Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 20 (1929)
Heft: 24

Artikel: Das Etzelwerk
Autor: Eggenberger, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1056838

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: 22.08.2025

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

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet | Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

XX. Jahrgang XXe Année | Bulletin No. 24 | Dezember II Décembre II 1929

Das Etzelwerk.

Von *H. Eggenberger,* Oberingenieur der S. B. B., Bern.

621.312.134(494)

Die ersten Konzessionsverträge für ein Etzelwerk wurden schon im Jahre 1900 abgeschlossen; im Jahre 1904 interessierten sich bereits die Schweizerischen Bundesbahnen dafür. Die Realisierung des Projektes verzögerte sich jedoch bis heute. Der Bau ist nun gesichert, nachdem der Verwaltungsrat der S. B. B. am 19. November d. J. die Vorlage der Generaldirektion der S. B. B. genehmigt hat [1]). Bauherr ist eine zu gründende Aktiengesellschaft, an der die S. B. B. mit 55 % und die Nordostschweizerischen Kraftwerke mit 45 % beteiligt sind.

Durch Ableitung der Sihl aus dem Stausee hinter Einsiedeln in den Zürichsee steht eine ausnützbare Wasserkraft von durchschnittlich 5 m³/s bei einem Gefälle von 483 m zur Verfügung. Der Unterlauf der Sihl wird aus dem Stausee so dotiert, dass die Wasserführung beim Eintritt in den Kanton Zürich, oberhalb Hütten, nicht unter 2,5 m³/s herabgeht, wodurch die bisherige Minimal-Wasserführung verdoppelt wird.

Das projektierte Werk wird eine Speicherfähigkeit von $80 \cdot 10^6$ kWh haben. Die jährliche Produktion wird $135 \cdot 10^6$ kWh betragen. Die totalen Baukosten sind zu $62 \cdot 10^6$ Fr. veranschlagt. Die Gestehungskosten der den S. B. B. zustehenden Energie in Verbindung mit dem Kraftwerk Amsteg werden zu 2,6 Rp./kWh berechnet. Das Werk soll im Herbst 1934 betriebsbereit sein.

[1]) Siehe Bulletin S. E. V. 1929, No. 24, S. 830.

Les premiers contrats relatifs à la concession d'une centrale électrique à l'Etzel remontent à 1900. En 1904 les Chemins de fer fédéraux s'y sont déjà intéressés, toutefois l'exécution du projet se fit attendre jusqu'à aujourd'hui, où elle est enfin garantie, le Conseil d'administration des C. F. F. ayant adopté le 19 novembre dernier les propositions de la Direction générale [1]). La construction sera aux mains d'une société par actions, à laquelle les C. F. F. participeront pour 55 % et les Forces Motrices du Nord-Est pour 45 %.

En dérivant la Sihl, barrée derrière Einsiedeln, dans le lac de Zurich, on disposera d'un débit moyen de 5 m³/sec sous une chute de 483 m. L'écoulement de la Sihl en aval du bassin de retenue sera réglé de telle sorte qu'un débit minimum de 2,5 m³/sec sera garanti en tout temps au point où la rivière entre dans le canton de Zurich, au-dessus de Hütten, ce qui doublera le débit minimum actuel.

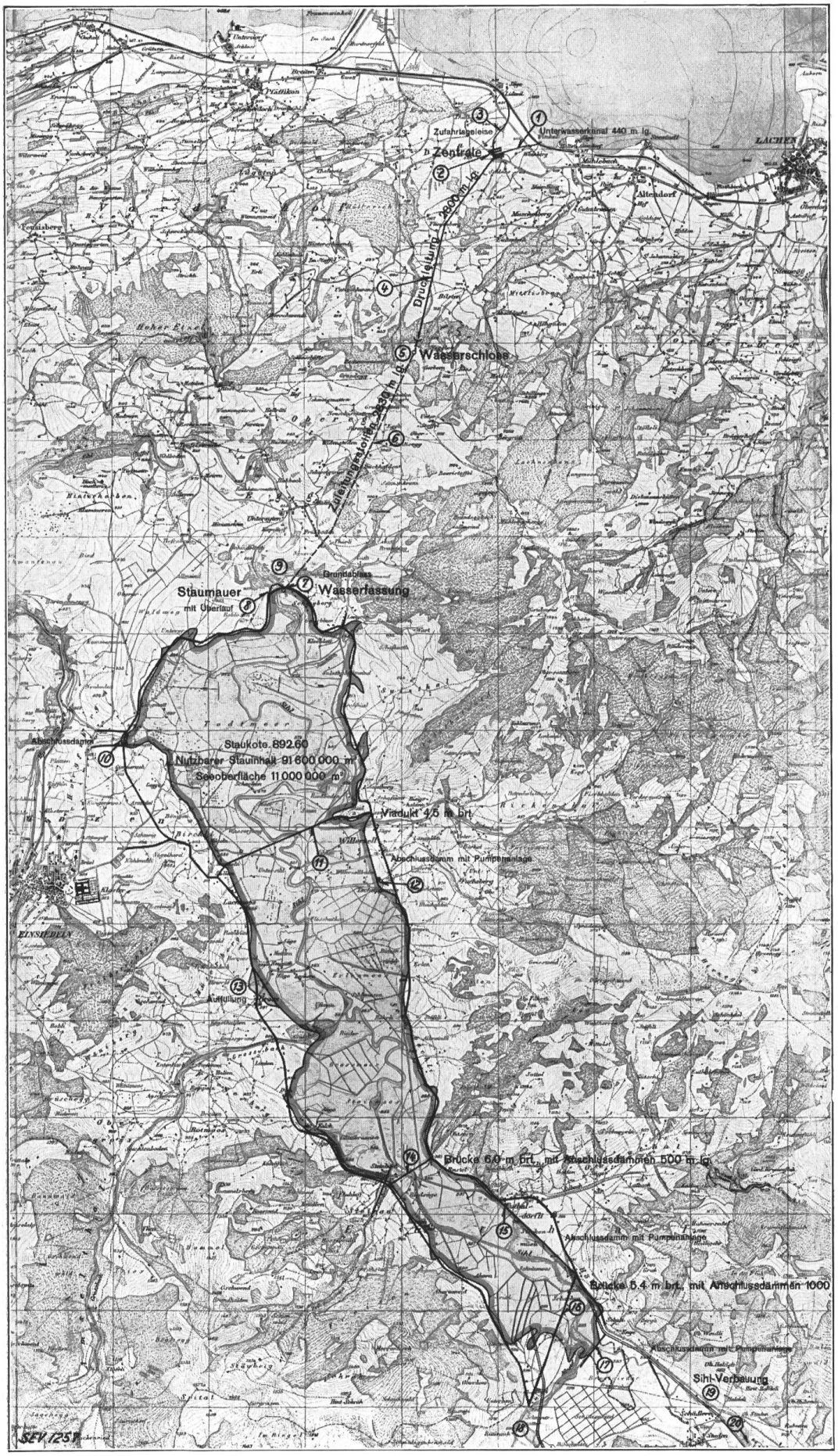
La centrale aura un pouvoir d'accumulation de $80 \cdot 10^6$ kWh et pourra produire annuellement $135 \cdot 10^6$ kWh. Les frais de construction complets sont évalués à 62 millions de francs. Le prix de revient de l'énergie attribuée aux C. F. F., en relation avec la centrale d'Amsteg, sera de 2,6 cts/kWh. On prévoit que l'usine sera prête à fonctionner en automne 1934.

[1]) Voir Bulletin de l'A. S. E. 1929, No. 24, page 830.

I. Allgemeines.

Das Etzelwerkprojekt, nach welchem die Sihl im Hochtale östlich von Einsiedeln gestaut und in den Zürichsee abgeleitet werden soll, stammt vom verstorbenen Ingenieur L. Kürsteiner in St. Gallen.

Dieser stellte Mitte der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts ein generelles Projekt auf und trat in Verbindung mit der Maschinenfabrik Oerlikon. Gestützt auf ein günstiges Gutachten von Dr. A. Heim, Prof. der Geologie am Eidg. Polytechnikum



1 Unterwasserkanal, 440 m lang.

2 Maschinenhaus.

3 Zufahrtsgeleise.

4 Druckleitung, 2300 m lang.

5 Wasserschloss.

6 Zuleitungsstollen, 2830 m lang.

7 Wasserfassung.

8 Staumauer mit Überlauf in den Schlagen.

9 Grundablass.

10 Abschlussdamm bei der Hühnermatt.

11 Viadukt 4,5 m breit.

12 Abschlussdamm mit Pumpenanlage bei Willerzell.

13 Auffüllung bei Gross.

14 Brücke, 6 m breit mit Anschlussdämmen, 500 m lang.

15 Abschlussdamm mit Pumpenanlage bei Euthal.

16 Brücke, 4,5 m breit mit Anschlussdämmen.

17 Abschlussdamm mit Pumpenanlage beim Schützenried.

18 Minster-Verbauung.

19 Sihl-Verbauung.

20 Zum Kiessammler (von der Nummer 1500 m sihlaufwärts, auf dem Ochsenboden).

Fig. 1. Uebersichtskarte des Etzelwerkes. (Masstab: 14 mm entsprechen 1 km.)
Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 13. XI. 1929.

in Zürich, über die Ausführbarkeit des Stausees, schloss diese mit den Bezirken Einsiedeln und Höfe im Jahre 1900 Konzessionsverträge ab und betraute Herrn Kürsteiner mit der Aufstellung eines Bauprojektes. Im Jahre 1902 begann auch der Kanton Zürich sich für das Etzelwerk zu interessieren, nachdem der Regierungsrat durch eine Motion des Herrn Dr. Wettstein im Kantonsrat eingeladen wurde, zu prüfen, ob nicht die Ausführung des Etzelwerkes als im Interesse des Kantons Zürich liegend durch den Staat oder mit dessen Beteiligung erfolgen sollte. Im Auftrag der Regierung fand eine weitere eingehende Begutachtung des Projektes in technischer, geologischer und wirtschaftlicher Hinsicht statt, und es setzten Unterhandlungen mit den Regierungen der Kantone Schwyz und Zug ein, um die Bedingungen festzustellen, unter welchen diese der Ausführung des Projektes ihre Zustimmung geben würden. Während das Gutachten der Experten in jeder Beziehung günstig ausfiel, führten die Unterhandlungen mit dem Kanton Schwyz zu keinem nützlichen Ergebnis, so dass die Zürcher Regierung sich entschliessen musste, auf eine weitere Verfolgung des Projektes zu verzichten. Vor diesem Entschlusse, schon am 19. Mai 1904, richteten Regierungsrat und Stadtrat von Zürich an den Bundesrat das Gesuch, er möge im Hinblick auf die Elektrifizierung der schweizerischen Bundesbahnen die Frage in Erwägung ziehen, ob es nicht im Interesse der Eidgenossenschaft oder eines grossen Teiles derselben liege, sich am Bau und Betrieb

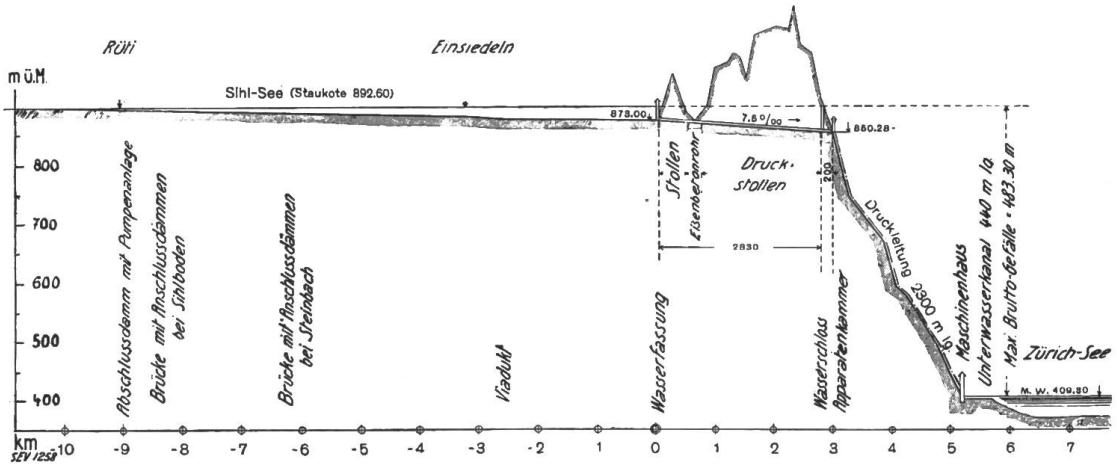


Fig. 2.
Längenprofil des Etzelwerkes.

des Etzelwerkes finanziell zu beteiligen. Hierauf hatte das Eidg. Departement des Innern unterm 31. Dezember 1904 geantwortet, dass der Bundesrat im Einverständnis mit der Generaldirektion der schweizerischen Bundesbahnen es als seine Pflicht erachte, sich die erforderlichen Wasserkräfte für den elektrischen Bahnbetrieb zu sichern und dass er sich aus diesem Grunde in erster Linie für das Etzelwerk interessiere. Darauf haben auch die Bundesbahnen das Etzelwerkprojekt einer eingehenden Prüfung unterzogen und sind dabei zum Schlusse gelangt, dass dieses Werk sich dank seiner Lage und seiner Speicherfähigkeit als Bahnkraftwerk vorzüglich eigne. Die Generaldirektion der schweizerischer Bundesbahnen schloss deshalb mit der Maschinenfabrik Oerlikon im Jahre 1909 einen Vertrag betreffend die Abtretung des Projektes mit sämtlichen Studien und Untersuchungen für das Etzelwerk und Verzichtleistung auf die Konzession der schwyzerischen Bezirke Einsiedeln und Höfe ab, dem der Verwaltungsrat am 26. November 1909 zustimmte. Die vorhandenen Konzessionen liefen am 1. Oktober 1910 unbenützt ab, weil sie verschiedener Bestimmungen wegen von den Bundesbahnen nicht übernommen werden konnten und für die Erstellung des Werkes auch nicht genügten. Seither haben mit den Regierungen der Kantone Zürich, Schwyz und Zug Konzessionsverhandlungen stattgefunden, die während des Krieges mehrere Jahre unterbrochen werden mussten.

Erst im Jahre 1919 gelang es, die schwierigen Verhandlungen mit den Vertretern der genannten Kantonsregierungen zu einem vorläufigen Abschluss zu bringen. Der damals aufgestellte Vertrag wurde von den Regierungen von Zürich und Zug auch sofort genehmigt, während die Regierung des Kantons Schwyz wegen Widerständen, die sich im Bezirk Einsiedeln geltend machten, die Genehmigung verweigerte. Die Verhandlungen mussten mit den im Kanton Schwyz für die Konzessionserteilung zuständigen Bezirken Einsiedeln und Höfe neuerdings aufgenommen werden und führten im November 1926 zum Abschluss von Zusatzverträgen, in welchen den besonderen Verhältnissen im Bezirk Einsiedeln, für welchen die Erstellung des Stausees unstreitig einen starken Eingriff in die Lebensverhältnisse der Bevölkerung bedeutet, Rechnung getragen worden ist. Gleichzeitig wurden auch Kaufversprechen mit den Grundeigentümern im Stauseegebiet für den Fall des Zustandekommens des Etzelwerkes getätigt, um ein genaues Bild über die Kosten des Landerwerbes zu erhalten.

Damit glaubte man sämtliche Hindernisse, die der Konzessionserteilung durch den Kanton Schwyz entgegenstanden, beseitigt zu haben. Allein auch der Regierungsrat des Kantons Schwyz verlangte den Abschluss eines Zusatzvertrages, in welchem noch verschiedene kantonale Fragen zu regeln seien, bevor er den Konzessionsvertrag dem Kantonsrat zur Genehmigung vorlegen könne. Der Standpunkt der Bezirke Schwyz und March, dass sie konzessionsberechtigt seien und demnach auch ein Mitspracherecht beanspruchten, wurde von den Bundesbahnen abgelehnt, weil die für die Erstellung des Etzelwerkes im Kanton Schwyz in Betracht fallende Gewässerstrecke ausschliesslich in den Bezirken Einsiedeln und Höfe liegt. Nach Einholung eines juristischen Gutachtens machte der Regierungsrat des Kantons Schwyz diese Auffassung zu der seinigen und beschloss, dem Begehren der Bezirke Schwyz und March keine Folge zu geben. Die übrigen berechtigten Forderungen der Bezirke, wie auch der Gemeinde Altendorf, auf deren Gebiet das Maschinenhaus und die Druckleitung zu liegen kommen, sind in einem Zusatzvertrag geregelt worden.

II. Das Etzelwerk-Projekt.

Das heutige Projekt (Fig. 1 u. 2) weist gegenüber demjenigen der Maschinenfabrik Oerlikon in der technischen Gesamtanlage keine wesentlichen Aenderungen auf. Es bezweckt die Ausnützung der Sihl durch eine Stauung in den Schlagen, nordöstlich von Einsiedeln, auf 892,60 m ü. M. und Ableitung des Wassers in den obern Zürichsee 409,30 m ü. M. mit Maschinenhaus bei Weinberg, Gemeinde Altendorf.

Einzugsgebiet, Wassermengen und Gefälle. Das Einzugsgebiet an der Abschlussstelle des Stausees misst 156 km². Das zu überstauende Gebiet von 11 km² ist ein flaches, grösstenteils versumpftes Hochtal auf 880 m ü. M.

Die seit dem Jahre 1901 durchgeführten Wassermessungen der Sihl bei Untersiten ergeben eine durchschnittliche nutzbare Wassermenge von 5,0 m³/s.

Mit dem zur Verfügung stehenden Bruttogefälle von 483 m erhält man eine durchschnittliche 24-stündige Bruttoleistung von 23500 kW.

Stausee. (Fig. 3, 4 und 5). Der Talabschluss für die Stauung der Sihl ist in den Schlagen vorgesehen, wo sich der Fluss in einem Molasse-Felsriegel eingefressen hat. Die projektierte Gewichtsmauer erreicht nur eine Höhe von rund 28 m und weist einen Kubikinhalt von bloss 22000 m³ auf, während bei den Kraftwerken Barberine, Oberhasli und Wäggital mehr als das zehnfache an Beton für die Talsperren verwendet werden musste. Die ausserordentlich geringen Aufwendungen für die Staumauer des Etzelwerkes sind es nun gerade, die die übermässigen Ausgaben an Landerwerb und Kunstbauten im Seegebiet als erträglich erscheinen lassen. Damit der vorgeschriebene Stauspiegel (892,60 m ü. M.) nicht wesentlich überschritten werde, erhält die Mauer in der Krone automatisch wirkende Stauklappen oder Saugüberfälle, welche die Hochwasser abzuführen vermögen. Der entstehende künstliche Stausee hat bei rund 9 km Länge und einer durchschnittlichen Breite von 1,3 km

eine Oberfläche von 11 km² und einen Inhalt von 96,5 Millionen m³, von welchen bei der in den Zusatzverträgen vorgesehenen grössten Absenkung auf Kote 880,00 91,6 Millionen nutzbar sind. In der Einsenkung gegen das Alptal, bei der Hühnermatt, ist der See durch einen 14 m hohen Erddamm abzuschliessen. Im weitern sind gemäss Zusatzvertrag mit dem Bezirk Einsiedeln Abschlussdämme vor den Ortschaften Willerzell und Euthal, sowie am hintern See-Ende beim sog. Schützenried zu erstellen, bei welchen ein Teil des Vorlandes durch Pumpanlagen künstlich ent-

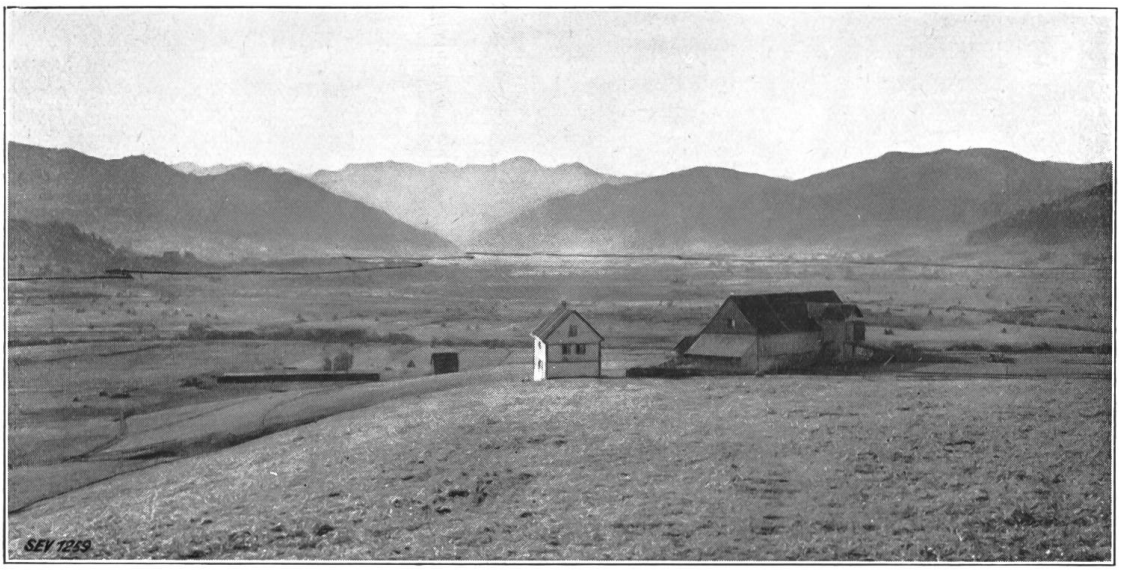


Fig. 3.
Stauseegebiet von Norden gesehen.

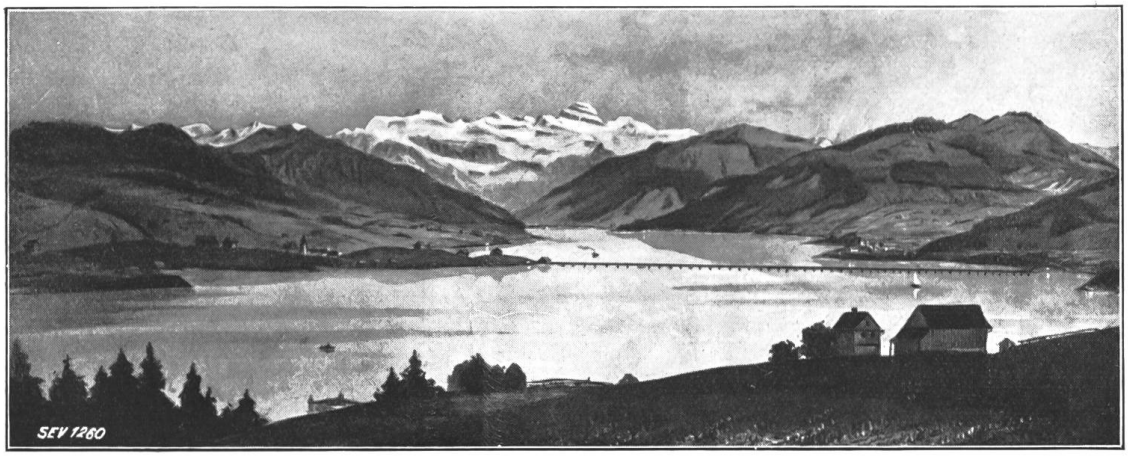


Fig. 4.
Künftiger Stausee von Norden gesehen.

wässert werden muss. Endlich ist bei Gross eine Materialauffüllung in Aussicht genommen. Diese Massnahmen haben den Zweck, die seichten Partien des Sees in der Nähe der Ortschaften zu eliminieren und damit unangenehmen Ausdünstungen zu begegnen. Am hintern See-Ende musste das Schützenried, das eigentliche Kartoffelpflanzland der Gemeinden Ober- und Unter-Iberg, vor Unterwassersetzung und Versumpfung gerettet werden. Dadurch konnte auch eine grosse Entschädigungsforderung dieser Gemeinden gegenstandslos gemacht werden.

Eine Frage für sich bildete bei den Verhandlungen mit den Behörden die unschädliche Ablagerung des Geschiebes der in den See mündenden Flüsse und Bäche. Diese wurde in der Weise gelöst, dass die Minster, der Eubach, der Steinbach, der Grossbach und der Rickenbach im Unterlauf korrigiert werden sollen, soweit dies nicht bereits geschehen ist, um die Stosskraft des Wassers so zu vergrössern, dass die Ablagerung des Geschiebes im Seebecken stattfinden kann. Eine fühlbare Verminderung des Seeinhaltes während der Konzessionsdauer ist nicht zu befürchten, so dass in der Hauptsache von Kiessammlern Umgang genommen werden

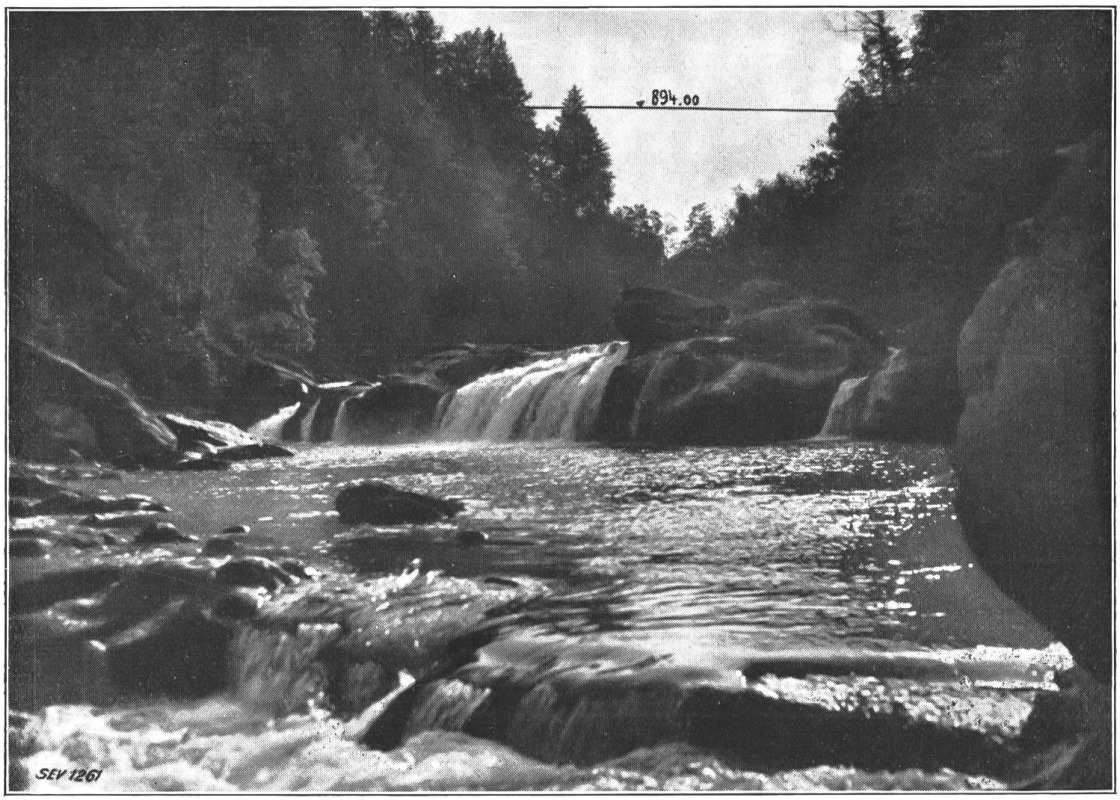


Fig. 5.
Abschlusstelle in den Schlagen.

konnte, deren Bau und Unterhalt zu kostspielig ist. Einzig bei der Sihl erwies sich die Anlage eines Kiessammlers als notwendig. Hierzu eignet sich ganz besonders der Ochsenboden. Da mit dem Kiessammler auch die Gegend und ganz besonders die Ortschaft Studen in Zukunft vor Ueberschwemmungen infolge von Geschiebestauungen bewahrt werden soll, erklärte sich der Kanton bereit, den Sammler mit Hilfe eines Beitrages der Bundesbahnen von 40 bis 45 % selbst zu erstellen.

Der Sihlsee bedingt endlich weitgehende Verlegungen der längs des Tales verlaufenden Strassenzüge, wie auch die Anlage von Querverbindungen. Diese Strassen sind im Einsiedler-Strassenvertrag des nähern bezeichnet.

Was die Sicherheit der Anlage des grossen Stausees anbetrifft, so können wir feststellen, dass das geologische Gutachten der Herren Prof. Mühlberg, Schmidt und Gutzwiller vom Jahre 1904 das Becken als absolut wasserdicht bezeichnet. Die Baustelle für die Staumauer in den Schlagen wird als durchaus günstig dargestellt; der Damm in der Hühnermatt könne mit Sicherheit auf undurchlässigen Untergrund gesetzt werden. Ein im Jahre 1923 eingeholtes geologisches Gutachten von Dr. J. Hug in Zürich nennt sogar die Schlagen eine Abschlusstelle, die in Bezug auf Dichtigkeit die denkbar günstigsten Vorbedingungen biete. Es kann somit festgestellt werden, dass hinsichtlich Wasserverluste, sowohl aus dem Seebecken als auch bei den Abschlusstellen, unangenehme Ueberraschungen nicht zu erwarten sind.

Stollen und Druckleitung. Die Wasserentnahme aus dem See erfolgt etwas oberhalb der Staumauer auf dem rechten Ufer, von wo aus das Betriebswasser durch einen Druckstollen von 2830 m Länge (wovon im Frühboden 170 m Rohrleitung oder Eisenbetonrohr) dem Wasserschloss oberhalb Bilsten zugeleitet wird. Hier beginnt die Druckleitung, die nach dem Austritt aus dem Berge (200 m) mit nur einem Richtungsbruch auf dem Fliegenberg zum Maschinenhaus am Weinberg führt. Sie besteht aus zwei Rohrsträngen von 1,80 m Durchmesser und je 2100 m Länge in der offenen Strecke. Eine Standseilbahn dient zum Legen der Druckleitung, dem Transport von Baumaterialien und später während des Betriebes des Werkes zu Revisions- und Unterhaltungszwecken. Das bereits genannte Gutachten von Dr. Hug, welches sich auf im Jahre 1922 ausgeführte Grabungen und Schürfungen stützt, spricht sich für die vorgesehene Führung durchaus günstig, auf jeden Fall günstiger als über die ebenfalls untersuchte weiter örtlich gelegene Linie aus. Ausserdem weist die Druckleitung bei ungefähr gleicher Länge ein günstigeres Längenprofil auf.

Maschinenhaus und Unterwasserkanal. Zahlreiche Probebohrungen, welche im Jahre 1922 ausgeführt wurden, veranlassten die Bundesbahnen, die in den Projekten Kürsteiner und Locher & Cie. vorgesehene Baustelle für das Maschinenhaus östlich des Weinberges zu verlassen und dieselbe an den westlichen Hang des Weinberges zu verschieben, wo die Zentrale ungefähr auf der Spiegelhöhe des Zürichsees auf Sandsteinfelsen zu stehen kommt. Die in Hallenbauten unterzubringenden Transformatoren- und Schaltanlagen können, dank ihrer ruhenden Belastung des Baugrundes, daneben auf dem kiesigen Talboden zur Aufstellung gelangen. Ein 440 m langer Unterwasserkanal gibt das Betriebswasser nach Unterfahrung der Kantonsstrasse und der Bahnlinie in den obern Zürichsee ab.

Diese Wasserabgabe hat im ungünstigsten Falle, gemäss Gutachten des Sekretariates des Linth-Limmatverbandes, eine Wasserspiegelerhöhung des Obersees von 2,7 mm zur Folge, was praktisch belanglos ist, so dass von schädigenden Einflüssen auf die Seeufer und das angrenzende Land im Ernste nicht gesprochen werden kann.

Dotierung der Sihl. Nach dem vom ehemaligen Chef des hydrometrischen Bureaus, Herrn Dr. J. Epper, im Jahre 1904 ausgearbeiteten Gutachten dürfte allen gerechten Anforderungen, die seitens der unterhalb der Stauanlage im Sihltal in Frage kommenden Wasserwerkbesitzer so lange geltend gemacht werden können, als ihnen nicht auf anderem Wege eine Kompensation geboten wird, vollauf Genüge geleistet sein, wenn seitens des Etzelwerkes stets dafür gesorgt wird, dass in Sihlbrugg die Wasserführung der Sihl nicht unter 2,5 m^3/s herabgeht. Die Verdoppelung des bisherigen Minimalwasserquantums und die damit in Verbindung stehende Ermöglichung eines viel sichereren und regelmässigeren Betriebes allein seien für die betreffenden Werkbesitzer von weittragender Bedeutung. Inzwischen haben sich freilich die Verhältnisse im Sihltal hinsichtlich der Wasserausnützung bei einigen Werken durch Vergrösserung der Anlagen geändert. Allein die neuesten Erhebungen des eidg. Amtes für Wasserwirtschaft über die Ausnützung der Wasserkräfte der Sihl zeigen, dass nur bei einigen wenigen Werken von einem Energieausfall, und zwar vornehmlich Sommerkraft, gesprochen werden kann, wenn, wie im Konzessionsvertrag in Anlehnung an das Gutachten Epper vorgesehen ist, die Sihl aus dem Stausee so dotiert wird, dass ihre Wassermenge beim Eintritt in den Kanton Zürich oberhalb Hütten nie unter 2,5 m^3/s zurückgeht. Dabei ist nicht ausser Acht zu lassen, dass infolge der Dotierung die Wasserführung der Sihl eine regelmässigere wird und dass alle Werke ohne Ausnahme aus der Erhöhung der Niederwassermenge profitieren werden. Die im Konzessionsvertrag festgelegte Minimalwassermenge von 2,5 m^3/s hat zur Voraussetzung, dass die Abflussverhältnisse der Seitenbäche, die sich zwischen dem Stausee und der Kantonsgrenze in die Sihl ergiessen, nicht in nachteiliger Weise verändert werden.

Bauausführung und Werkbetrieb. Die Bundesbahnen, als Inhaber der Etzelwerk-Konzession, haben nicht die Absicht, das Werk allein zu erstellen, sondern gemeinsam

mit der A.-G. der Nordostschweizerischen Kraftwerke. Diese Kombination ist im Konzessionsvertrag bereits angedeutet, indem es heisst: „Falls Bau und Betrieb des Etzelwerkes einer aus den schweizerischen Bundesbahnen und den Nordostschweizerischen Kraftwerken gebildeten Aktiengesellschaft übertragen wird, ist die Konzessionärin berechtigt, dieser Gesellschaft eine Subkonzession einzuräumen."

Die Kombination mit den N.O.K. hat gegenüber dem Eigenbau den grossen Vorteil, dass sie schon vor der Betriebseröffnung des Werkes an eine gute Ausnützung des den Bundesbahnen zufallenden Anteils am Etzelwerk ermöglicht, und zwar mit Hilfe eines vorübergehenden, bis zur Fertigstellung des Werkes zunehmenden und alsdann stark abfallenden Energiebezuges von den N.O.K. über eine beim Unterwerk Seebach aufzustellende Umformeranlage. Der Energiebedarf des Bundesbahnnetzes nimmt eben trotz der Verkehrssteigerung und Fortsetzung der Elektrifizierung nicht mehr in dem Masse zu wie in den vergangenen Jahren, so dass bei Erstellung des ganzen Etzelwerkes durch die Bundesbahnen selbst, auch wenn dies etappenweise geschehen würde, während einer Reihe von Jahren namhafte Energieüberschüsse vorhanden wären, die erfahrungsgemäss nur zu ungünstigen Bedingungen abgesetzt werden könnten. Dadurch würde die im Bahnbetrieb verbrauchte Energie in unzulässiger Weise verteuert. Uebrigens liegt es auch nicht in der Aufgabe der Bundesbahnen, auf dem Energiemarkt als Konkurrent der privaten oder halbstaatlichen Elektrizitätsunternehmungen aufzutreten.

Im Gründungsvertrag der Etzelwerk A.-G. zwischen den Bundesbahnen und den Nordostschweizerischen Kraftwerken ist vorgesehen, das Etzelwerk als kombiniertes Bahn- und Industrie-Kraftwerk auszuführen, wobei aber die Teilanlagen der beiden Vertragskontrahenten nicht über das praktische Bedürfnis hinaus voneinander getrennt werden sollen. Bei einer Baukostensumme von Fr. 62 000 000 ist das Aktienkapital der Etzelwerk A.-G. auf Fr. 20 000 000 festgesetzt worden, wovon die Bundesbahnen 55 % (Fr. 11 000 000) und die Nordostschweizerischen Kraftwerke 45 % (Fr. 9 000 000) zu übernehmen haben. Die darüber hinaus erforderlichen Geldmittel sollen durch Anleihen oder durch Vorschüsse beschafft werden. Entsprechend der Beteiligung am Aktienkapital haben die Bundesbahnen Anspruch auf 55% des zufliessenden Wassers und des Akkumulierraumes, d.h. auf 55 % der Arbeit des Etzelwerkes, während den Nordostschweizerischen Kraftwerken 45 % zufallen. In dem den Berechnungen zugrunde gelegten trockenen Jahr 1904/05 erhalten die Bundesbahnen bei einer Gesamtproduktion von 135 000 000 kWh eine Energiemenge von 74 000 000 kWh und die Nordostschweizerischen Kraftwerke eine solche von 61 000 000 kWh.

Die Etzelwerk A.-G. hat für eine rationelle und möglichst weitgehende Ausnützung des Werkes zu sorgen. So hat jede Vertragspartei das Recht, die Zuteilung der von der andern nicht ausgenützten Quote des zufliessenden Wassers gegen Uebernahme des entsprechenden Teils der Jahreskosten der Gemeinschaftsanlage (Stausee, Stollen, Druckleitung, Maschinenhaus, Unterwasserkanal) zu beanspruchen. Sie kann auch den Akkumulierraum der andern, soweit er von ihr nicht benützt wird, ohne Vergütung in Anspruch nehmen, wobei aber Wasserverluste durch Ueberlaufen des Sees bis zum Ausgleich auf Konto derjenigen Partei gehen, die den Stauraum der andern in Anspruch genommen hat. Die Etzelwerk A.-G. hat ferner für eine möglichst weitgehende Aushilfe bei Störungen in den Kraftwerken oder Leitungen der einen oder andern Partei zu sorgen. Nach Ablauf von 20 Jahren nach der Inbetriebsetzung des Werkes können die Bundesbahnen auf 10jährige Voranzeige hin auch den Anteil der Nordostschweizerischen Kraftwerke am Etzelwerk in Anspruch nehmen.

Bau- und Betriebskosten.

Die *Baukosten* des Etzelwerkes betragen für einen Ausbau auf 80 000 kW Einphasen- und Drehstrom Fr. 62 000 000.—, welche Summe sich aus folgenden Hauptposten zusammensetzt:

I. Gemeinschaftsanlage.

1. Verwaltung und Bauleitung	Fr.	1 670 000.–
2. Verzinsung des Baukapitals	„	3 130 000.–
3. Erwerb von Grund und Rechten	„	18 600 000.–
4. Baulicher Teil	„	27 900 000.–
	Fr.	51 300 000.–

II. Sonderanlagen.

1. Maschinell-elektrische Anlage der SBB (60 000 PS)	Fr.	5 900 000.–
2. Maschinell-elektrische Anlage der N. O. K. (50 000 PS)	„	4 800 000.–
Totale Baukosten	Fr.	62 000 000.–

Von diesen Baukosten entfallen auf die Bundesbahnen:

1. 55 % der Gemeinschaftsanlage (51 300 000)	Fr.	28 215 000.–
2. Maschinell-elektrische Anlage S. B. B.	„	5 900 000.–
Zusammen	Fr.	34 115 000.–

Die *jährlichen Betriebskosten*, von denen ebenfalls eine generelle Aufstellung folgt, beziehen sich auf den Anteil der Bundesbahnen am Etzelwerk, d. h. auf 55% der Gemeinschaftsanlage und auf die maschinell-elektrische Anlage zu Bahnzwecken, weil die Industrieanlage hinsichtlich Verzinsung des Baukapitals und der zu entrichtenden kantonalen und kommunalen Steuern etwas andere Verhältnisse aufweist. Sie betragen:

1. *Verwaltung und Personal,* 55% von Fr. 250 000.–	Fr.	137 500.–
2. *Unterhalt, Reparaturen und Ersatz,* 55%	„	141 500.–
3. *Verschiedene allgemeine Kosten* wie Wasserzinsen, Energieersatz, Bureaukosten, Konsummaterial, Versicherungen etc., 55% von Fr. 327 000.–	„	179 800.–
4. *Abschreibungen und Einlagen in den Erneuerungsfonds:*		
a) Kapitaltilgung 0,181 % von Fr. 34 115 000.–	„	61 750.–
b) Einlagen in den Erneuerungsfonds	„	330 450.–
5. *Kapitalverzinsung:*		
a) 6% von Fr. 11 000 000.– (Aktienkapital)	„	660 000.–
b) 5% von Fr. 23 115 000.– (Obligationenkapital)	„	1 155 700.–
zur Aufrundung	„	3 300.–
Zusammen	Fr.	2 670 000.–
oder 7,8% des Anlagekapitals von	Fr.	34 115 000.–

Leistungsfähigkeit des Werkes.

Während zur Berechnung der in den S. B. B.-Kraftwerken verfügbaren Energie mangels Reserven die hydrologischen Verhältnisse des wasserarmen Jahres 1908/09 zugrunde gelegt wurden, wurde für die Ermittlung der Leistungsfähigkeit des Etzelwerkes das etwas wasserreichere, aber immerhin noch trockene Jahr 1904/05 benützt, unter der Voraussetzung, dass im Unterwerk Seebach zum Bezug der bis zur Inbetriebsetzung des Etzelwerkes erforderlichen Ergänzungsenergie von den N. O. K. eine Umformergruppe von 6000 kW zur Aufstellung gelange. Diese Umformergruppe soll auch nach Erstellung des Etzelwerkes als Reserve bestehen bleiben, um in Fällen von grösseren Störungen in unsern Energieerzeugungsanlagen oder bei Energieknappheit benutzt werden zu können. Nach den vorliegenden 28jährigen Beobachtungen (1901 bis 1928) dürfte eine ähnliche oder noch geringere Wasserführung als das Jahr 1904/05 aufweist, etwa alle 6 Jahre einmal vorkommen. Der Wasserhaushalt des Sihlsees ist für dieses Jahr in Fig. 5 dargestellt. Zum Vergleich ist auch die Kurve der Seeinhalte für das Mitteljahr der 28jährigen Beobachtungsperiode bei gleichen Wasserentnahmen wie im Jahre 1904/05 aufgestellt worden,

wobei sich eine erheblich geringere Seeabsenkung ergibt. Während im Jahre 1904/05 die Bestimmung im Einsiedler-Zusatzvertrag, wonach der See am 1. Juni jeden Jahres auf Kote 890,60, d. h. 2 m unter Ueberlaufkante angefüllt sein soll, nicht ganz erfüllt wird, erreicht der Seespiegel im Mitteljahr diese Kote schon in der zweiten Hälfte des Monats Mai.

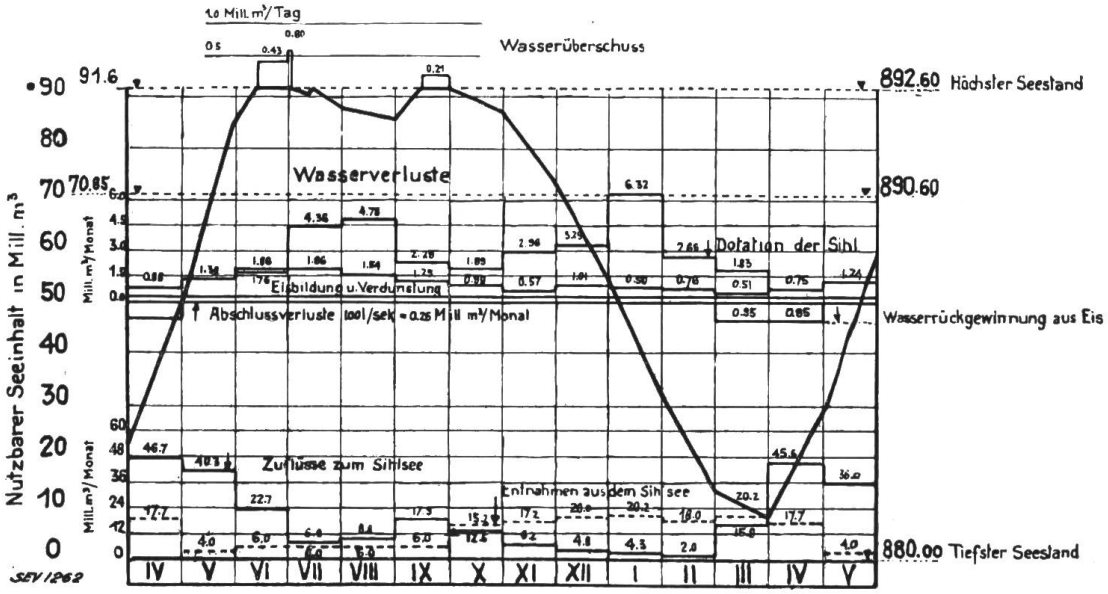


Fig. 6.
Diagramm des Wasserhaushaltes des Sihlsees für das Jahr 1904/05 mit geringem Wasserzufluss.
Gesamtentnahme vom 1. Mai bis 30. April: 156,5 · 10^6 m^3 Wasser, entsprechend einer Jahresarbeit von 135 · 10^6 kWh.

Die jährliche Wasserentnahme aus dem Sihlsee beträgt gemäss Fig. 6 156,5 Mill. m^3, die sich entsprechend den Bedürfnissen der Bundesbahnen auf die einzelnen Monate wie folgt verteilt:

	Mill. m^3		Mill. m^3
Mai	4,0	November . .	17,2
Juni	6,0	Dezember . .	20,0
Juli	6,0	Januar . . .	20,2
August	6,0	Februar . . .	18,0
September . .	6,0	März	20,2
Oktober . . .	15,2	April	17,7
Sommer	43,2	Winter	113,3

Da im Etzelwerk mit einem m^3 Wasser 0,86 kWh erzeugt werden können, beträgt die Jahresarbeit 156,5×0,86 = 135 Mill. kWh, wovon 97 Mill. kWh auf den Winter und 38 Mill. kWh auf den Sommer entfallen. Wird das Etzelwerk gemeinsam mit den Nordostschweizerischen Kraftwerken gebaut und betrieben, so beträgt der Anteil der Bahnanlage jährlich 74 Mill. kWh, wovon 53,5 Mill. kWh als Winterenergie und 20,5 Mill. kWh als Sommerenergie verwertbar sind, wenn man das Etzelwerk für sich allein betrachtet. Von diesen 74 Mill. kWh sind allerdings 2,2 Mill. kWh als Vorzugsenergie (1,9 Mill. kWh Selbstkostenenergie und 0,3 Mill. kWh Gratisenergie) an den Kanton Schwyz und an die Bezirke Einsiedeln und Höfe abzugeben, so dass für die Bahn nur 71,8 Mill. kWh verbleiben. Den Bundesbahnen stehen aber im Kraftwerk Amsteg noch bedeutende Sommerwassermengen zur Verfügung, die zum Teil wenigstens dank der grossen Leistungsfähigkeit des Etzelwerkes im Winter für den Bahnbetrieb nutzbar gemacht werden können

(Fig. 7). Auf diese Weise erhöht sich die mit dem Etzelwerk bei Vollausnützung für die Bahn verbleibende Jahresarbeit von 71,8 Mill. kWh auf 100 Mill. kWh, ohne dass im Kraftwerk Amsteg irgendwelche bauliche Aufwendungen und infolgedessen auch keine Kosten verursacht werden.

Gestehungskosten der Energie. Bringt man die jährlichen Betriebskosten mit der Arbeit des Werkes zu Bahnzwecken (71,8 Mill. kWh, erhöht um die im Kanton Schwyz abzugebende Selbstkostenenergie von 1,9 Mill. kWh) in Zusammenhang, so ergeben sich die Gestehungskosten der Energieeinheit, in diesem Falle der Kilowattstunde. Diese Gestehungskosten sind verschieden, je nachdem man das Etzelwerk für sich allein betrachtet oder sein Zusammenarbeiten mit dem Amstegerwerk berücksichtigt.

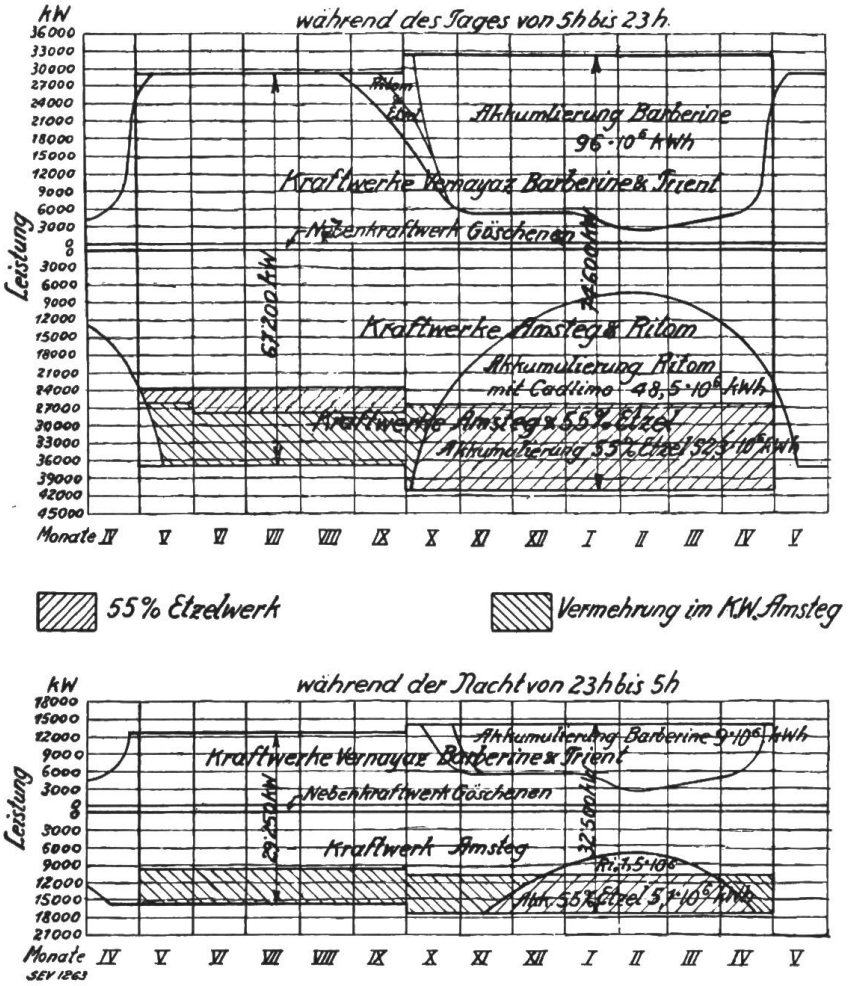


Fig. 7.
Graphische Darstellung der Leistungsfähigkeit der Kraftwerke Vernayaz-Barberine, Amsteg-Ritom mit 55 % Etzel entsprechend den Energieverhältnissen.

a) Etzelwerk allein (Anteil S. B. B.):

Jährliche Betriebskosten	Fr. 2 670 000.–
Jahresarbeit zu Bahnzwecken, erhöht um die im Kanton Schwyz abzugebende Selbstkostenenergie	kWh 73 700 000
Gestehungskosten der kWh	$\frac{2\,670\,000 \times 100}{73\,700\,000} = 3{,}6$ Rp.

b) Etzelwerk (Anteil S. B. B.) in Verbindung mit dem Kraftwerk Amsteg:

Jährliche Betriebskosten	Fr. 2 670 000.–
Jahresarbeit zu Bahnzwecken, erhöht um die im Kanton Schwyz abzugebende Selbstkostenenergie .	kWh 101 900 000
Gestehungskosten pro kWh	$\frac{2\,670\,000 \times 100}{101\,900\,000} = 2{,}6$ Rp.

Der Preis von 2,6 Rp. pro kWh ist besonders deshalb als günstig zu bezeichnen, weil das Etzelwerk in der Nähe leistungsfähiger Uebertragungsleitungen (Altendorf-Steinen, Altendorf-Rapperswil-Seebach und Altendorf-Rapperswil-Gossau) zu liegen kommt, mit welchen die erzeugte Energie ohne weiteres in die für die Abgabe an den Fahrdraht in Betracht fallenden Unterwerke geleitet werden kann. Es tritt somit für die Energie, gemessen ab Unterwerk, nur noch eine kleine Verteuerung infolge der unvermeidlichen Uebertragungsverluste ein.

Das Etzelwerk soll im Herbst 1934 betriebsbereit sein; die Bauarbeiten sind daher im Jahre 1931 in Angriff zu nehmen.

Langwierige, zähe Verhandlungen haben endlich die Verwirklichung des Etzelwerkes in die Nähe gerückt. Möge das Werk mit seiner ausgesprochenen Winterarbeit, die an dasselbe gestellten Erwartungen im Dienste der schweizerischen Energiewirtschaft voll und ganz erfüllen.

Die elektrische Küche, ihr Energiebedarf mit und ohne Heisswasserspeicher und ihr Einfluss auf die Belastungskurve des Werkes.

Von *H. Wüger,* Ingenieur der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich.

643.36:621.312(0064)

Versuche, welche im Netz der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (E. K Z.) durchgeführt worden sind, ergaben folgendes:

Elektrisch kochende Haushaltungen mit Heisswasserspeicher brauchen ungefähr 33 % mehr Energie als solche ohne Heisswasserspeicher; die Mehrkosten betragen jedoch bei den gebräuchlichen Tarifen nur etwa 11 % für den Durchschnittshaushalt von 4 Personen. Weitere Versuche ergaben Kochspitzenbelastung pro Kopf von etwa 90 Watt morgens, 310 Watt mittags und 150 Watt abends. Die benötigten Leistungen betragen rund 25—70 % des Kochanschlusswertes, je nach Grösse und Anzahl der Herde. Zum Schluss wird gezeigt, welchen Einfluss die Einführung der elektrischen Küche auf die bestehende Belastungskurve hat.

Des essais effectuées dans le réseau des centrales d'électricité du canton de Zurich (E. K. Z.) ont donné les résultats suivants:

Les ménages cuisant à l'électricité emploient environ 33 % de plus d'énergie s'ils possèdent des chauffe-eau à accumulation que s'ils n'en ont point; les frais supplémentaires n'atteigent toutefois que 11 % environ avec les tarifs usuels, pour un ménage moyen de 4 personnes. D'autres essais ont révelé une charge de pointe, due à la cuisson, d'environ 90 watts le matin, 310 watts à midi et 150 watts le soir par personne. La puissance effectivement employée varie entre 25 et 70 % de la puissance installées suivant la grandeur et le nombre des fourneaux. Pour terminer l'auteur montre l'influence de la cuisine électrique sur la courbe de charge de l'usine.

A. Allgemeines.

In der Küche werden die Hauptenergiemengen für das Kochen der Speisen und für die Warmwasserbereitung verbraucht. Wenn einmal in Zukunft Kühlschränke und kleinere Küchenmaschinen zu einer grösseren Verbreitung gelangt sein werden, so ist nicht ausgeschlossen, dass auch diese Energieverbraucher an Bedeutung gewinnen. In den folgenden Ausführungen ist indessen unter der elektrischen Küche die lediglich mit elektrischem Kochherd, eventuell noch mit Heisswasserspeicher ausgerüstete Küche verstanden.

Für das stromliefernde Werk sind bei der Einführung der elektrischen Küche hauptsächlich drei Fragen wichtig:

Erstens muss die Energiemenge, die für dieses Absatzgebiet benötigt wird, ermittelt werden. Dazu sind Untersuchungen notwendig über den Energieverbrauch. Zweitens interessiert die Leistung und im Zusammenhang damit der Verlauf des Leistungsbedarfes über die Stunden des Tages. Kennt man diese Verhältnisse, so kann man drittens auf das Zusammenwirken der neuen Belastung mit der bestehenden schliessen, sofern man noch Annahmen macht über den Umfang, den das elektrische Kochen annehmen wird.

Die zu besprechenden Untersuchungen gelten für Küchen mit direkt beheizten Kochplatten und zum Teil mit Heisswasserspeichern. Sogenannte stromsparende Apparate, wie Selbstkocher, Elektroökonom, Kochhauben u. dgl. sind ausser acht gelassen worden, weil diese Apparate sich keiner grossen Beliebtheit erfreuen und in der Schweiz bisher zu keiner wesentlichen Verbreitung gelangt sind. Auch Speicherherde blieben unberücksichtigt.