Die Erweiterungsbauten des Elektrizitätswerks der Stadt Schaffhausen

Autor(en): **Geiser, H.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **53/54 (1909)**

Heft 25

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-28258

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INHALT: Die Erweiterungsbauten des Elektrizitätswerkes der Stadt Schaffhausen. — Das Problem des Baues langer, tiefliegender Alpentunnels und die Erfahrungen beim Baue des Simplontunnels. — Wettbewerb für eine Strassenbrücke über das Rotbachtobel bei Rothenburg (Luzern). — Das „Krankenheim Rehalp" in Zürich. — Miscellanea: Heidelberger Schloss. Monatsausweis über die Arbeiten am Lötschbergtunnel. Schweizer. Wasserwirtschafts-Verband. Ausstellung in München 1910. Rheinschiffahrt Basel-Bodensee. Schmalspurbahn Waldenburg-Balsthal. Schweizer. Bundesbahnen. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. G. e. P.: Stellenvermiltlung.

Tafel XXVII: Das „Krankenheim Rehalp" in Zürich.

Band 54. *Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und genauer Quellenangabe gestattet.* **Nr. 25.**

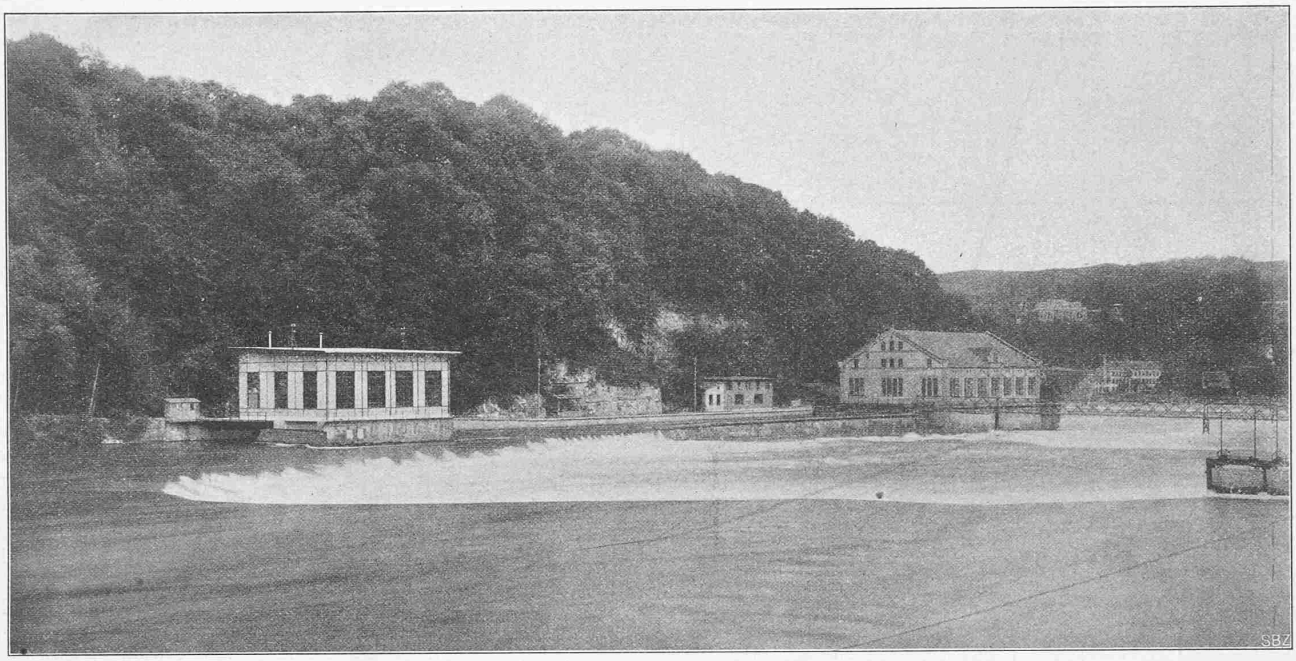


Abb. 2. Ansicht des Moserdammes mit den Zentralen A und B, vom rechten Rheinufer aus.

Die Erweiterungsbauten des Elektrizitätswerks der Stadt Schaffhausen.

Von Ingenieur *H. Geiser*, Direktor des städt. Elektrizitätswerkes.

Geschichtlicher Rückblick.

Das Elektrizitätswerk der Stadt Schaffhausen wird in diesem Jahre durch den Umbau und Erweiterung seiner Krafterzeugungsanlagen eine weitere seiner Entwicklungsstufen erreicht haben, welche mit Rücksicht auf die dabei durchgeführten verschiedenartigen Arbeiten es als gerechtfertigt erscheinen lässt, diese Bauten durch nachfolgende Beschreibung den Fachgenossen zu schildern. Wenn auch in Bezug auf die Leistungsfähigkeit des Werkes weniger bedeutend als manche andere schweizerische Kraftanlage, so doch vom technischen und wirtschaftlichen Standpunkte sehr interessant ist die Entwicklungsperiode, die das Elektrizitätswerk Schaffhausen im letzten Dezennium, d. h. seit dessen Uebergang aus Privatbesitz in den der Stadtgemeinde, im Jahre 1898, durchgemacht hat. Die Leistungsfähigkeit des Werkes von 750 + 1200 = 1950 *PS* (ohne die Reserve von 300 *PS*) im Jahre 1897 wurde durch den Um- und Ausbau der Zentralen A, B und C auf 1050 + 2200 + 2000 *PS* = 5250 *PS* (dazu noch 550 *PS* als Reserve) im Jahre 1909 gehoben. Wir schicken der Beschreibung der Umbauten einen kurzen geschichtlichen Rückblick voraus, auf die Abbildungen 1 bis 4 verweisend.

Vor etwa 40 Jahren war gegenüber der Stadt, am linken Ende des sog. Moserdammes, eines bogenförmigen, festen Rheinwehres, ein Wasserwerk mit drei Turbinen erstellt worden, das, anfänglich für 500 bis 600 *PS* projektiert, etwa 700 *PS* abgeben konnte. Die Kraft von zweien dieser Turbinen wurde mittels Drahtseilen auf das rechte Rheinufer und längs diesem über fünf Pfeiler durch die s. Z. berühmten Seiltransmissionen etwa 500 *m* rheinaufwärts übertragen, und so eine ganze Reihe von Gewerbebetrieben der Stadt auf mechanischem Wege mit Kraft versehen. Von der Seiltransmissionsanlage, die Professor Reuleaux in einem Gutachten vom Jahre 1861 als einen wahren „Krafttelegraphen" bezeichnet hatte, geben die Abb. 3 bis 5 (S. 352 und 353) eine Vorstellung. Die Spannungen in den beiden parallellaufenden Seilen waren

Abb. 1. Lageplan der Zentralen A, B und C mit der Akkumulierungsanlage zu C. — Masstab 1 : 12000.

durch Differentialgetriebe zwischen den Seilscheiben ausgeglichen. Auf Pfeiler IV fand eine Richtungsänderung statt. Die zahlreichen Winkelräder und Wellen erforderten aber mit zunehmender Belastung einen sehr grossen Aufwand an Bedienungs- und Unterhaltkosten, bedingten auch einen erheblichen Verlust an Kraft. Die dritte Turbine

Das Elektrizitätswerk der Stadt Schaffhausen.

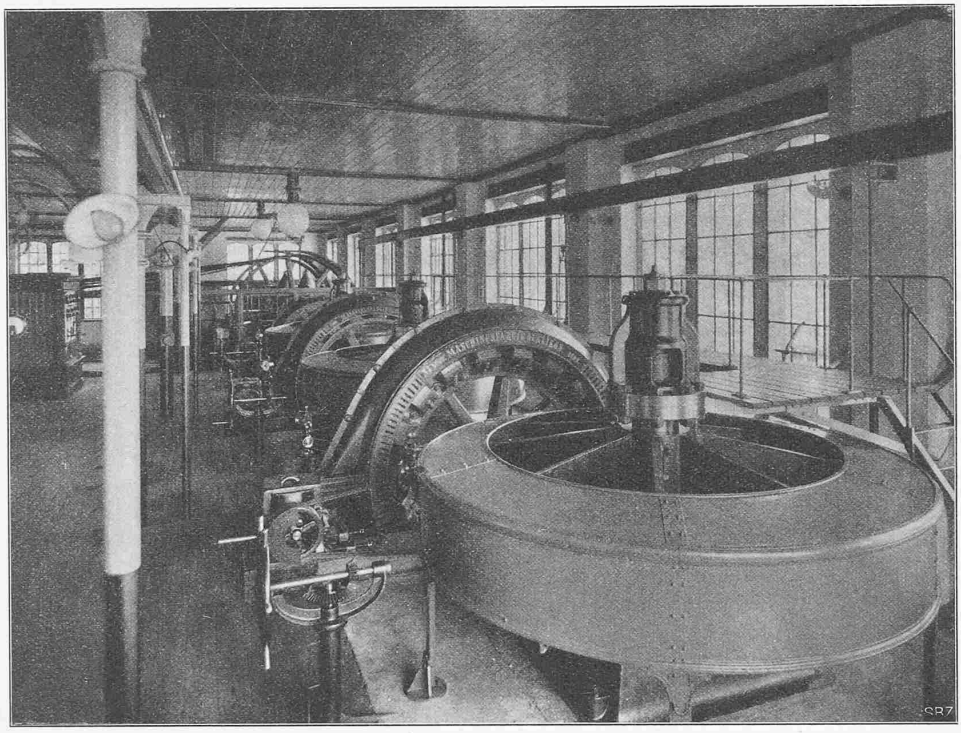


Abb. 6. Inneres der Zentrale B vor dem Umbau.

lieferte ihre Kraft durch eine schräge Transmissionswelle an die am obern Rande der steilen linksrheinischen Uferböschung gelegene Bindfadenfabrik. Als diese erste Anlage, die *Zentrale A,* den an sie gestellten Anforderungen hinsichtlich Kraftbedarf nicht mehr entsprechen konnte, erstellte die Wasserwerksgesellschaft in den Jahren 1887 bis 1890 die untere *Zentrale B,* die mit fünf doppelkränzigen Jonvalturbinen von je 300 *PS* bei 48 Umdrehungen ausgerüstet war. Auch diese Turbinen erhielten zur Kraftabgabe Seilscheiben; die zwei untersten dienten aber bereits zur Kraftübertragung auf elektrischem Wege, indem sie durch die Seile zwei im Turbinenhause aufgestellte Geichstromgeneratoren antrieben, die ihre Energie durch eine 650 *m* lange oberirdische Leitung in die benachbarte Kammgarnspinnerei abgaben. Einen zweiten Schritt zur Elektrifizierung der Kraftabgabe tat sodann die Stadt Schaffhausen, die zwei weitere der Turbinen pachtete, sie zum Antrieb zweier Wechselstromgeneratoren benützte und den Strom zum Betriebe der städtischen Beleuchtung und, mittelst zweier Umformergruppen, der elektrischen Strassenbahn verwendete. Jene Anlagen haben in diesem Blatte eine Schilderung aus der Feder von Ingenieur *K. P. Täuber* erfahren, auf die hier verwiesen sei[1]); wir wollen als charakteristisches Moment nur hervorheben, dass die Maschinenfabrik Oerlikon als Lieferantin die Generatoren wegen der geringen Umdrehungszahl der Turbinen nicht, wie sie es gern getan hätte, direkt auf die vertikale Turbinenachse setzen konnte, sondern sich zur Erzielung der gewünschten 167 *Uml./min.* mit dem Kegelradantrieb der frühern Seilscheiben begnügen musste. Immerhin kommt in dieser Anordnung das Streben nach direkter Kupplung der Turbine mit dem Generator schon deutlich zum Ausdruck. Unsere Abbildung 6 zeigt das Innere der Zentrale B zu jener Zeit; im Hintergrund sind die Seilantriebe der zwei Gleichstromgeneratoren der Kammgarnspinnerei zu erkennen.

[1]) Bd. XXXI, S. 167 und ff.

Im Jahre 1900 wurde sodann in der Zentrale A der alte Seiltransmissionenantrieb durch Drehstromgeneratoren zur Speisung eines Kraftverteilungsnetzes ersetzt, die wie in Zentrale B mittelst Kegelrädern durch ebenfalls erneuerte Turbinen von je 350 *PS* bewegt werden.[1]) Diese Turbinen, von *Escher Wyss & Co.* in Zürich, erhielten die bekannte Drucköl-Präzisionsregulierung ihrer Erbauer, wie aus der noch heute zutreffenden Innenansicht der Zentrale A in Abb. 7 (S. 353) zu erkennen ist. Zum Verständnis der etwas komplizierten Zu- und Abflussverhältnisse (vergl. Abbildung 2) sei bemerkt, dass der ehemals offene Unterwasserkanal der Zentrale A, die anlässlich des Umbaues auch in ihrem Aeussern erneuert wurde, unter dem Oberwasserkanal der untern Zentrale B, unter dieser selbst hindurch und durch einen kurzen Stollen sich in den Rhein ergiesst, während vom Oberwasserkanal von B, bergseits, der sog. Zieglerkanal mit einem Recht auf 4,5 m^3/sek abzweigt, um ebenfalls unter B hindurch und durch einen zweiten entsprechend höher liegenden Felsstollen die unterhalb liegende Tonwarenfabrik zu bedienen.

Diese Verhältnisse sind noch besser im Grundriss und in den Querschnitten der Zentrale B, in den Abbildungen 8, 9 und 10 zu erkennen. Die Verengung des Zulaufkanals für B sowie andere, später zu erwähnenden Umstände bewirkten einen empfindlichen Gefällsverlust, der im Verein mit der mangelhaften Saugwirkung des zylindrischen Turbinenmantels besonders bei den beiden Turbinen IV und V (für die Kammgarnspinnerei) den Nutzeffekt bis auf 39 % herunterdrückte. Durch Einbau je eines Doppel-Saug-

[1]) Eingehende Darstellung in Bd. XL, S. 281.

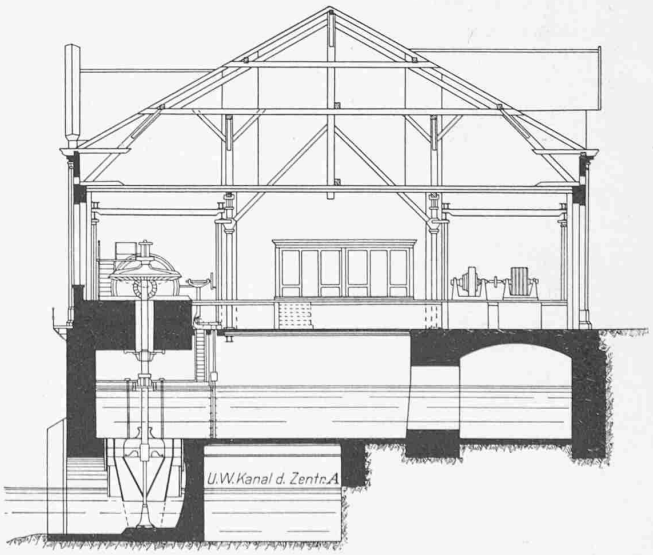
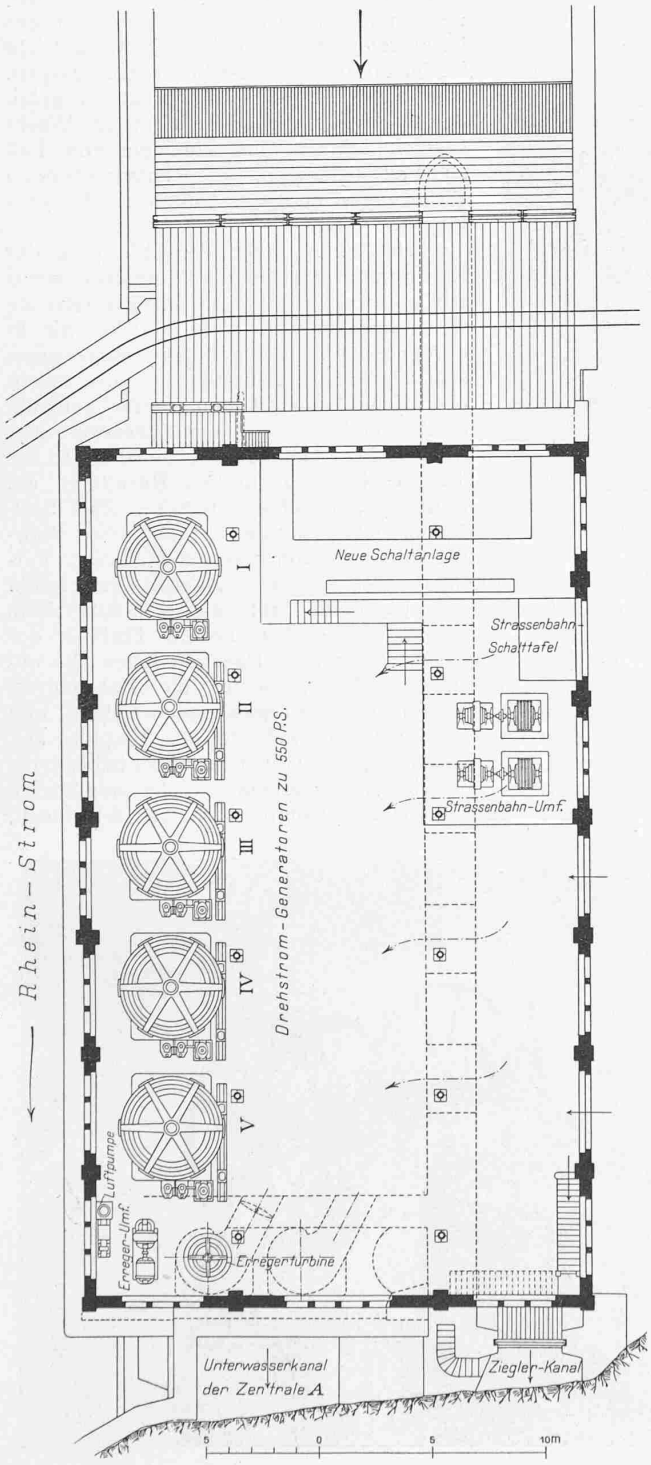


Abb. 8. Schnitt durch Zentrale B vor dem Umbau. — 1 : 300.

konus gelang es 1901, den Wirkungsgrad der Turbinen für sich allein auf etwa 60 % zu heben, von denen aber, wie gesagt, bei Niederwasser 11 %, bei Hochwasser sogar 19 % in Gefällsverlusten des Zulaufs wieder verloren gingen, sodass die Leistung der Zentrale B nur durch gründlichen Umbau der ganzen Anlage in Einklang mit den vorhandenen Wassermengen und Gefällsverhältnissen gebracht werden konnte.

Zu einer solchen gründlichen Remedur erteilte die Stadtgemeinde Schaffhausen auf Grund eingehender Berichte im Jahre 1905 bezw. 1906 ihre Zustimmung, indem sie den Umbau der Zentrale B auf eine installierte Maschinenleistung von 5×550 *PS*, einschliesslich einer Reserveturbine, und zur Ausnützung der bisher unbenutzbaren Wassermenge während der Nachtstunden den Bau einer rechtsrheinischen *Zentrale C* beschloss. Diese Zentrale C enthält von B aus elektrisch angetriebene Pumpen, die des Nachts einen Stauweiher im Engewald füllen (Abbildung 2), während tagsüber die dort aufgespeicherte Energie durch Hochdruck-Turbinen und Generatoren in elektrischen Strom umgewandelt wird. Die Zentrale C ist zur Aufnahme von vier Einheiten zu je 1000 *PS* bestimmt, von denen z. Z. zwei installiert sind. Die Beschreibung dieser, erst letzter Tage in Betrieb gesetzten hydraulischen Akkumulierungsanlage wird den zweiten Abschnitt unserer Darstellungen bilden.

Der heutige Ausbau der beiden linksrheinischen Zentralen ist auf Ausnützung der gesamten während 24 Stunden an dieser Stelle noch verfügbaren Wasserkraft des Rheines berechnet. Ihre restlose Verwertung ermöglicht die hydraulische Akkumulierung durch die rechtsrheinische Zentrale C. Eine weitergehende Kraftgewinnung durch Erstellung eines beweglichen Stauwehres an Stelle des Moserdammes ist für spätere Zeiten in Aussicht genommen. Auf diese Weise wären noch etwa 3000 *PS* erhältlich, was durch flusseitige Erweiterung der Zentrale C und Aufstellung neuer Turbinen unter gleichzeitiger Vermehrung der dortigen Akkumulieraggregate erfolgen müsste. (Forts. folgt.)



Das Problem des Baues langer, tiefliegender Alpentunnels und die Erfahrungen beim Baue des Simplontunnels.

Von *Karl Brandau.*

(Schluss.)

Wir wollen an dieser Stelle noch einen Beitrag zur Kennzeichnung solcher Gesteine geben, die vermutlich in Tunnels von grösserer Tiefenlage sich wiederfinden werden. Gesteine von einem hohen Grade von Standfestigkeit bei der Auffahrung des Stollens zerfielen an den freigelegten Wandflächen der Ausbrüche nach relativ kurzer Zeit und wurden druckhaft. Durch dies Verhalten war alle praktische Voraussicht getäuscht. Dafür dienen die Gesteine auf Km. 5,0 bis 9,0 S. P. als interessantes Beispiel. In unserer Abb. 3 Bd. LIII Seite 20 sind speziell die Gesteinsverhältnisse in der Nähe des Km. 7,0 dargestellt. Zwischen dem Lebendungneis und den Glimmerschiefer-Phylliten befindet sich ein Schichtenkomplex von Marmor und Kalkschieferbänken. Die Verfaltung und Verquetschung der drei verschiedenen Formationen angehörigen Gesteine ist hier eine gewaltige gewesen. Ein Blick auf die Zeichnung der Verfaltungen, wie sie durch Herrn Prof. Schmidt in unserer Abb. 21, S. 75 dieses Bandes bei Km. 7,0 dargestellt ist, muss auch überzeugen, dass diese drei Gesteinsarten von den verschiebenden, verfaltenden und verreissenden Kräften

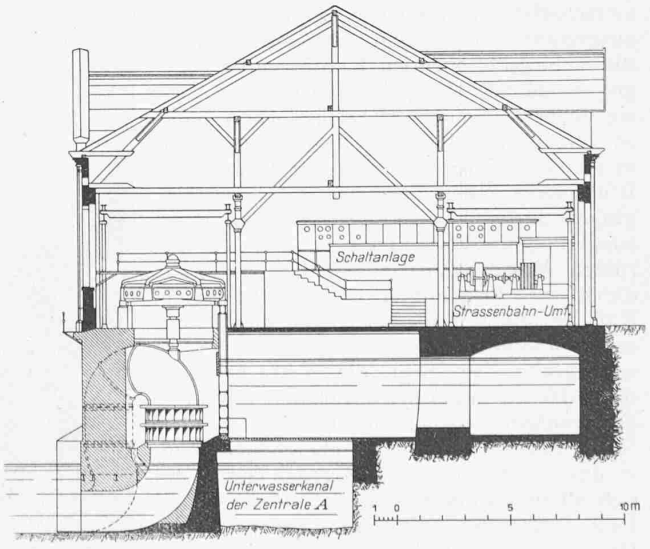


Abb. 9 und 10. Grundriss und Schnitt der Zentrale B nach dem Umbau 1908—1909. — Masstab 1 : 300.

ehemals gleichmässig stark verarbeitet worden sind. Die Gebirgsüberlagerung beträgt 1600 *m*. Aus der Statistik der Stollenbohrung dieser und der nächstgelegenen Strecken entnehmen wir folgende Resultate:

	mittl. Tagesfortschritt	Bohrerschneiden auf 1 *m* Bohrloch
im Lebendungneis:	nicht ganz 5 *m*	5,1 Stück
im Glimmerschiefer-Phyllit:	etwa 5,5 *m*	5,0 „
im Marmor u. Kalkschiefer:	über 7 *m*	3,2 „

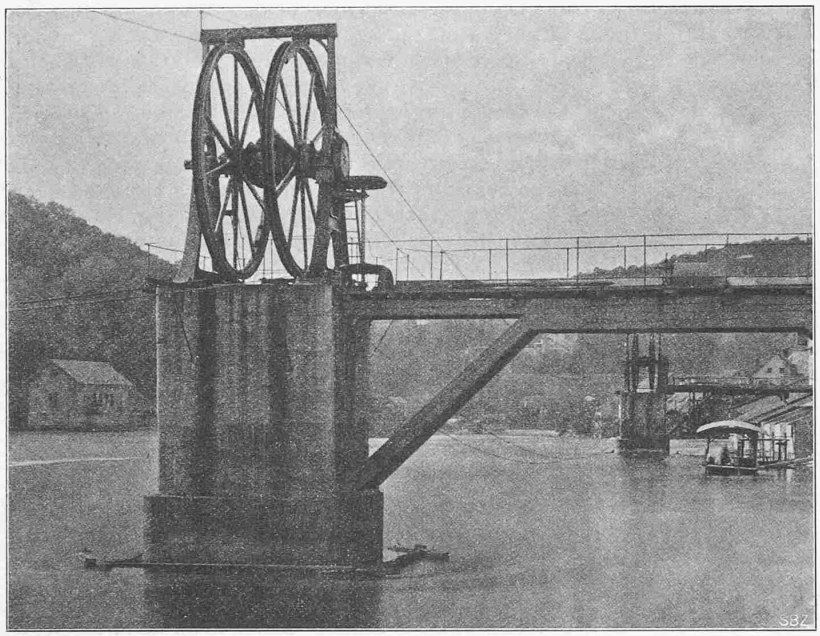


Abb. 4. Pfeiler III der alten Schaffhauser Transmissionsanlage.

Das Verhalten aller Gesteine bei der mechanischen Bohrung liess auf unbedingte Standfestigkeit schliessen. In Härte und Kompaktheit überwogen die Gneise und Glimmerschiefer die Marmore und Kalke weitaus. Nichts hätte voraussehen lassen, dass bald nach der Auffahrung die Strecken in den ersteren Gesteinen Holzeinbau bedurften und bei der Mauerung Anwendung der stärkeren Typen mit Sohlengewölben, während die ganze 290 *m* lange Strecke im Kalke ohne jeden Holzeinbau stand und die Verkleidung mit dem schwächsten Typus ohne Sohlengewölbe gestattete. Unsere Erklärung für ein so widersprechendes Verhalten beruht in der Vermutung, dass Gneis und Glimmerschiefer in Trümmer zerbrochen und ausgewalzt zu dünnen Schiefern, durch die gebirgsbewegenden Kräfte enorm eingequetscht und komprimiert wurden. Aber sie blieben doch unter sich locker, ohne zu verbacken oder zu verschmelzen. Die in gleicher Weise erzeugten und gepressten Bruchstücke der ehemaligen Triaskalke gingen dagegen unter den gleichen Pressungen eine Vereinigung zu einer kohärenten Masse ein. Sei es, dass der Kalk durch die Pressungen sich zu körnigem Kalk umbildete und dabei zusammenwuchs, sei es infolge anderer Vorgänge — kurz und gut — es liegt die Tatsache vor, dass das im ungestörten Zustand mildeste, am wenigsten druckfeste Gestein in der Serie der in Trümmer gebrochenen und in dünne Lamellen ausgezogenen Gesteinen sich allein standfest erwies. Während des Baues mangelte die Erkenntnis der Gründe für dies Verhalten, das nicht wenig beunruhigte. Erst einer längeren Kontrolle gelang es die eingetretenen, anscheinend kolossalen Deformationen, als die stete langsam nach und nach vollbrachte Arbeit kleiner Kräfte zu ermessen. Ein stärkeres Normalprofil, als das am Simplon verwendete, hätte keine Bewegung des Bauwerkes durch solche Kräfte zugelassen. Selbstredend bleibt nicht ausgeschlossen, dass in solchen Strecken auch recht schwierige Baubedingungen auftreten können. Wenn z. B. der Zusammenhang der ausgewalzten dünnen, schiefrigen Schichten gering ist, wenn die Lagerung der Bänke horizontal ist, wenn durch Zutritt von auch nur geringen Mengen von Infiltrationen der Zusammenhang ganz gestört wird und Dekompositionen und Erweichung der Gesteine veranlasst, so können trotz der im ersten Moment wenig bedenklich erscheinenden Zustände ernste Aufgaben an uns herantreten. Keine geologische Voraussicht ist imstande, uns dieselben vorauszusagen. Nur die Erfahrung und praktisch gebildetes Urteil, gepaart mit steter Wachsamkeit können den Ingenieur von Fall zu Fall befähigen, die entsprechenden Sicherungen und Konstruktionen durchzuführen.

Wir stehen unter dem Eindruck der Erfahrungen vom Simplontunnelbau, wenn wir aussprechen, dass die einzigen oder die wesentlichsten Umstände, welche wir in der grossen Tiefe gegenüber weniger grossen Tiefen als neuartig verspürt haben eben jene besprochenen, zuerst kompakt erscheinenden, zusammengepressten aber doch lockern Gesteinsmassen sind. In der Tabelle von statistischen Resultaten auf Seite 354, die einer grösseren Zahl Stollenvortrieben mittelst Brandt'scher Bohrmaschinen unter verschiedensten Verhältnissen entnommen sind, ist einigermassen schon ein Einfluss jener Umstände auf die Arbeitsresultate sichtbar. Wir erkennen zunächst keinen Einfluss der Höhe der Gesteinsüberlagerung. Dagegen fallen die ungewöhnlich ungünstigen Umstände für die Bohrung in den am meisten verstauchten, zusammengequetschten und verfalteten Gesteinen auf der Südseite des Simplon auf. Antigorio, Gips, Lebendungneis, Glimmerschiefer haben trotz des Angriffes mit vier Bohrmaschinen sehr ungünstige Fortschritte ergeben. Der Dynamitkonsum war sehr hoch,

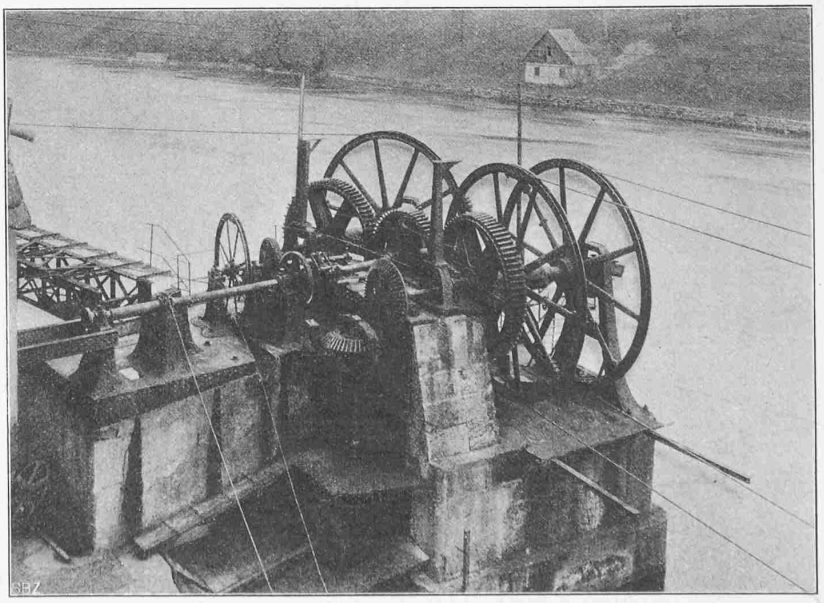


Abb. 5. Richtungsänderung und mehrfache Kraftabgabe auf Pfeiler IV.

der Verbrauch an Bohrschneiden ein unerhörter. Unser praktisch gebildetes Urteil aus vielen Arbeiten in denselben Gesteinsarten liess uns von vornherein wesentlich günstigere Resultate erwarten. Wir haben gehört, dass man den Granit des Albulatunnels als sehr hart bezeichnet hat. In den statistischen Werten ist im Vergleich mit denen von anderen Arbeiten im wirklich harten Gestein davon nichts zu ersehen. Die Härte erweisst sich durch die geringe Zahl Bohrschneider mässig. Die Sprengbarkeit ist durch den geringen Konsum an Sprengmaterial und durch den grossen Attackenfortschritt in ein sehr günstiges Licht gerückt. Mit drei Bohrmaschinen erreicht man denselben mittleren Tagesfortschritt wie in den harten Hornblendegneisen der Simplon-Nordseite mit vier Bohrmaschinen. Hier wie da war die Schichtstellung ziemlich steil und das Gestein geschlossen. Im Albula Tunnel blieb der Granit dauernd standfest; im Simplon aber trat nach der Auffahrung im Gneis der Zerfall ein unter Druckerscheinungen. Die Werte der Tabelle sind der Massstab für das Verhalten der verschiedenen Gesteinsarten während der Arbeit des Stollenauffahrens; sie bekunden, wie obiges Beispiel zeigt, in keiner erkennbaren Weise eine Beziehung mit der sich erst im Laufe der Zeit zu bewährenden Standfestigkeit. Dass diese Beziehungslosigkeit eine absolute ist und jeder Bemühung spotten muss, eine Regel oder einen Einklang aufzuspüren zwischen den physikalischen Eigenschaften, die sich doch in einem grossen Masse in den Tabellenwerten ausdrücken — und zwischen der Standfestigkeit der Ausbruchswandungen oder zwischen der Chance druckhaft zu werden, offenbart sich besonders durch die Ungleichmässigkeiten der Bohrarbeit auf den Strecken in ein und demselben Gestein im Simplontunnel. Das was in einem Monat Regel und Gesetz schien, stellten die Erfahrungen im nächsten Monat auf den Kopf. Unter verwirrenderen und störenderen Erscheinungen hat man nie gebohrt.

Elektrizitätswerk der Stadt Schaffhausen.

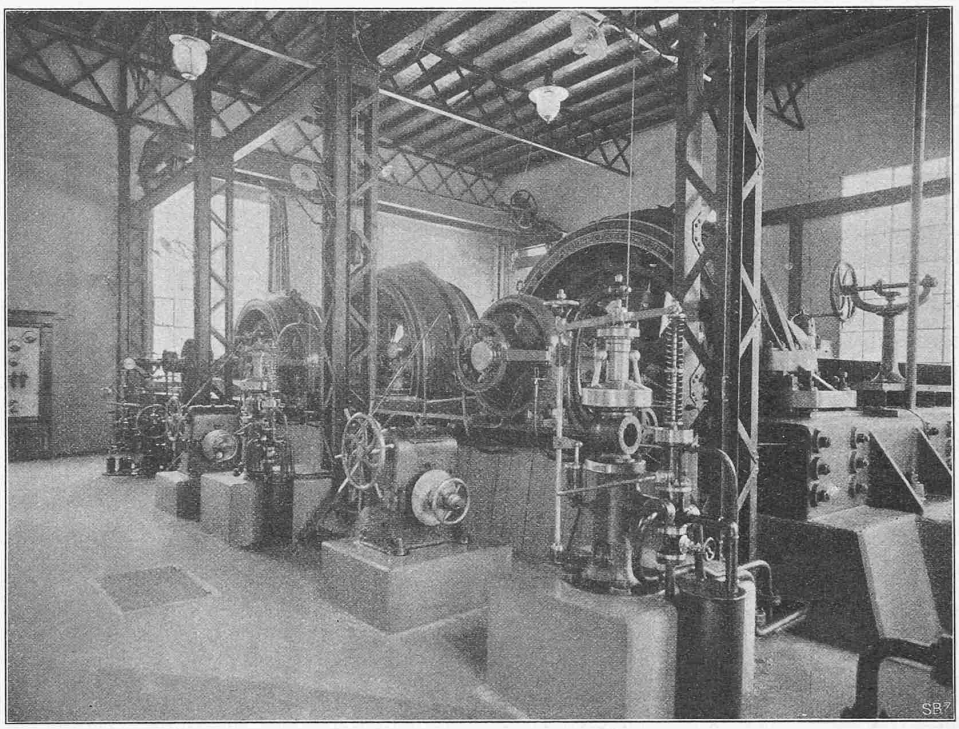


Abb. 7. Inneres der im Jahre 1900 umgebauten Zentrale A.

Um dafür ein Beispiel zu geben, greifen wir zwei Strecken aus dem Lebendungneis heraus:

Von Km. *6,044—6,187* = 143 lfd. *m* erforderte die Stollenherstellung für 1 lfd. *m* 37 *kg* Gelatine und 20,8 *m* Bohrlochlänge; eine Attacke gab 0,86 *m* Fortschritt.

Von Km. *6,525 bis 6,675* = 150 lfd. *m* erforderte die Stollenherstellung 25,4 *kg* Gelatine und 14,3 *m* Bohrlochlänge; jede Attacke ergab 1,00 *m* Fortschritt.

Das Gestein beider Strecken erschien ohne wahrnehmbaren Unterschied bezüglich Schichtenlagerung, Kompaktheit, Ueberlagerungshöhe, Aussehen usw. gleich. Auch lag anfänglich nicht der mindeste Grund vor, die absolute Standfestigkeit beider Strecken in Zweifel zu ziehen. Und trotz alledem musste man sehen, dass diese Gesteine lebendig wurden — und in welchem Verhältnis? Auf der zähesten Strecke bei Km. 6,044 musste auf der Gesamtlänge von 143 Sohlengewölbe eingebaut werden. Auf der mildern hingegen bei Km. 6,525 hat man nur 20 lfd. *m* vorsichtshalber mit Sohlengewölbe gesichert.

Alle diese Erscheinungen hat man durch den mysteriösen Gebirgsdruck erklärt oder ihn zum mindesten als einen bedeutsamen Faktor im Verhalten der Gesteine dargestellt. Wir sehen, wie inkonsequent derselbe wirken muss, wie willkürlich und kapriziös — im milden Kalke deformiert er ja nicht, wohl aber

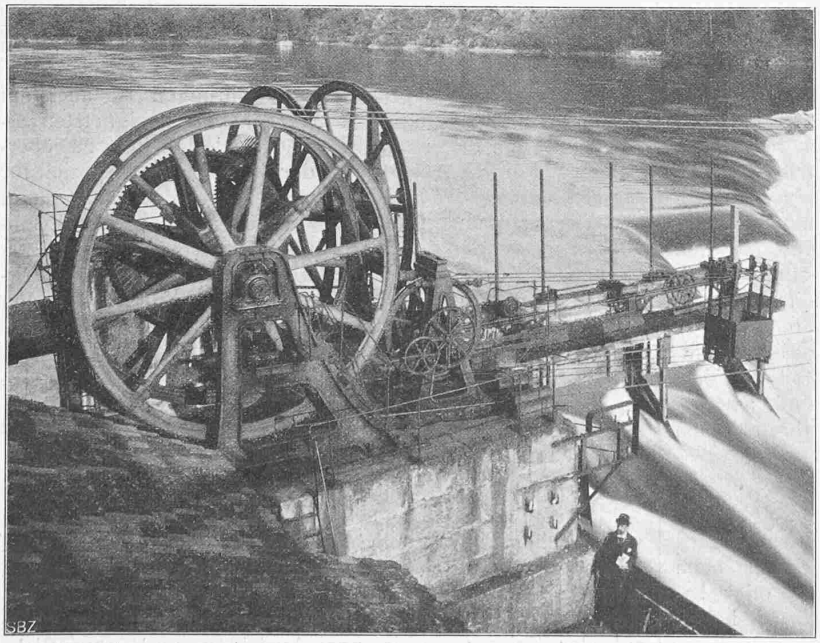


Abb. 3. Winkeltrieb auf Pfeiler I der alten Schaffhauser Seiltransmission.