Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 77/78 (1921)
Heft: 8

Artikel: Das projektierte Kraftwerk Wäggital
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-37221

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: 13.12.2025

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

INHALT: Das projektierte Kraftwerk Wäggital. — Zur Berechnung von Druckschächten. — Wettbewerb für ein Bezirk-Spital in Biel. — Miscellanea: Bemerkenswerte Montage schwerer Dachbinder von 72 m Spannweite. Neue D-Heissdampf-Lokomotive der belgischen Staatsbahnen. Vorrichtung zur Geschwindigkeits-Kontrolle bei Automobilen. Eine neue Erddruck-Theorie. Neue deutsche Bezeichnungsweise für Elektrizität. Schwedens Roheisenerzeugung im Jahre 1919. — Konkurrenzen: Bebauungsplan für die Gemeinde Monthey. Lehr- und Wohngebäude der landwirtschaftlichen Schule Morges. Neue Brücke über den Limfjord. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Bernischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Stellenvermittlung.

Band 77. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. **Nr. 8.**

Das projektierte Kraftwerk Wäggital.

Die nachfolgende generelle Darstellung des Projektes für das „Kraftwerk Wäggital" bezweckt eine sachliche Darlegung der zur Beurteilung seiner Bauwürdigkeit massgebenden Verhältnisse, soweit sie zur Zeit festliegen; die Unterlagen verdanken wir der unter der Direktion von Ing. F. Gugler stehenden Studien- und Bauabteilung der N. O. K. Konzessionsinhaber zu gleichen Teilen sind die Nordostschweiz. Kraftwerke A.-G. (N. O. K.) und die Stadt Zürich; Projektierung und Bauleitung sind ist einem eigens geschaffenen „Wäggital-Bureau" in Zürich übertragen.

Ein Blick auf die schematisch-graphische Darstellung der Energie-Absatzverhältnisse der N. O. K. (Abbildungen 1 und 2), die über die Werke Beznau mit 10 500 *kW*, Eglisau (Vollausbau) mit 28 000 *kW* und Löntsch mit 44 000 *kW* installierter Leistung verfügen, zeigt, dass schon jetzt diese Werke nicht mehr imstande sind, den Energiebedarf ihrer Strombezüger in den Wintermonaten aus eigener Produktion zu decken, und daher von November bis Februar auf Bezug von Fremdenergie angewiesen sind; anderseits besteht ein Ueberschuss an Sommerenergie. Indessen wird nach Vorausberechnung schon in vier bis fünf Jahren der Energieabsatz der N. O. K. sich derart entwickelt haben (Abbildung 2), dass jener Sommerüberschuss zwar verwertet, anderseits aber der Winterfehlbetrag auf über 50 Mill. *kWh* angestiegen sein wird. Daraus erhellt ohne weiteres das dringende Bedürfnis der N. O. K. nach Ergänzung ihrer Werke durch ein ausgiebiges, reines Winterkraft-Akkumulierwerk. Als solches ist das „Kraftwerk Wäggital" gedacht, dessen Stausee auf Kote 900 *m* ü. M. über ein natürliches Einzugsgebiet 42,7 *km²* verfügt, dem noch der Abfluss des obern Trebsenbaches mit 10,1 *km²* tributär zugeleitet wird (Abb. 4), somit ein Einzugsgebiet von 52,8 *km²* hat.

Kehren wir zurück zu den untenstehenden Diagrammen, so erkennen wir aus Abbildung 3, dass das Kraftwerk Eglisau bei einer mittlern Wasserführung des Rheines im Jahr rund 177 Mill. *kWh* erzeugen kann, von denen aber rund 45 Mill. *kWh* als Nacht- und Sonntags-Sommer-Energie eigentliche „Abfallenergie" darstellen, die wegen ihrer Inkonstanz für den Verkauf sozusagen unverwertbar ist. Der Gedanke lag nun nahe, das Staubecken im Wäggital *so* gross zu bemessen, dass diese, und später auch entsprechende nicht akkumulierbare Sommernacht-Abfallkräfte[1]) anderer Niederdruckwerke, in Form von Pump-Energie verwertet werden können, indem die Sommer-Abflussmengen tiefer liegender Einzugsgebiete während der Sommer-Nachtstunden ins Staubecken hinaufgepumpt und dort für den Winterbedarf aufgespeichert werden; diese Gebiete umfassen 22,9 + 7,3 = 30,2 *km²* (Abbildung 4).

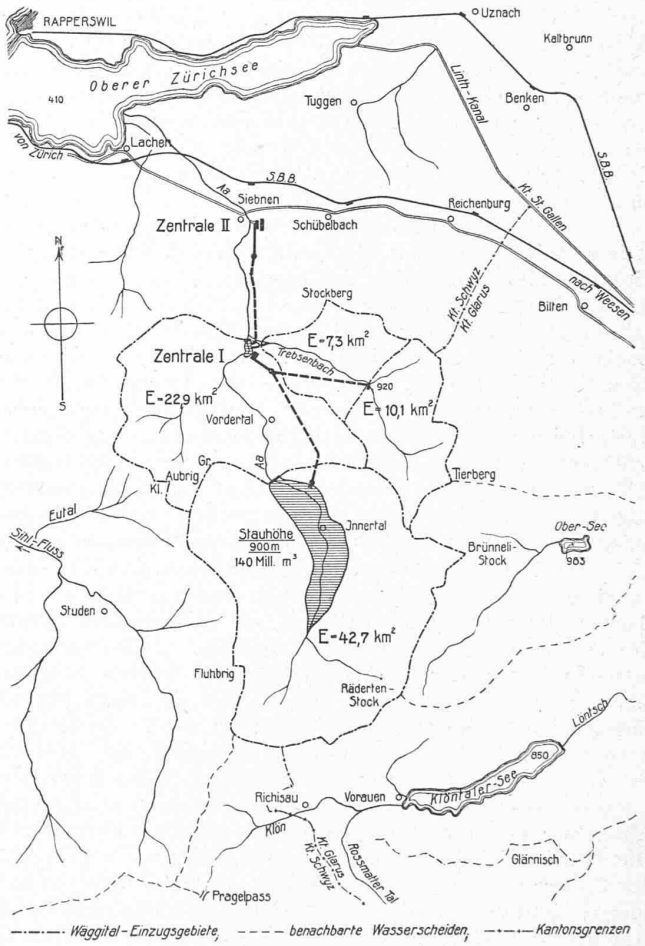

Abb. 4. Die Einzugsgebiete des Kraftwerks Wäggital. — 1 : 200 000.

In dem zweistufig mit 260 + 194,2 *m* Bruttogefälle anzulegenden Werk wird somit die obere Zentrale I gleichzeitig ein Sommerwasser-Pumpwerk enthalten, sodass die um 260 *m*, d. h. um 60 % des Gesamtgefälles zu hebende Wassermenge alsdann zweistufig mit total 454,2 *m* Gefälle

[1]) So verfüge z. B. das Albulawerk der Stadt Zürich gegenwärtig über rund 10 000 *PS*, nach Ausbau des II. Stollens sogar über rund 25 000 *PS* neunmonatlicher, nicht akkumulierbarer Sommerenergie.

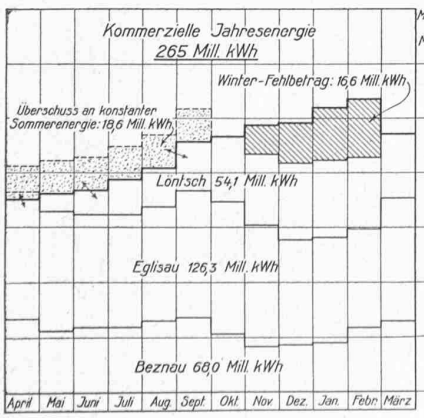

Abb. 1. Gegenwärtiger Energieabsatz der N. O. K.

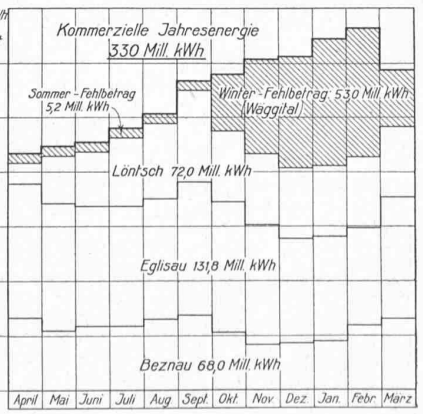

Abb. 2. Energieabsatz der N. O. K. in etwa 5 Jahren.

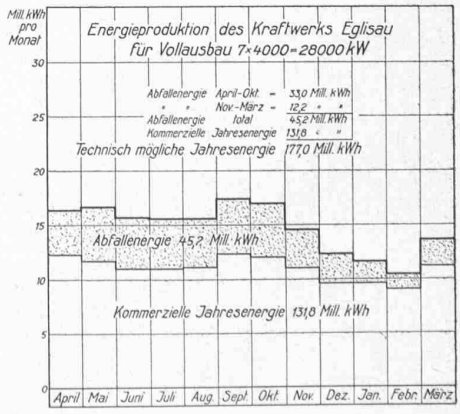

Abb. 3. Energieproduktion Eglisau bei Vollausbau.

zur Erzeugung von Winterkraft ausgenützt werden kann (vergl. Längenprofil Abb. 5, Seite 87). Der flache, wenig geneigte und verhältnismässig breite Talboden des Innertals bietet nun die Möglichkeit, durch eine Talsperre im „Schräh" ein sehr geräumiges Staubecken zu schaffen, das im vorliegenden Projekt zu 140 Mill. m^3 nutzbarem Inhalt bemessen ist. Die topographischen Verhältnisse des Werkes sind den Plänen in Abbildung 6 und 7 zu entnehmen.

Wie eingangs erwähnt, soll die Anlage als *reines Winterkraftwerk* betrieben werden, d. h. die verfügbare Jahresenergie muss vollständig in der Zeit des grössten Kraftmangels, also etwa von Anfang November bis Anfang April abgegeben werden können. Ausserdem ist die Beckengrösse so bemessen, dass der wechselnde Abfluss trockener und nasser Jahre auf einen mittlern Abfluss ausgeglichen werden kann. Man muss somit aus der Anlage jedes Jahr, und zwar in den fünf Wintermonaten November bis Anfang April, eine gleich grosse Menge elektrischer Energie, und zwar diejenige, die dem mittlern Jahresabfluss entspricht, herausholen können.

Für die hierzu nötigen Wasserhaushalt-Berechnungen stehen neben den seit September 1918 vorgenommenen direkten Messungen der Abflussmengen der Wäggitaler-Aa direkte Beobachtungen nur noch aus zwei frühern Jahren zur Verfügung, und zwar Messungen der Firma Locher & Cie. in den Jahren 1896 und 1897. Es war deshalb unumgänglich, für gewisse Berechnungen auch die Abflussverhältnisse benachbarter Flussgebiete vergleichsweise beizuziehen, ebenso auch Beobachtungen von Niederschlagsmengen. Als durchschnittliche abfliessende Niederschlagshöhe wurden schliesslich 1830 *mm* angenommen, gegenüber den im „Schräh" gemessenen Abflussmengen entsprechend 2095 *mm* (für 1919) und 2336 *mm* (für 1920).

Als Endresultat dieser Berechnungen ergibt sich, dass bei dem nutzbaren Staubeckeninhalt von 140 Mill. m^3 dem Becken Jahr für Jahr 130 Mill. m^3 Wasser zur Kraft-Erzeugung entnommen werden können. Dabei ist angenommen, dass der Sommerabfluss der untern Einzugs-Gebiete im mittlern Betrage von 29 Mill. m^3 durch Fremd-Energie in das Becken hinauf gepumpt wird. Es sei hier noch erwähnt, dass eine weitere Zuleitung aus dem für das Löntschwerk überreichen Einzugsgebiet des Klöntaler-Sees von Richisau, eventuell aus dem Rossmattertal (vergl. Abbildung 4) technisch möglich ist und noch studiert wird. Die jährliche Energieproduktion des Wäggital-Werkes, die der Ausnützung von 130 Mill. m^3 aus dem Becken entspricht, beträgt 107 Mill. *kWh*. Hierzu kommen noch ungefähr 4,5 Mill. *kWh* aus dem Winterzufluss zur Zentrale II, sodass die totale Energieproduktion des Werkes sich auf *111,5 Mill. kWh* erhöht.

In beiden Zentralen zusammen sind 140 000 *PS* an den Turbinen installiert, die etwa 95 000 *kW* max. Gesamtleistung in Oberspannung ab Zentrale entsprechen. Dies ergibt theoretisch eine Gebrauchsdauer des Maximums von 111,5 Mill. *kWh* : 95 000 *kW* = 1175 Stunden. Wird angenommen, die Anlage sei während fünf Monaten alle Werktage je zehn Stunden in Betrieb, so ergibt sich eine

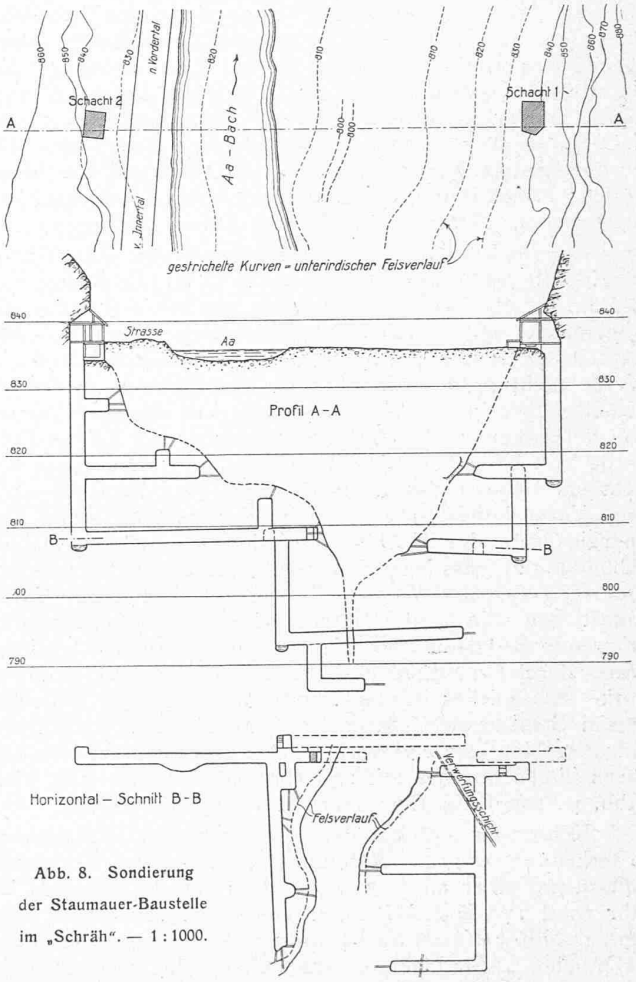

Abb. 8. Sondierung der Staumauer-Baustelle im „Schräh". — 1 : 1000.

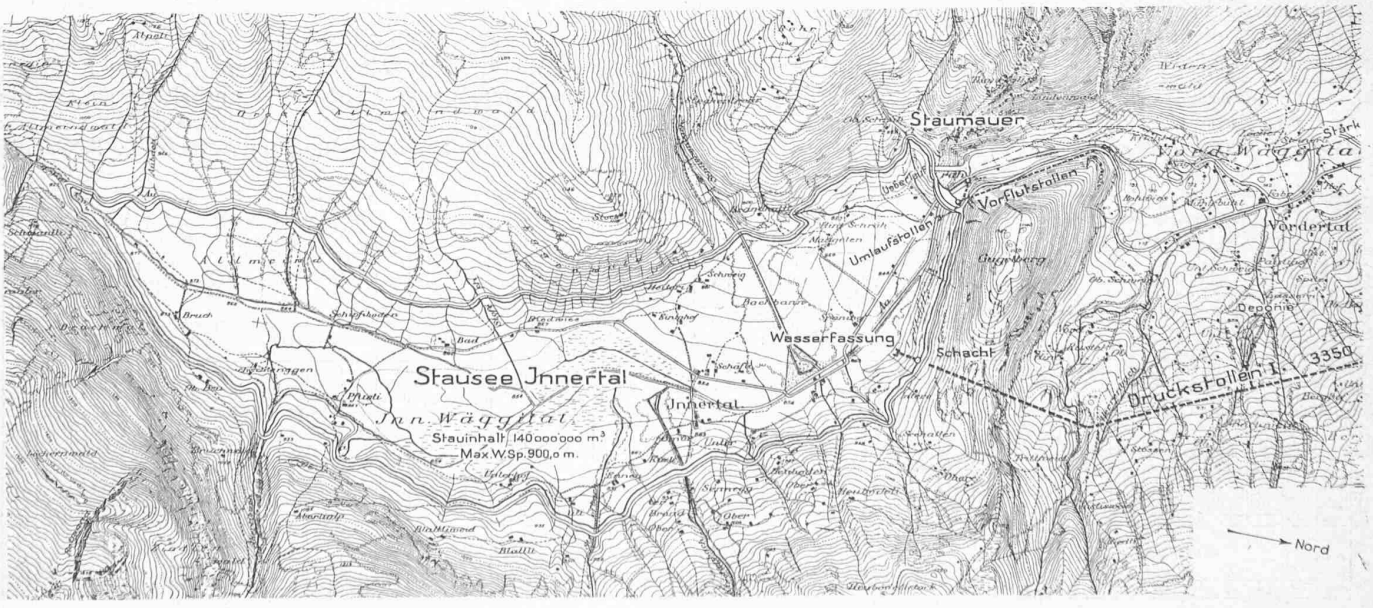

Abb. 6. Kraftwerk Wäggital: Stausee im Innertal mit Staumauer, Wasserfassung und Druckstollen I. — Masstab 1 : 35 000 (10 *m*-Kurven).

Betriebszeit von $5 \times 26 \times 10 = 1300$ *h*, während denen die Maschinen zu etwa 90% belastet laufen. Der angenommene Ausbau reicht also gerade hin, um die Jahres-Energie in den fünf Monaten als *Winter-Tageskraft* liefern zu können. Da der voraussichtliche Winter-Fehlbetrag der N. O. K. in fünf Jahren laut Abbildung 2 rund 53 Mill. *kWh* betragen wird, und da N. O. K. und Stadt Zürich sich in die Wäggital-Erzeugung hälftig teilen, wird also schon bei Inbetriebsetzung des Werkes der auf die N. O. K. entfallende Energie-Anteil voll beansprucht werden.

welchem die Kreidestufen des Gugelbergs und des Aubrig eingekeilt sind; die Wasserdichtigkeit der Felswände beidseitig der Staustelle sei als günstig zu bezeichnen.

Die Fassung des Triebwassers erfolgt etwa 900 *m* östlich der Staumauer, in der Südflanke des Gugelberges, 55 *m* unter dem höchsten Seespiegel. Hinter den Abschlussorganen tritt es in den 3350 *m* langen Druckstollen ein; dieser durchquert zunächst den Felsrücken des Gugelberges, verläuft sodann im rechten Talhang von Vordertal und endigt im Wasserschloss nördlich des Spitzberges oberhalb

Das projektierte Kraftwerk Wäggital.

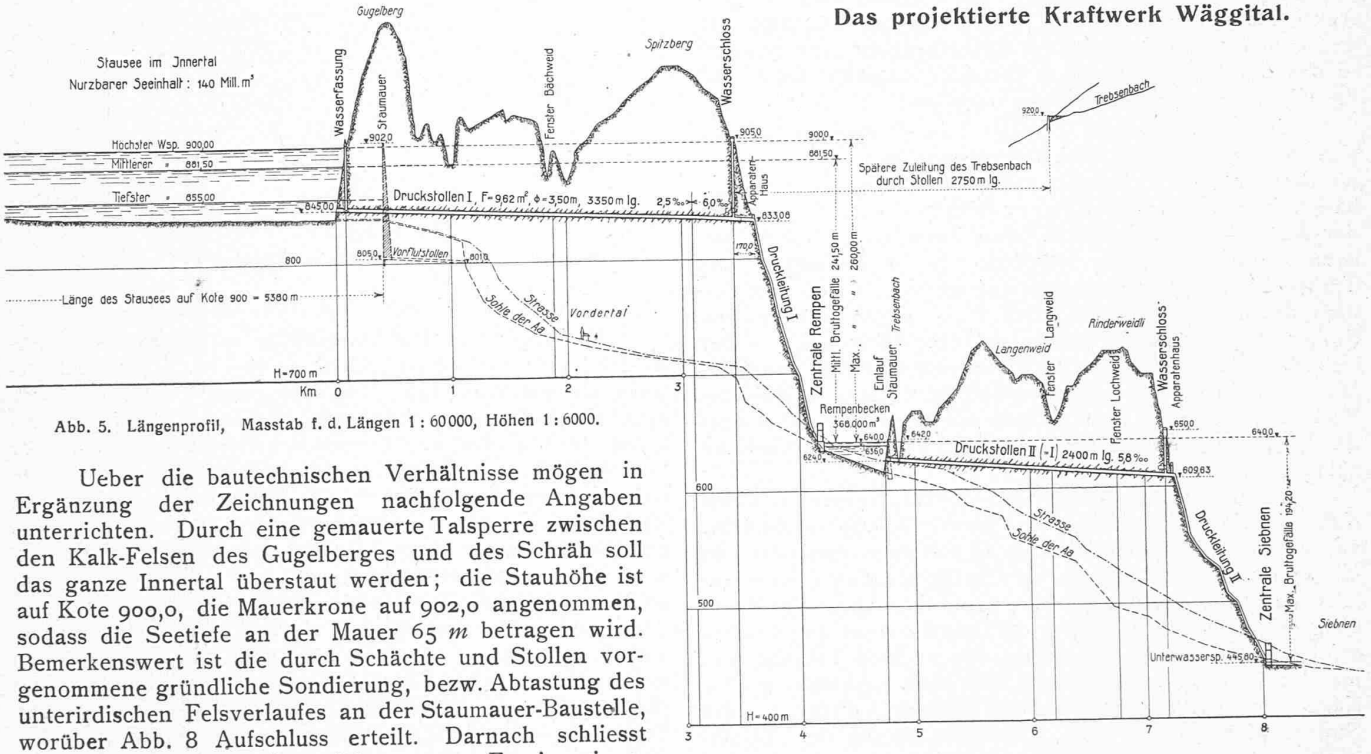

Abb. 5. Längenprofil, Masstab f. d. Längen 1 : 60 000, Höhen 1 : 6000.

Ueber die bautechnischen Verhältnisse mögen in Ergänzung der Zeichnungen nachfolgende Angaben unterrichten. Durch eine gemauerte Talsperre zwischen den Kalk-Felsen des Gugelberges und des Schräh soll das ganze Innertal überstaut werden; die Stauhöhe ist auf Kote 900,0, die Mauerkrone auf 902,0 angenommen, sodass die Seetiefe an der Mauer 65 *m* betragen wird. Bemerkenswert ist die durch Schächte und Stollen vorgenommene gründliche Sondierung, bezw. Abtastung des unterirdischen Felsverlaufes an der Staumauer-Baustelle, worüber Abb. 8 Aufschluss erteilt. Darnach schliesst sich, abgesehen von einer tiefen, engen Erosionsrinne, das durch Alluvion bis auf Kote 835 angefüllte Felsprofil ungefähr auf Kote 805, sodass die maximale Mauerhöhe zu 97 *m* angenommen werden kann. Eine Darstellung der rechtsseitigen Felswand geben die Abb. 20 bis 24 (Seite 38 und 39 in Nr. 4) zum Aufsatz über die stereoautogrammetrische Geländevermessung. Nach einer eingehenden geologischen Untersuchung von Prof. H. Schardt liegt der ganze Talboden des Innertals im Eocaen, in Schwendi. Zur Erleichterung der Ausführung ist oberhalb Vordertal, in der Bächweid, ein Fenster vorgesehen. Der Stollen erhält einen lichten Querschnitt von 9,62 m^2; er ist kreisförmig mit einem Durchmesser von 3,50 *m* vorgesehen und für eine max. Wasserführung von 30 m^3/sek bemessen. Wegen des max. Innendruckes von gegen 70 *m* wird die Stollenmauerung als widerstandfähiges Eisenbetonrohr ausgebildet. In das Wasserschloss erfolgt auch

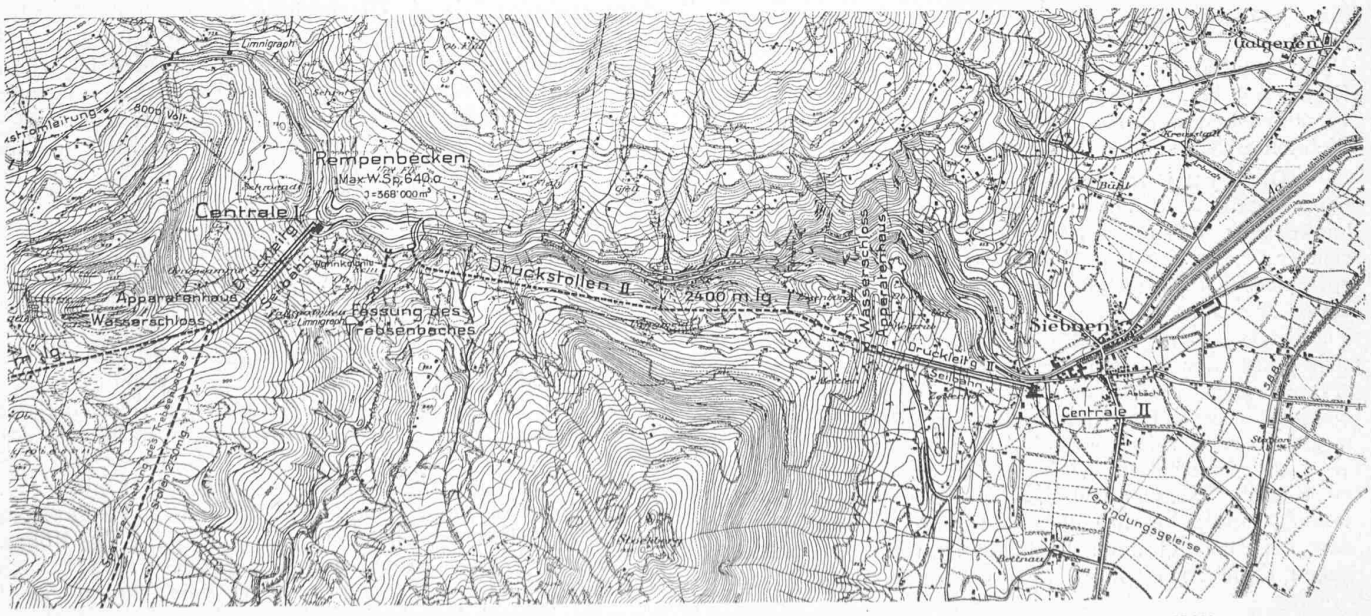

Abb. 7. Kraftwerk Wäggital: Zentrale I und Ausgleichbecken im Rempen, Druckstollen II, Zentrale II in Siebnen. — Masstab 1 : 35 000.

die Zuleitung des obern Trebsenbaches. An das Wasserschloss schliessen zwei Druckleitungen an, deren Weite von oben nach unten von 2500 *mm* ⌀ auf 1850 *mm* ⌀ abnimmt; diese führen das Triebwasser der Zentrale I zu, die im Rötentäli zwischen der bogenförmig ausholenden Talstrasse und der Aa oberhalb der Rempenbrücke Platz findet. In dieser Zentrale werden vier Maschinenaggregate zu je 20 000 *PS* installiert. Die Anlage arbeitet, je nach dem Seestande, mit Bruttogefällen zwischen 260 und 215 *m*; das mittlere Nettogefälle beträgt 231 *m*. Beide Zentralen erhalten vertikalachsige Spiral-Francisturbinen für 500 *Uml/min*. In der Zentrale I sind zudem drei Pumpen-Aggregate vorgesehen für 3, 2 und 1 m^3/sek Leistung, die den Sommerabfluss der untern Einzugsgebiete von 30,2 km^2 in das Staubecken hinauf zu fördern bestimmt sind. An die Zentrale ist ein Schalthaus angebaut.

Unmittelbar an die Zentrale I im Rempen schliessen sich die Anlagen der untern Stufe an, und zwar zunächst ein Pufferungs- und Ausgleichbecken von 368 000 m^3 nutzbarem Inhalt. Dieses „Rempen-Becken" wird im Flusslauf der Aa selbst erstellt durch eine etwa 30 *m* hohe Staumauer, die unmittelbar oberhalb der Einmündung des Trebsenbaches quer über das Tal errichtet wird. Der Abfluss des untern Trebsenbaches wird durch einen kurzen Stollen noch in dieses Becken geleitet (Abbildung 7). Der Ueberlauf geschieht über die Mauer selbst durch Saugüberfälle von 60 m^3/sek Leistungsfähigkeit. Zum Spülen des Beckens sind zwei Grundablässe von 2,50 × 2,50 *m* vorgesehen, die auch bei abgesenktem Becken 60 m^3/sek abzuführen vermögen.

An das rechte Widerlager dieser Sperre schliesst sich die Wasserfassung für die untere Anlage unmittelbar an, die Sohle der Zuleitung liegt 16,0 *m* unter dem höchsten Wasserstande im Rempenbecken. Die Zuleitung ist ebenfalls als Druckstollen ausgebildet, mit Ausnahme der Kreuzung mit dem Trebsenbach, die mittels eines Aquäduktes erfolgt. Der Stollen durchfährt den rechten Talhang und mündet in das Wasserschloss der untern Anlage in der Nähe der „Eisenburg" oberhalb Siebnen. Dieser untere Stollen wird 2400 *m* lang; zur Erleichterung der Ausführung sind zwei Zwischenfenster vorgesehen. Er ist, wie der obere, für 30 m^3/sek Wasserführung vorgesehen und bemessen (Eisenbetonröhre von 3,50 *m* ⌀).

Vom Wasserschloss führen wieder zwei Rohrstränge von 2600 *mm* bis 2100 *mm* ⌀ das Triebwasser zur untern Zentrale. In dieser Zentrale II sind vier Maschinenaggregate zu 15 000 *PS* vorgesehen; das Bruttogefälle beträgt 194,20, das mittlere Nettogefälle ist 181 *m*. Das Unterwasser der Turbinen wird in einem kurzen Ablaufkanal dem Aabach zugeleitet; dessen Bett wird vertieft, um auch die Gefällstufe der Anlage von Wirth & Cie. ausnützen zu können. Neben der untern Zentrale befindet sich die Transformatoren- und Schaltanlage, in der die Energie-Erzeugung beider Zentralen zusammengefasst und in die verschiedenen Fernleitungen übergeführt wird; die Anlage Siebnen erhält aus diesem Grunde bedeutende Dimensionen.

Die Kosten des baureifen Projektes werden auf Grund eines detaillierten Voranschlages zu insgesamt 94 Mill. Fr. angegeben; hierin sind inbegriffen alle Bauten und Einrichtungen bis zur Hochspannungs-Ausführung in Siebnen, einschliesslich Bauzinsen und 10% für Unvorhergesehenes. Unter Annahme eines Aufwandes von 8 ½ bis 10% für Verzinsung, Amortisation und Betrieb, sowie unter Berücksichtigung der Kosten für Fremdenergie zum Pumpen ergeben sich die Stromerzeugungskosten zu 7,7 bis 9 Rappen für die *kWh* reiner Winter-Tageskraft, deren Mangel in gegenwärtiger Zeit so schwer empfunden wird.

Die Vorarbeiten, wie Umlaufstollen und Vorflutstollen im Schräh, Strassenbauten, Energieversorgung der Baustellen, Sondierungen u. dergl. sind bereits soweit gefördert, dass bei Baubeginn im Frühjahr 1921 die Stromlieferung gegen Ende 1924 sollte aufgenommen werden können.

Zur Berechnung von Druckschächten.

Von *J. Büchi*, beratender Ingenieur, Zürich.

(Schluss von Seite 76.)

[*Anmerkung der Redaktion.* Infolge eines Versehens ist das am Schluss des letzten Abschnitts auf Seite 76 erwähnte Diagramm (Abb. 9) dort nicht mehr zum Abdruck gelangt, was wir hiermit nachholen.]

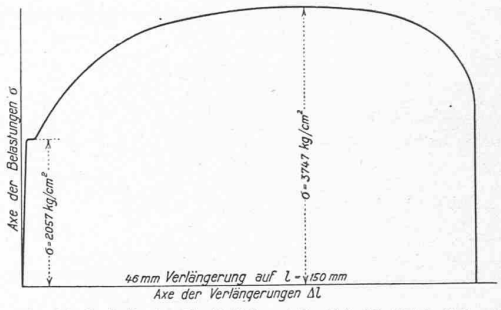

Abb. 9. Nach C. Bach „Elastizität und Festigkeit" (1917), Seite 47.

VI. Längs- und Rundnähte.

a) *Längsnähte.* Die Längsnähte wird man heute vorwiegend als geschweisste Nähte ausführen. Sie werden zumeist als mit Wassergas überlappt geschweisste, eventuell auch als autogen geschweisste (dreikantige) Nähte ausgebildet werden. Bei autogenem Schweissen wird man der Schweisstelle mit Vorteil eine leichte Verdickung geben, sodass dann die Festigkeit der Schweisstelle tatsächlich jene des vollen Blechs erreicht (siehe „Versuche mit autogen geschweissten Kesselblechen des Schweizer. Vereins von Dampfkesselbesitzern, 1915" von Obering. E. Höhn und Prof. F. Schüle). Jedenfalls erfolgt die Herstellung der Längsnaht in der Fabrik und sie kann mit aller Sorgfalt und Zuverlässigkeit ausgeführt werden. Die Rohre können auch mit einem Probedruck abgepresst werden, der das Blech bis in die Nähe der Elastizitätsgrenze beansprucht. Solange also die Beanspruchung des Blechs mit Sicherheit unter der Elastizitätsgrenze liegt, z. B. bei 1600 kg/cm^2, dürfte die geschweisste Längsnaht keinen Bedenken rufen.

Steigt aber die Beanspruchung des Blechs bis auf die Streckgrenze von rd. 2100 kg/cm^2 an, dann werden die Verhältnisse bedenklicher. Zwar wird die Festigkeit der Schweissnaht mit etwa 90% derjenigen des vollen Bleches erreicht und garantiert; aber dieses Resultat hängt eben doch von der Sorgfalt der ausführenden Organe ab und es ist nicht ausgeschlossen, dass an einzelnen Stellen, wo die Beanspruchung eben in die Streckgrenze hineinreicht, Undichtigkeiten auftreten. Die geringe Sicherheit der Verbindung besteht im wesentlichen nur noch darin, dass die Beanspruchung nicht über jene der Streckgrenze von rund 2100 *kg* (event. rund 2400 *kg*) hinausgehen kann. Denn bei der Streckdehnung wird sich das Rohr an die Umhüllung aus Beton und Fels anlehnen und diese Umhüllung wird einen Teil des Innendrucks aufnehmen und damit eine nennenswerte stärkere Blechspannung verhindern. Eine Prüfung der Rohre im Werk auf eine Beanspruchung bis in die Streckzone hinein verbietet sich aber aus naheliegenden Gründen. Das Eisenrohr weist daher wegen der Längsnähte bei einer Beanspruchung bis zur Streckgrenze keine nennenswerte Sicherheit mehr auf.

b) *Rundnähte.* Wie früher dargestellt, haben die Rundnähte der einzelnen Rohrstösse ganz erhebliche Spannungen in der Achsrichtung aufzunehmen. Denn bei der weitgehenden Zugspannung im Rohrumfang sucht sich das einzelne Rohr zu verkürzen. Es kann dies aber, weil die Rohre in der Längsrichtung eingespannt sind, nicht tun. Im gleichen Sinn, nämlich der Bildung von Zugspannungen in der Achsrichtung, wirkt auch die Abkühlung des Rohrs. Solange nun die Tangentialspannung des Rohrs infolge des Innendrucks das Mass von etwa 1600 kg/cm^2 nicht überschreitet, wird auch die Spannung in den Rundnähten,