan musste auch hier, namentlich der im Boden enthaltenen alkalischen Salze wegen, neben dem

¹⁾ Unter anderm in „Engineering“ vom 12. und 19. April 1912, im „Génie civil“ vom 18. Mai 1912 und in der „Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen“ vom 30. Juli und 10. August 1912.