Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 27 (1935)
Heft: 3-4

Artikel: Vom Bau des Etzelwerkes
Autor: Kause, O.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-922297

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: 10.07.2025

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

Abb. 13
Erstellen der Druckleitung des Dixence-Kraftwerkes (Wallis)
(Aus dem Film: Unsichtbare Kraft)

Mise en place d'une section de la conduite forcée de la «Dixence» (Valais)
(Extrait du Film: Puissance Invisible)

Vom Bau des Etzelwerkes

Von Obering. O. Krause, Pfäffikon (Schwyz).

Ueber die allgemeine Anlage des Etzelwerkes und das Umsiedlungswerk sei auf die Artikel von Obering. H. Eggenberger, Bern, und Dr. Hans Bernhard, Zürich, in Nr. 3 des Jahrganges 1933 dieser Zeitschrift verwiesen (Abb. 1). Der nachstehende Artikel beschränkt sich darauf, einen Ueberblick über den Stand der Bau- und Projektierungsarbeiten Ende März 1935 zu geben.

Bachverbauungen.

Da das Gefälle der Sihl von der Studener Brücke an für den Geschiebetransport nicht mehr genügt, hat die Etzelwerk A. G. mit dem Kanton Schwyz die Erstellung eines Kiessammlers im Ochsenboden vereinbart. Bau und Projektierung werden vom Kanton durchgeführt mit einer Beitragsleistung von 45 % durch die Etzelwerk A. G. und von 33 $^1/_3$ % durch den Bund. Im Herbst 1934 wurde mit dem Bau des Stauwehres und des linksufrigen Dammes begonnen. Die Mauer hat die Flußsohle erreicht. Die Mauerkrone wird im ersten Ausbau Kote 922 erreichen, das heisst zirka 2½ m über der Flußsohle. Dadurch wird eine Ablagerungsfläche von rund 110 000 m² mit zirka 200 000 m³ Inhalt zur Verfügung gestellt, was für einige Jahrzehnte genügen dürfte. Die Fundamente der Sperre sind so bemessen, dass eine spätere Erhöhung um 2,50 m ohne weiteres möglich wäre. Die Mündung des Weisstannenbaches wird flussaufwärts verlegt, so dass sein Geschiebe ebenfalls vom Ablagerungsbecken aufgenommen wird.

Die Flußstrecke zwischen Kiessammler und Studenerbrücke weist Gefälle auf von 22—15,2 $^0/_{00}$. Da diese Strecke in Zukunft geschiebefrei sein wird, ist es nötig, die Sohle gegen Kolk zu sichern. Die zweckmässigste Verbauung wird gegenwärtig mittelst Modellversuchen an der Versuchsanstalt für Wasserbau in Zürich ausprobiert.

Die Sihlstrecke unterhalb der Studener Brücke ist charakterisiert durch schlechten Untergrund und geringes Gefälle. Geschüttete Probedämme von 2 m Höhe sind in dem schlammig torfigen Boden fast um die Hälfte eingesunken. Es blieb deshalb nichts anderes übrig, als die Sihl in den Boden einzuschneiden und das Gefälle durch den Einbau von drei Abstürzen so weit zu vermindern, dass das Wasser die Ufer nicht mehr angreifen kann. Durch die vorgesehene Vertiefung der Sihl wird das Hochwasser gegenüber früher um mehr als 1 m abgesenkt und dadurch auch die Einleitung der Nebenbäche erleichtert. Die Abstürze werden aus gerammten Eisenspund-

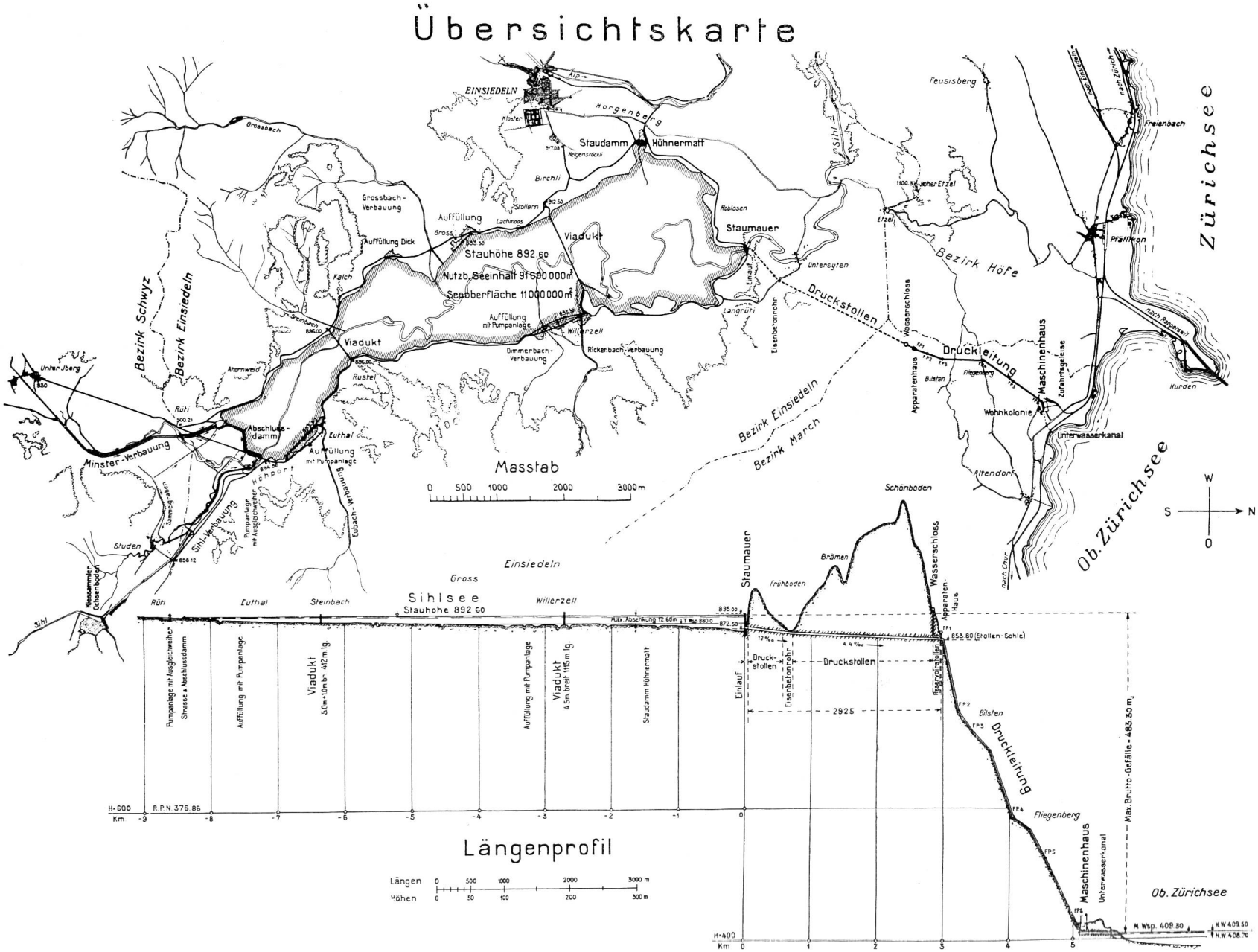

Abb. 14 **Etzelwerk** *Übersichtskarte. Maßstab 1:85.750. Längenprofil: Längen: Maßstab 1:85.750. Höhen: Maßstab 1:8575 R.P.N: 376.86*

wänden gebildet mit Sohlensicherung durch Pfahlrost und Böschungspflästerungen. Der erste liegt bei der Studener Brücke. Das Sihlprofil bis zum zweiten Absturz bei km 0,5 ist muldenförmig ausgebildet mit Böschungen 1 : 3, 1 : 5 und 1 : 10 und weist bei einer Füllung von 75 m³/sek. beim grössten Hochwasser eine Wasserspiegelbreite von 29 m auf. Vom zweiten Absturz bis zum dritten bei km 1,785 ist das Sihlprofil als Doppelprofil ausgebaut. Die Mittelwasserrinne hat bei einer Füllung von 4,4 m³/sek. eine Wasserspiegelbreite von 14,70 m, das Hochwasserprofil bei 75 m³/sek. eine solche von 60 m. Die Sohle der Mittelwasserrinne wird durch einen Kiesbelag von 25—30 cm Stärke gegen Ausspülung gesichert.

Die Korrektion des Brunnenbaches wird 410 m lang und weist ebenfalls ein muldenförmiges Querprofil auf mit einer Wasserspiegelbreite von 9,8 m bei Hochwasser von 6,5 m³/sek.

Günstiger liegen die Gefällsverhältnisse bei der Minster, bei der durch direkte Einleitung in den Sihlsee noch ein Minimalgefälle von 6,6 ‰ zu erzielen ist. Die zu verbauende Flußstrecke ist rund 3 km lang. Das Gefälle nimmt von 9,5 ‰ in der oberen Strecke auf 6,6 ‰ in der unteren Strecke ab. Durch Verengung des Profiles wird es möglich sein, das Geschiebe bis in den Sihlsee zu schaffen. Die Sohlenbreite nimmt von 15,5 m oben auf 10 m unten ab. Die Profile sind dimensioniert für ein Hochwasser von 125 m³/sek. Die Böschungen sind geschützt durch Steinwurf und Trockenpflästerung.

Die Etzelwerk A. G. hat ferner gemäss Konzession die Verbauungen des Eubaches, des Dimmerbaches, des Rickenbaches und des Grossbaches zu übernehmen, im ganzen auf eine Länge von rund 5 km. Diese Bäche werden in der Sohle mit einem Mörtelpflaster und an den Böschungen mit Trockenpflaster verkleidet. An die Kosten einer allfälligen Verbauung des Nidlaubaches hat die Etzelwerk A. G. einen Beitrag von Fr. 5000.— zu leisten. Die Gesamtlänge der von der Etzelwerk A. G. zu verbauenden Bäche beträgt 10 630 m, nicht eingeschlossen die Sihl oberhalb der Studener Brücke von rund 1½ km Länge, die vom Kanton Schwyz verbaut wird und an die die Etzelwerk A. G. einen Beitrag von 45 % zu bezahlen hat.

An den Mündungen der Bäche werden sich Geschiebekegel anlegen, die je nachdem, ob die geschiebeführenden Hochwasser in den leeren oder in den vollen See fallen, langsamer oder rascher so gross werden, dass sie von Zeit zu Zeit weggebaggert werden müssen, um die Auflandung der Bäche zu verhüten.

Auffüllungen und Abschlussdämme.

Die flachen Uferstellen bei Gross und im Dick werden mit rund 40 000 m³ aufgefüllt. Ursprünglich wurde verlangt, um die Dörfer Willerzell und Euthal Dämme zu ziehen, damit das Seeufer nicht zu nahe an die Dörfer rücke. Bei näherem Studium hat sich ergeben, dass diese Dämme in Verbindung mit Drainagen und Pumpanlagen durch Auffüllungen ersetzt werden können. Diese Auffüllungen entsprechen eher dem allgemeinen Charakter der Sihlseeufer, die durchgehend flach sind. Die Aufschüttungshöhe am Ufer liegt 70 cm über Normalstau, das heisst 893.30. Die Böschungen werden durch Steinwurf und Trockenpflästerung gegen Wellenschlag geschützt. Die Saugdrains liegen in Abständen von zirka 10 m. Sie leiten das Wasser mit mindestens 5 ‰ Gefälle zu den Nebensammlern, die in die Hauptsammler münden. Die Hauptsammler endigen im Pumpenschacht. Die Auffüllung Willerzell liegt in stark bewohntem Gebiet und bedingt dadurch verschiedene Anpassungsarbeiten an den bestehenden Entwässerungen und Gebäuden.

Gegen Süden wird der See durch einen Abschlussdamm von rund 800 m Länge abgegrenzt. Durch diesen Damm bleiben grosse Flächen der Bebauung erhalten, ohne nennenswerte Einbusse am Seeinhalt. Das hinter dem Abschlussdamm gelegene Gebiet wird durch Sammelgräben abgegrenzt, die so hoch liegen, dass sie das Niederschlagswasser aus den höher gelegenen Gebieten noch direkt in den See leiten können. Das Gebiet zwischen diesen Sammelgräben und dem Abschlussdamm wird durch weitere Sammelgräben entwässert, die das Sickerwasser der Dämme, das zuströmende Grundwasser und das Oberflächenwasser zur Pumpanlage im Schachen leiten. Bei abgesenktem Seespiegel ist ein natürlicher Abfluss möglich.

Hühnermatt-Damm.

Der die Einsattelung des Horgenberges in der Hühnermatt abschliessende Staudamm ist nicht an der höchsten Stelle angeordnet, weil hier eine Torfschicht von 6 m Mächtigkeit liegt (Abb. 2). Diese Torfschicht keilt sich gegen das Alptal aus und beträgt in der Talsohle an der gewählten Abschlußstelle rund 170 m vom Sattel entfernt, nur noch 1—1,5 m. Der Damm kann hier im tiefsten Punkt auf Kote 881 angesetzt werden. Die Torfschicht erstreckt sich auf eine Dammlänge von rund 40 m, während weiter an den Talhängen gleich unter der Humusdecke der feste undurchlässige Moränenlehm angetroffen wird. Bei grösserer Höhe über dem Boden wird der Damm an

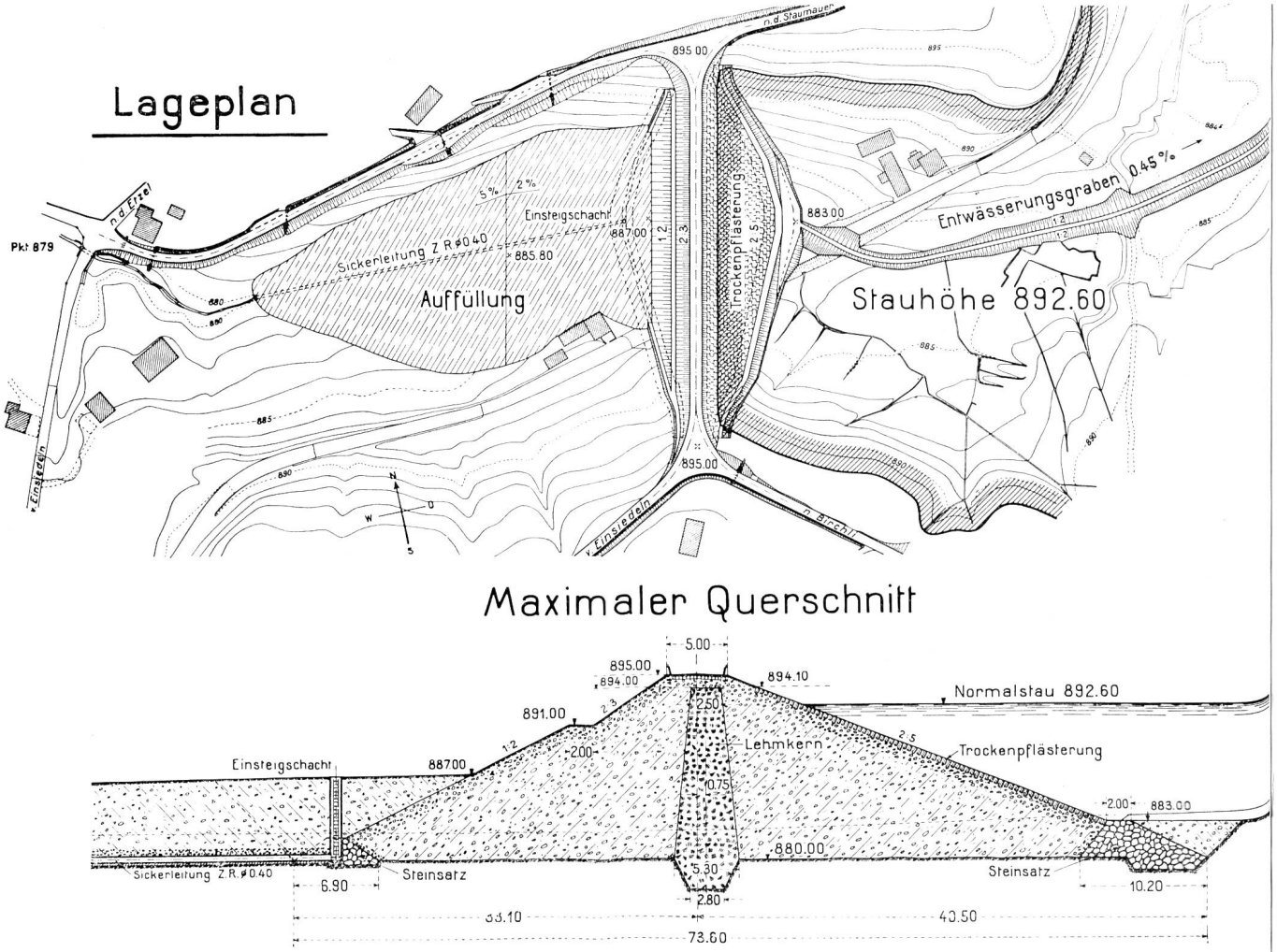

Abb. 15 **Etzelwerk** *Staudamm Hühnermatt. Lageplan: Maßstab 1:3000. Querschnitt: Maßstab 1:600*

dieser Stelle wegen der höheren Lage des guten Baugrundes doch niedriger als im Sattel und erhält auch einen geringeren Inhalt. Zur Entwässerung der seeseitigen Mulde muss ein Graben durch den Sattel hindurch gegen den See gezogen werden. Der Damm besteht in der Hauptsache aus kiesigem Material. Ein zentral gelegener Lehmkern, der in 2,5—5,3 m Breite von der Dammkrone senkrecht nach dem Fundament hinunterführt und dort mit dem kompakten Untergrund verzahnt ist, bewirkt die Undurchlässigkeit. Die Dammböschung wird auf der Wasserseite durch eine 40 cm starke Steinpflästerung gegen Wellenschlag geschützt. Die Dammfüsse sind durch Steinsätze gegen Ausquetschen gesichert. Ueber den Damm führt die neue Uferstrasse zur Staumauer. Die Hauptabmessungen des Dammes sind: Dammkrone 155 m lang, 5 m breit. Die seeseitige Böschungsneigung ist 2 : 5, die luftseitige 2 : 3 oben und 1 : 2 unten. Grösste Höhe 15 m, grösste Breite 73 m, Gesamtvolumen 50 000 m³. Im Herbst letzten Jahres wurde mit den Bauarbeiten begonnen. Der Entwässerungsgraben mit 12 000 m³ Aushub ist fertig erstellt, ebenso zirka $^2/_3$ des Dammfundament-Aushubes.

Strassen und Brücken.

Ohne die Brücken und die Viadukte sind rund 27 km Strassen zu bauen. Davon sind 11 km fertig und 8½ km im Bau. Die Strassenbreiten sind 2,50 m, 3,00 m, 3,50 m, 4,00 m und 5,40 m. Soweit bestehende Strassen in die neu zu erstellenden Strassen einbezogen wurden, ist lediglich ihre Verbreiterung vorgesehen. Im allgemeinen folgen die neuen Strassen dem Seerand und zwar mindestens 2,40 m über der Stauhöhe, das heisst Kote 895.

Die bei Föhnsturm dem Wellengang besonders ausgesetzte Strasse Horgenberg-Roblosen-Langrüti ist höher gelegt. (Kulminationspunkt 899.85.) Wo es anging, wurden die Strassen auch zur Umgehung schlechten Untergrundes höher gelegt. Wo sich schlammige und torfige Partien nicht umgehen liessen, wurden Holzroste mit Steinschüttung oder Kiesdämme erstellt. Wo die Dammböschung in den See taucht, wird sie durch Steinwurf und Trockenpflästerung gegen Wellenschlag geschützt.

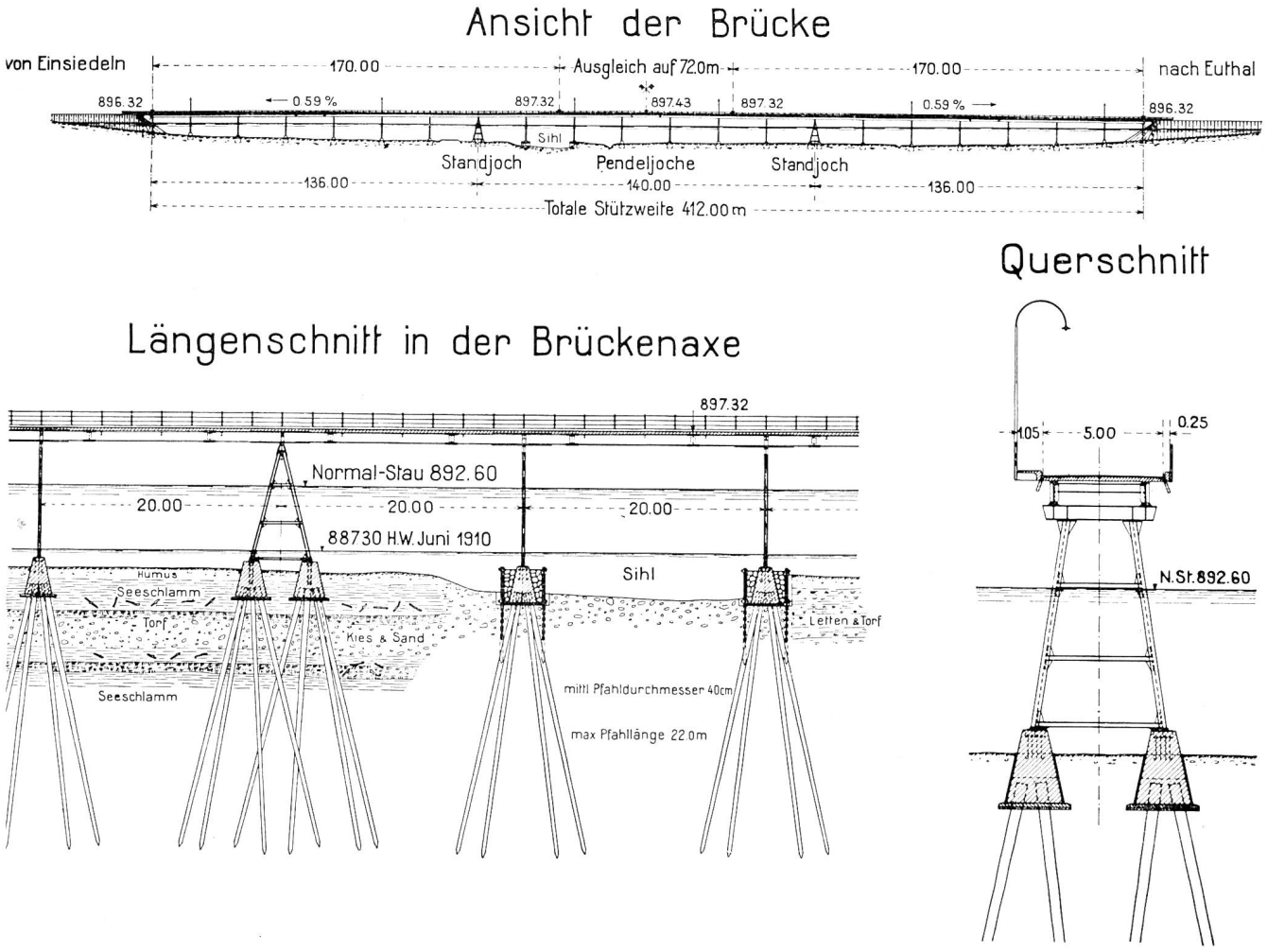

Abb. 16 **Etzelwerk** *Steinbacher-Viadukt. Ansicht der Brücke: Maßstab 1:3000. Längenschnitt: Maßstab 1:1200. Querschnitt: Maßstab 1:1200*

Das Steinbett ist durchgehend 25 cm stark, die Schotterlage 8—12 cm. Die Steinbettunterlage wird durch Quersickerungen entwässert. In nassem Boden wird unter das Steinbett eine Kiesschüttung von 15 cm aufgebracht und das Steinbett auf 20 cm Stärke reduziert. Mit Beitragsleistung des Bezirkes werden an einzelnen Stellen Hartbeläge erstellt. Sämtliches Steinmaterial konnte aus den Strasseneinschnitten im Steinbach, Rustel und an der Hagelfluh gewonnen werden. In Abständen von ungefähr 150 m sind Kiesablagerungsplätze angelegt, an geeigneten Stellen werden Holzablagerungsplätze vorgesehen.

Die Etzelwerk A. G. hat während der ganzen Bauzeit die von ihr in erheblichem Masse benutzten Strassen im Seegebiet zu unterhalten. Ebenso fällt ihr der Unterhalt der neuen Strassen während mindestens zwei Jahren nach Bauvollendung zu. Sämtliche Lastwagentransporte sind in Einsiedeln über die Eisenbahnstrasse zu leiten, die durch die Etzelwerk A. G. korrigiert und mit einem Trottoir versehen werden musste.

Bei der Wahl des Brückensystemes für die Viadukte bei Steinbach — 412 m lang — und bei Willerzell — 1115 m lang — war in erster Linie der ungünstige Untergrund — Moor und Lehm — von ausschlaggebender Bedeutung. Wegen der geringen Tragfähigkeit dieser Bodenarten und den im Laufe der Zeit möglicherweise eintretenden Fundamentsetzungen ist zunächst ein leichter und leicht zu unterhaltender Brückentyp erwünscht. Es soll die Möglichkeit vorhanden sein, durch Anheben des Ueberbaues und Unterlegen der Auflager kleine Setzungen unschädlich zu machen. Im weiteren ist einem Brückensystem mit einfachem, raschem Bauvorgang und nicht zu kleinen Stützweiten der Vorzug zu geben. Die Ueberbauten bestehen aus zwei kontinuierlichen Walzträgern mit oben liegender Eisenbetonplatte mit Gussasphaltbelag als Fahrbahn. Die Ueberbauten werden von Eisenjochen getragen. Die Pendeljoche stehen auf je zwei pyramidenförmig gerammten Pfahlgruppen von mindestens vier Holzpfählen, deren Tragfähigkeit durch Belastungsproben ermittelt wird. Die Standjoche erhalten die doppelte Zahl von Pfählen. Feste

Auflager sind bei den Widerlagern und den Standjochen vorhanden. Der statischen Berechnung der Viadukte ist Art. 8 der Eidg. Brückenverordnung vom 7. Juni 1913 zugrunde gelegt.

Der Steinbacher-Viadukt (Abb. 3) erhält 19 Oeffnungen von 20 m und zwei Endöffnunnungen von 16 m Stützweite. Die Gesamtlänge ist eingeteilt in drei Gruppen von je sieben Oeffnungen. In der Mitte der drei Gruppen befindet sich je ein Koppelträger, der die Ausdehnung der Ueberbauten gestattet. Die Konstruktionsunterkante des Ueberbaues liegt an den Brückenenden 2,60 m über der Staukote 892.60. Durch beidseitige Rampen von 1 : 170 gegen Brückenmitte in Verbindung mit einem Ausrundungsbogen auf 72 m Brückenlänge wird die lichte Höhe zwischen dem Stauspiegel 892.60 und Konstruktionsunterkante in Brückenmitte auf 3,70 m gebracht.

Der Willerzeller-Viadukt erhält 43 Oeffnungen von 25 m und zwei Endöffnungen von 20 m Stützweite. Die Gesamtlänge ist in fünf Gruppen eingeteilt zu sieben Oeffnungen und zwei Gruppen zu fünf Oeffnungen, die ebenfalls in der Mitte je einen Koppelträger aufweisen. Die Konstruktionsunterkante der Brücke liegt an beiden Ufern 2,70 m über der Staukote 892.60. Durch die beidseitige Rampe von 1 : 450 gegen Brückenmitte und mittlere Ausrundungsbogen auf 215 m Brückenlänge wird die Konstruktionsunterkante in Brückenmitte 3.80 m über die Stauhöhe von 892.60 gebracht. Mit der Pfahlrammung ist beim Steinbacher-Viadukt im März 1935 begonnen worden.

Fachkommission.

Zur Feststellung des jetzigen Zustandes des Seegebietes und an den Randzonen, insbesondere mit Rücksicht auf jene Verhältnisse, die durch die Anlage des Sees Einwirkungen und Veränderungen erleiden könnten und zur Prüfung und Schätzung der infolge der Ausführung und des Betriebes des Werkes eintretenden Schädigungen und Nachteile ist nach der Konzessionserteilung eine Fachkommission gebildet worden. An den Randzonen wurden Piezometerröhren errichtet, zur Kontrolle des Grundwasserstandes. Die Grundstücke längs des Sees wurden bonitiert. In Willerzell, Euthal und Unteriberg werden täglich Nebelbeobachtungen gemacht. Die in der Nähe des Ufers stehenden Gebäude wurden auf ihren Zustand geprüft, beschrieben und zum Teil photographiert. Die ganze Randzone wird photographisch aufgenommen.

Siedlungen.

Bis heute sind 25 Ansiedlungen gebaut und bezogen. 14 davon befinden sich auf dem Bergrücken,

Abb. 17 **Etzelwerk** *Siedelung am Waldweg*

der sich nordwestlich des Stausees gegen Biberbrücke hinzieht (Abb. 4). Die übrigen sind an der Randzone des Sees verteilt.

Staumauer.

Im August 1934 wurde mit der Aufstellung der Installationen begonnen. Da ein Umlaufstollen für die Ableitung des Wassers nicht vorgesehen ist, wird die Mauer in zwei Teilen erstellt. Zuerst wurde die Baugrube links durch einen Betonfangdamm abgeschlossen (Abb. 5). Der Aushub ist soweit vorgeschritten, dass bei Eintritt der warmen Witterung mit der Betonierung begonnen werden kann. Die Mauer (Abb. 6 und 7) kommt im Flussbett zum grössten Teil auf Molassesandstein zu stehen. An den Hängen schliesst sie an Mergelfels an. Die Luftseite wird ganz mit wetterfesten Natursteinen verkleidet, die zum grössten Teil aus dem Strassenaushub im Steinbach und in Euthal gewonnen werden können. Die Wasserseite wird im Absenkungsbereich ebenfalls verkleidet. Um die

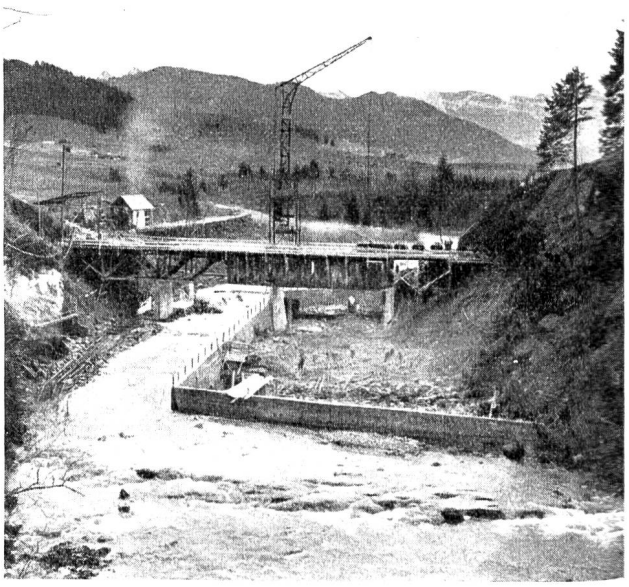

Abb. 18 **Etzelwerk** *Staumauer. Fundamentaushub. 6. Dezember 1934*

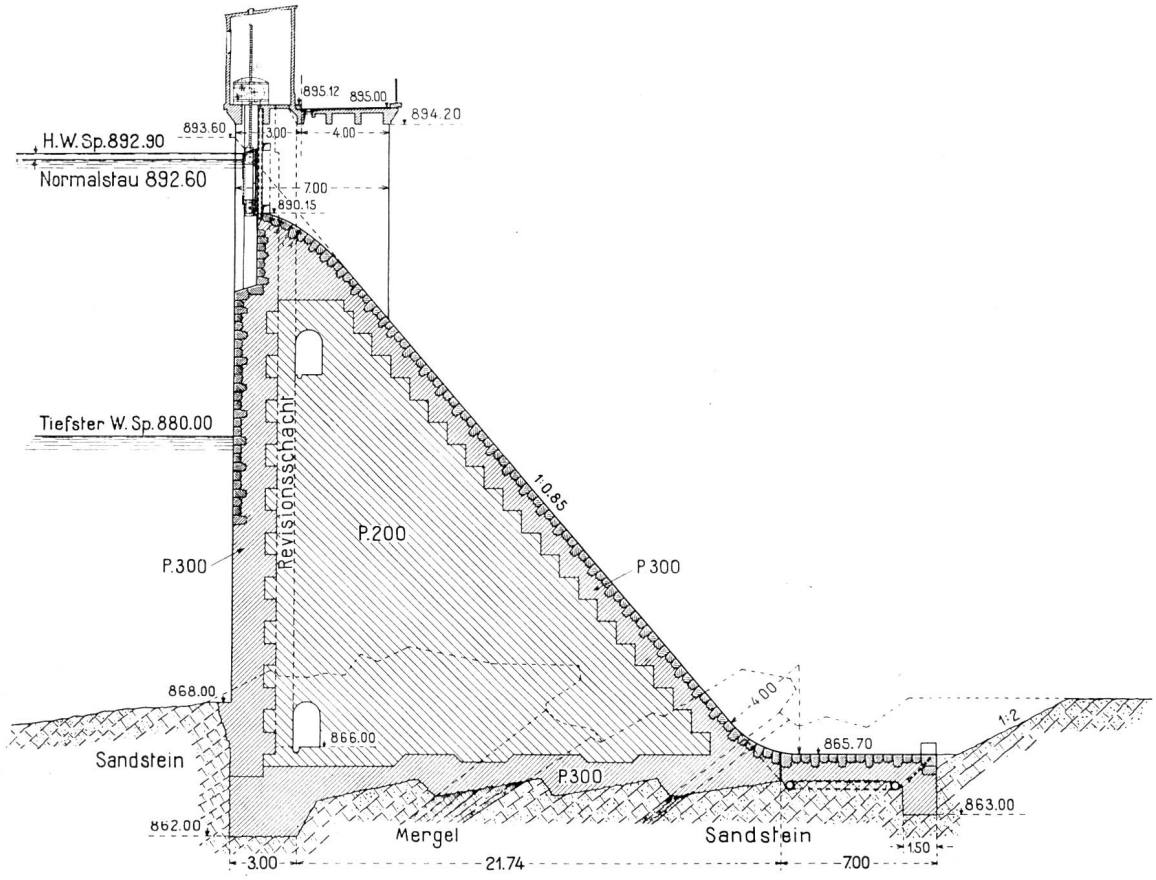

Abb. 19 **Etzelwerk** *Staumauer in den Schlagen. Querschnitt durch die Überlaufschützen. Maßstab 1:350*

Mauer auf vollkommen gesunden geschlossenen Fels abstellen zu können, ist eine Fundamenttiefe von etwa 5 m vorgesehen, womit im Flussbett ungefähr Kote 865 erreicht wird. Auf der Wasserseite soll ausserdem eine um 3 m tiefer reichende Schürze eingebracht werden. Allfällige Spalten und Risse im Felsen werden durch Hochdruckinjektionen gedichtet.

Der mittlere Teil der Mauer wird 3 m flussaufwärts vorgeschoben, dadurch erhält das Ueberfallwasser die seitliche Führung und die Mauerkrone den für die Aufstellung der Windwerke notwendigen Platz. Beim Stolleneinlauf ist die wasserseitige Flucht der mittleren und die luftseitige Flucht der äusseren Blöcke durchgeführt, um die durch das Rohr verursachte Schwächung zu kompensieren.

Die Strasse Roblosen-Langrüti wird auf Kote 895 über die Mauer geführt. Die Fahrbahnbreite zwischen den Randsteinen beträgt 4 m, die Randsteine sind 25 cm breit und 20 cm hoch. Die Mauerkrone ist 127,2 m lang. Ein eigentlicher Grundablass in der Mauer ist nicht vorgesehen. Dagegen werden in der zunächst zu erstellenden linken Wehrhälfte zwei Oeffnungen ausgespart für den Durchfluss des Wassers während des Baues der rechten Wehrhälfte. Die provisorische Oeffnung ist bei Niederwasser zu schliessen, wobei der Zufluss durch die Dotierungs- und Spülleitung abgeführt werden kann.

Ueber die zweckmässige Regulierung des Stauspiegels und die Vernichtung der Energie des Ueberfallwassers wurden in der Versuchsanstalt für Wasserbau an der E. T. H. Modellversuche ausgeführt. In der Mauerkrone werden drei Tauchschützen von je 10 m lichter Breite und 2,45 m Höhe eingebaut. Die Steuerung der Schützen erfolgt gleichzeitig für Ueberfall von 0—60 m^3/sek. automatisch durch elektrische Schwimmerfernsteuerung, über 60 m^3-sek. durch den Wärter. Für den ganzen Steuerbereich ist die elektrische Steuerung sowie ein Reserveantrieb vorgesehen. Die Bespiegelungsregulierung soll so gehandhabt werden, dass einerseits die Hochwasserabflüsse im Sihltal verkleinert werden und anderseits der Seespiegel nicht zu hoch ansteigt. Beim grössten beobachteten Hochwasser von 320 m^3/sek. (1910) würde der Seespiegel auf Kote 892.83 steigen und der Abfluss auf 250 m^3 zurückgehen. Zirka 90 m flussabwärts ist ein niedriges Wehr vorgesehen, dessen Zweck ein doppelter ist: einerseits bildet es einen notwendigen Bestandteil des Tosbeckens, indem durch dessen Rückstau erst die für die Walzenbildung nötige Wassertiefe erreicht wird, anderseits ist es als Meß-

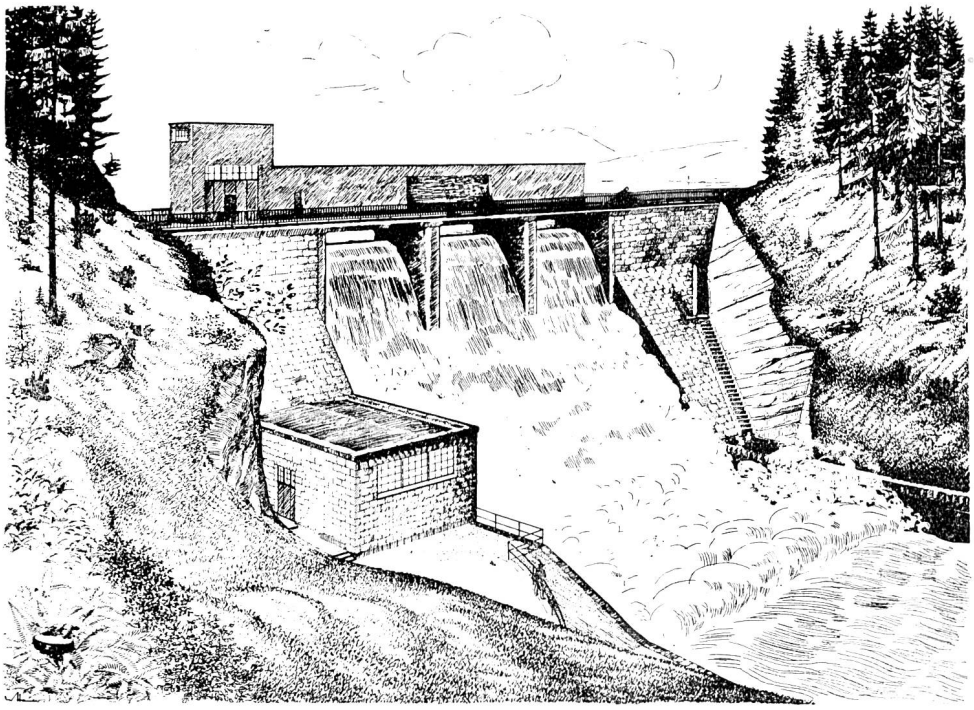

Abb. 20 **Etzelwerk**
Perspektivische Ansicht der Staumauer

schwelle ausgebildet. Form und Höhenlage der Meßschwelle wurden ebenfalls durch Modellversuche ermittelt. Sie hat in der Mitte einen Schlitz, der zirka 2 m^3/sek. fasst, damit die kleinen Wassermengen besonders genau gemessen werden können. Genügend weit oberhalb der Meßstelle befindet sich die Geberstation mit Schwimmerschacht und Stichrohr, durch die die Wasserstände von 1 zu 1 cm auf einen registrierenden Empfängerapparat im Wärterhaus übertragen werden. Da das Oberwasser laut Modellversuch bei keiner Wassermenge durch das Unterwasser beeinflusst wird, werden die Aufzeichnungen genauer sein, als die der Meßstation Untersiten, so dass diese vorteilhaft ersetzt werden kann.

Der Stolleneinlauf ist ähnlich wie beim Kraftwerk Wäggital im Rempen ausgebildet. Der Scheitel liegt auf Kote 875.50, das heisst rund 4,5 m unter dem tiefsten Stauspiegel. Die Mündung wird mit einem Rechen von 30 mm Stabweite geschützt und kann durch eine Schütze abgeschlossen werden. Die Schieberkammer enthält als zweites Abschlußorgan eine Drosselklappe von 3 m Durchmesser. Vor der Drosselklappe zweigen die Spülleitung und die Dotierungsleitung ab. Die Spülleitung soll bis 20 m^3/sek. abgeben können, zur zeitweiligen Spülung der Sihl. Die Dotierungsleitung ist bestimmt die nötige Zuschusswassermenge zu liefern, damit beim Eintritt in den Kanton Zürich die Sihl nie weniger als $2\frac{1}{2}$ m^3/sek. führt. Die Lüftung des Stollens geschieht durch zwei Rohre von 500 mm Durchmesser, die in der Staumauer bis über den höchsten Seespiegel führen und im Stollen hinter der Schütze beziehungsweise hinter der Drosselklappe anschliessen.

Druckstollen.

Im April 1934 wurden die Installationen für den Druckstollen aufgestellt (Abb. 8). Der Stollen unterfährt mit zirka 12 ‰ Gefälle die Sturmhöhe und liegt in der Einsenkung beim Frühboden nur einige Meter unter der Erdoberfläche, so dass an dieser Stelle zwei Angriffsstellen für den Bau geschaffen werden konnten. Die Strecke im Frühboden mit wenig Ueberlagerung wurde im offenen Einschnitt ausgeführt als Eisenbetonrohr von 15 cm Wandstärke und 150 m Länge. Der Untergrund besteht aus grobblockiger Moräne. Die Stollenstrecke gegen die Staumauer misst 515 m. Sie war Ende März 120 m vorgetrieben (113 m in zähem trockenem Lehm) und auf 108 m ausbetoniert. Vom Frühboden führt der Stollen mit 4,4 ‰ Gefälle unter dem Schönboden hindurch zum Wasserschloss und Apparatehaus. Diese Strecke misst 2250 m. Ende März war der Stollen vom Frühboden aus 356 m und vom Wisserschloss in Eschenmoos aus 1140 m vorgetrieben. Er befindet sich durchwegs in Sandstein und Mergel. Die Mauerung vom Frühboden aus ist auf 40 m fortgeschritten. Das Stollenprofil ist im Hinblick auf eine allfällige Erhöhung des Ausbaues auf acht Einheiten für eine maximale Wasserführung von 32 m^3/sek. dimensioniert (Abb. 9). Mit Rücksicht auf den bis $4\frac{1}{2}$ Atm. steigenden Wasserdruck wurden kreisrunde Stollenprofile gewählt, die je

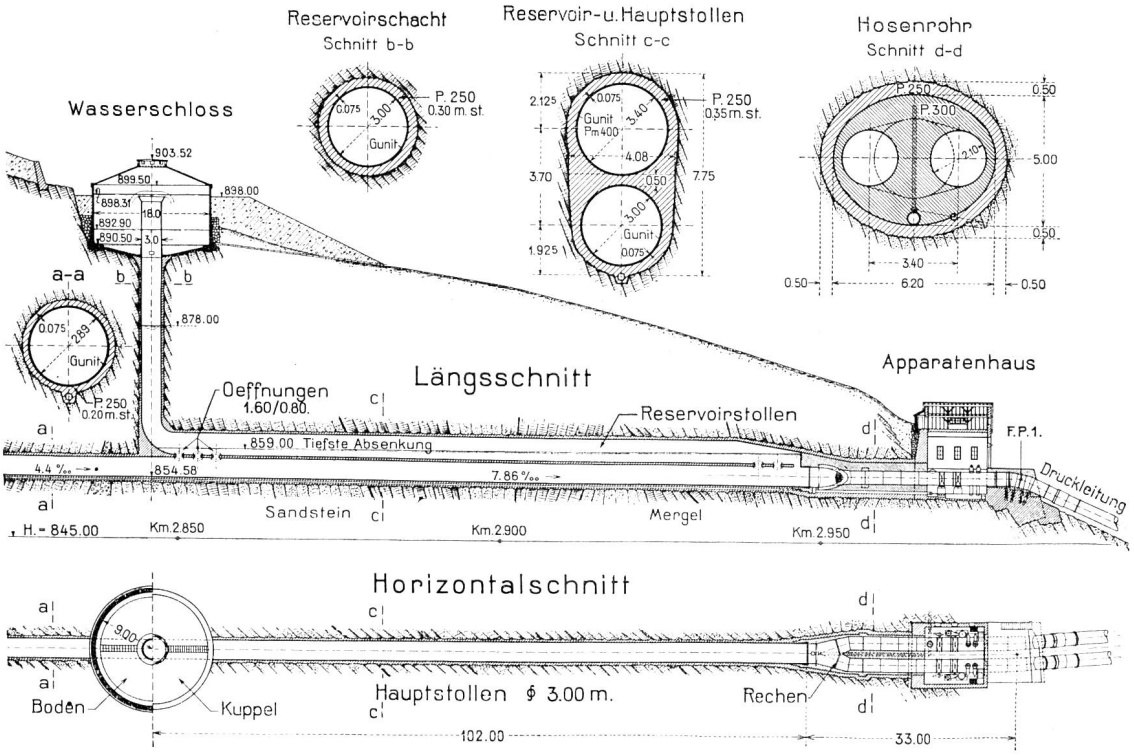

Abb. 21 **Etzelwerk** *Wasserschloss. Längsschnitt und Horizontalschnitt: Maßstab 1:1200. Schnitte: Maßstab 1:300*

nach Beschaffenheit des umliegenden Gebirges in der Betonstärke abgestuft werden. In Erde und durchlässigem Fels ist statt 2 cm Verputz die Auskleidung mit einem 7½ cm armierten Gunitmantel vorgesehen, wodurch der lichte Stollendurchmesser von sonst 3 m auf 2,89 m reduziert wird. Die Stärke der Armierung des Gunitmantels wird der Gebirgsbeschaffenheit angepasst und in schlechten Strecken, zum Beispiel Erde, für den vollen Wasserdruck berechnet. Zur Ableitung des bei der Bauausführung etwa angeschnittenen Bergwassers — bis jetzt wurde im Frühboden nur wenig Wasser und im Eschenmoos sozusagen gar kein Wasser getroffen — wird eine Drainage erstellt, die bei Baubeendigung wieder zu schliessen ist.

Das Wasserschloss besteht aus drei Teilen, einem unteren Reservoirstollen von 100 m Länge und 3,40 m lichtem Durchmesser der unmittelbar über dem Druckstollen liegt, einem Steigschacht von 38 m Höhe und 3 m lichtem Durchmesser und einer obern zylindrischen Reservoirkammer von 18 m lichtem Durchmesser. Ende März war der Schacht auf die ganze Höhe ausbetoniert und der Reservoirstollen auf 47 m.

Druckleitung.

Der Druckstollen geht kurz vor dem Apparatehaus in die zweisträngige Druckleitung über. Das Stollenprofil erweitert sich von 3 m Durchmesser auf ein ovales Profil von 6 m Breite und 4,70 m Höhe, zur Aufnahme des Hosenrohres, das auf eine Länge von 18,30 m in den Stollen verankert wird. Im Apparatehaus kann jede Druckleitung mittelst einer von Hand zu bedienenden und einer automatisch wirkenden Drosselklappe abgeschlossen werden. Zum Einbau dieser Klappe ist ein leichter Kran vorgesehen. Die Druckleitungstrasse fällt vom Apparatehaus bis zum Fixpunkt 4 (Kreuzung der Strasse Altendorf-Schwendi) ungefähr in der Fallinie des Hanges mit

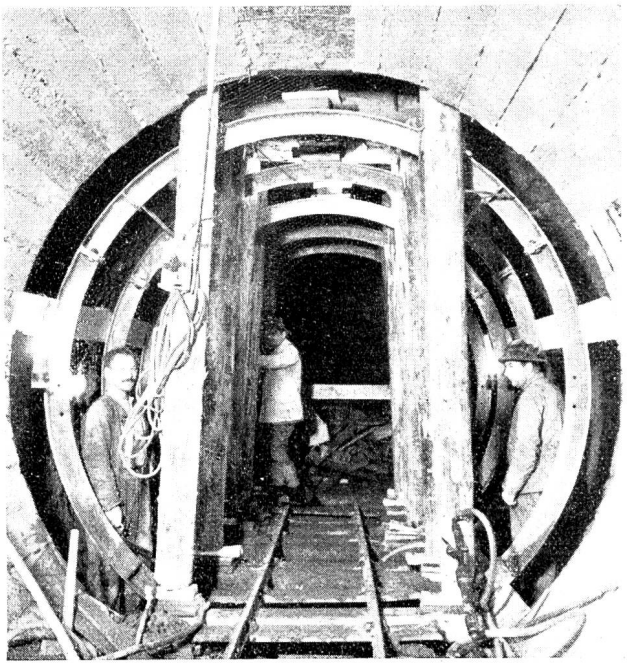

Abb. 22 **Etzelwerk** *Stolleneinbau*

5—46 %, unter einmaliger Richtungsänderung nach Norden bei Fixpunkt 3. Von Fixpunkt 4 verläuft die Trasse in nordöstlicher Richtung mit 3,4—34 % Gefälle zum Maschinenhaus beim Weinberg. Im Hinblick auf eine allfällig spätere Erweiterung ist der oberste Durchmesser auf 2,10 m, der unterste auf 1,80 m festgelegt. Die Wandstärken nehmen von 17 auf 40 mm zu. Die beiden Stränge werden im Maschinenhaus als Ringleitung zusammengeschlossen auf einem Durchmesser von 1 m; die Wandstärken betragen 45—30 mm. Das Gesamtgewicht der Druckleitung ist 6858 t. Die Vergebung erfolgte am 22. Juni 1933. Die Bleche sind abgeliefert und die Rohrfabrikation ist im Gang. Es ist das erste Mal, dass eine Druckleitung dieses Umfanges ganz in der Schweiz ausgeführt werden kann. Die beiden Stränge der Druckleitung vom obersten bis zum untersten Fixpunkt sind je 2175 m lang, die Verteilringleitung ist 210 m lang. Die obersten 210 m werden offen, und der Rest im Boden verlegt.

Zur Montage der Druckleitung und für die Materialtransporte für den Stollen wurde im August 1932 eine Seilbahn gebaut, die nach Fertigstellung des Werkes wieder abgebrochen wird. Sie besteht aus zwei Sektionen mit Umladestation im Fliegenberg. Die Höhendifferenz der ersten Stufe beträgt 165 m, der zweiten 293 m. Die Endstation im Eschenmoos beim Stollenportal liegt 880 m ü. M., das heisst 458 m über der Talstation. Die kleinste Neigung beträgt 5½ %, die grösste in der oberen Sektion 53,1 %. Die Spurweite des Geleises misst 1 m, das Schienengewicht 33 kg/m. Die Umladestation im Fliegenberg besteht aus einem Rohrlagerplatz von 1200 m², einem Umschlagsilo für 70 m³ Kies und Sand und einer elektrischen 3-t-Laufkatze. Die Nutzlast für die obere Sektion ist 15 t, für die untere 18 t. Die Antriebsmotoren weisen eine Stärke auf von 155 beziehungsweise 120 PS. Die Seildurchmesser betragen 31 beziehungsweise 29 mm. Die Sicherheit ist sechsfach. Die Fahrzeit beträgt bei einer totalen Länge von 2360 m 32—45 Minuten, indem die Fahrgeschwindigkeit je nach Last auf 0,8 oder 1,2 m/sek. eingestellt werden kann. Vor dem Anfahren ertönt bei den Wegübergängen ein Glockensignal.

Zentrale.

Das Maschinenhaus, am Uebergang in den flachen Talboden gelegen, lehnt sich an die vorgeschobene Felsrippe beim Weinberg, wo es auf Sandstein und Mergel fundiert wird. Es gelangen sechs vertikalachsige Maschinengruppen von 20 000 PS, wovon drei Einphasen- und drei Drehstromeinheiten, zur Aufstellung. Für die gelegentliche Wasserförderung vom Zürichsee nach dem Sihlsee sind die mittleren zwei Einheiten zum späteren Ausbau als Pumpengruppen vorgesehen, mit einer Fördermenge von je 2,8 m³/sek. Zur Energie-Erzeugung für den eigenen Bedarf sind zwei kleine Gruppen angeschlossen. Für die Montage und Revision sind zwei Maschinensaalkrane von je 60 t Tragkraft bestimmt. Werkstatt, Schmiede, Kabelboden, Kommandoraum und die üblichen Nebenräume liegen im östlichen Teil des Maschinenhauses. Für eine allfällige spätere Erweiterung werden an der Druckleitung und am Unterwasserkanal die nötigen Vorkehren getroffen. Die Freilufttransformierungs- und Schaltanlage wird neben dem Maschinenhaus aufgestellt und dient der Auftransformierung der Maschinenspannung von 10 000 Volt auf die Netzspannung von 66 000 Volt für den Einphasen- und 150 000 Volt für den Drehstrom, sowie zur Stromverteilung auf die abgehenden Leitungen. An solchen sind vorläufig sechs Stränge von 66 000 Volt und sieben Stränge von 16 000 Volt für die Einphasenenergie und ein Strang von 150 000 Volt für die Drehstromenergie vorgesehen.

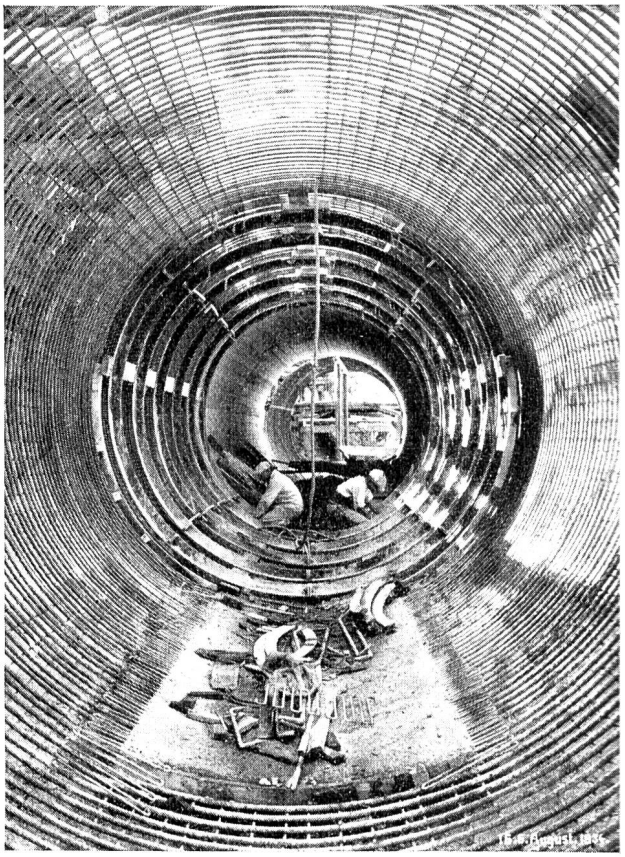

Abb. 23 **Etzelwerk** *Eisenbetonrohr*

Um der notleidenden Maschinenindustrie Arbeitsgelegenheit zu schaffen, wurden die sechs Hauptturbinen, je drei Einphasen- und Dreiphasen-

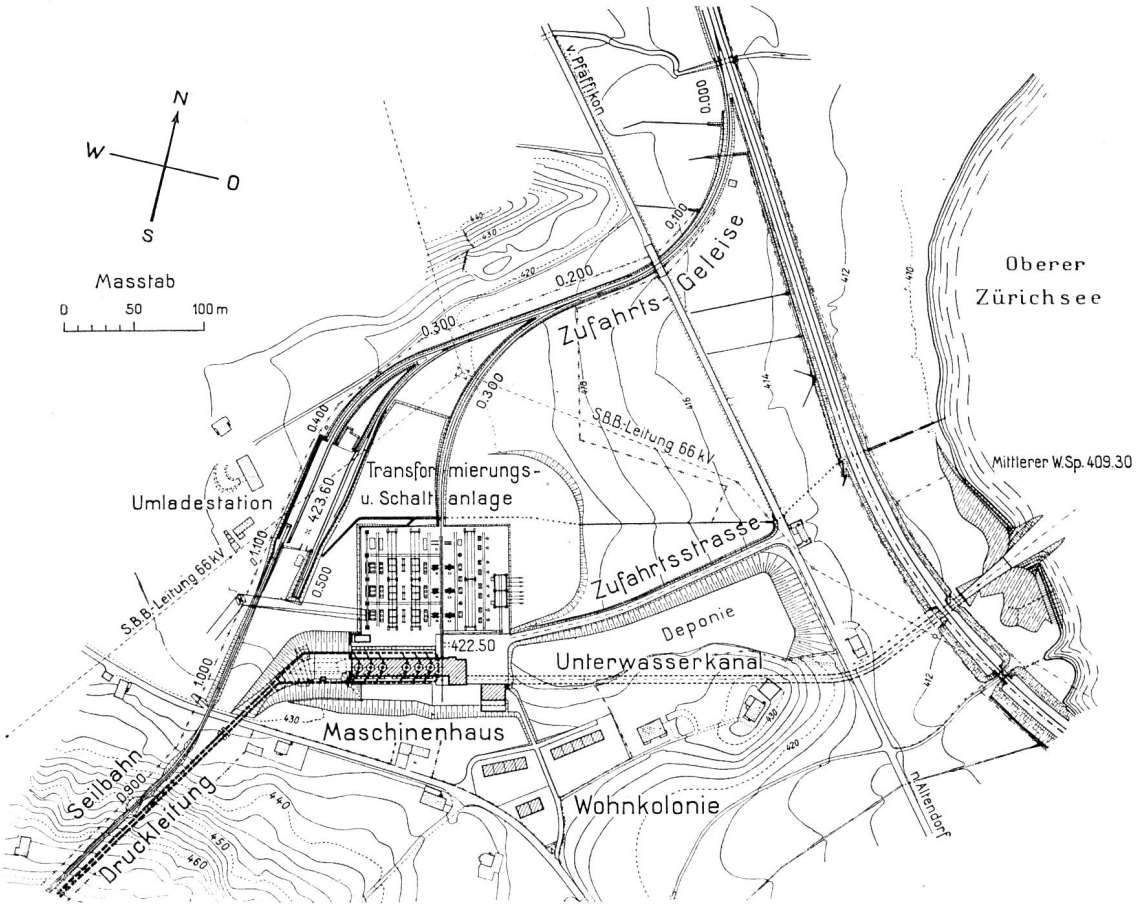

Abb. 24 **Etzelwerk** *Lageplan des Maschinenhauses. Maßstab 1:5500 R.P.N: 376.86*

Generatoren, je drei Einphasen- und Dreiphasen-Transformatoren, zwei Hausturbinen und zwei Hausgeneratoren schon im Sommer 1932 vergeben.

Im November 1933 wurde mit den Bauarbeiten des Maschinenhauses begonnen. Es wurde zunächst mittelst Baggern eine Baugrube von 90 m Länge, 30 m Breite und bis 22 m Tiefe ausgehoben (Abb. 12 u. 13). Die Baugrubenböschungen, in der Neigung 5:4, haben sich infolge der Grundwasserabsenkung gut gehalten. Der maximale Wasserandrang betrug 12 l/sek. Der Aushub von 60 000 m³ Erde und Kies und 10 000 m³ Fels wurde am westlichen Hange des Weinbergs angeschüttet, soweit das Material nicht für Beton und Steinpackungen verwendet werden konnte. Der Aushaub wurde mittelst zweier Schrägaufzüge und zweier Turmkrane gehoben. Die Kiesaufbereitungsanlage hat bis zu 300 m³ Beton in 24 Stunden geliefert. Im ganzen sind 12 000 m³ zu betonieren und 1000 t Rundeisen zu verlegen. Zur Zeit sind sämtliche Turbinenfundamente betoniert (Abb. 14). Beim Maschinenhauskopf und bei den ersten Einheiten ist der Unterbau bis auf Terrainhöhe fertig.

Im Juni 1932 wurde das Anschlussgeleise gebaut. Bis in die Nähe der Zentrale steht die zweite Spur des Geleises Pfäffikon-Altendorf zur Verfügung, die von den S. B. B. gebaut wurde. Nach der Kreuzung der Kantonsstrasse führt ein Geleise durch die Schaltanlage hindurch ins Maschinenhaus, zwei andere Stränge umfassen den Rohrlagerplatz, der äussere Strang schliesst an die Seilbahn an. Für den Umlad steht ein 18-t-Kran zur Verfügung. Rechtwinklig zur Kantonsstrasse zweigt die 210 m lange und 5 m breite Zufahrtsstrasse zum Maschinenhaus ab.

Der Unterwasserkanal wird als Stollen ausgebildet von 5 m lichter Weite und 4,55 m lichter Höhe. Er führt unter dem Weinberg durch

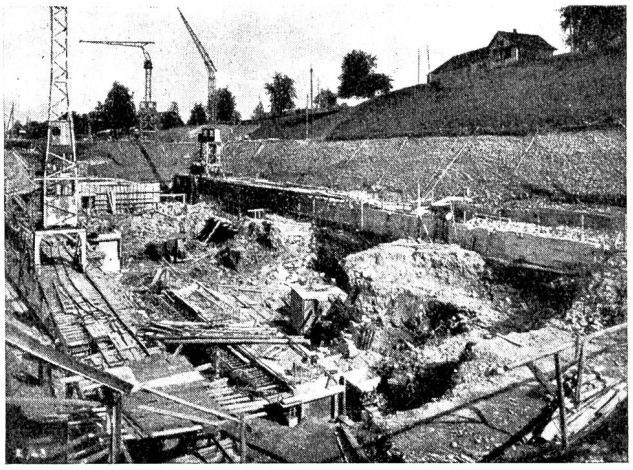

Abb. 25 **Etzelwerk** *Maschinenhaus. Baugrubenaushub. 24. August 1934*

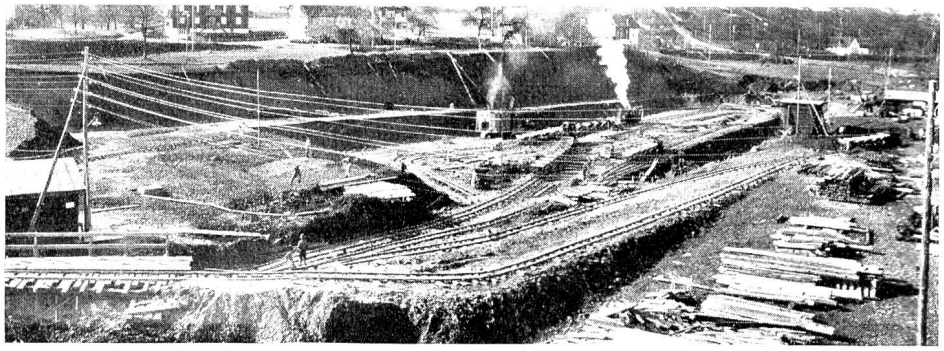

Abb. 26 **Etzelwerk**
Maschinenhaus, Baugrubenaushub. 10. März 1934

und kreuzt den Bahndamm rechtwinklig. Er liegt so tief, dass das Gefälle bis zum Zürichsee ausgenützt werden kann. Beim Einlauf in den Zürichsee ist der Kanal offen und verbreitert sich allmählich von 5 m auf 10 m Breite. Beim plötzlichen Anlassen von acht Turbinen entsteht im Unterwasserstollen ein Schwall von zirka 1 m Höhe, der sich in unverminderter Höhe bis zur Erweiterung des Auslaufes fortpflanzt. In zirka 36 m Distanz vom Ufer hat er sich verflacht. Um bei Annäherung von Booten Unfälle zu verhüten, wird der Auslauf durch eine Pfahlreihe abgesperrt.

Auf Grund der Einsprachen des Verbandes der Grundbesitzer am Zürichsee und Linthgebiet hat das Eidg. Amt für Wasserwirtschaft eine Untersuchung durchgeführt über den Einfluss des Betriebswassers des Etzelwerkes auf die Wasserstände des Zürichsees. Es gelangt zu dem Ergebnis, dass durch das Etzelwerk die Sommer-Hochwasserstände des oberen Zürichsees höchstens um 1—1½ cm erhöht werden; nur bei tieferen Seeständen im Frühjahr kann die Erhöhung durch das Etzelwerk grössere Beträge bis zu 6 cm erreichen. In den Zeitperioden, in denen der Zürichsee unter der Staugrenzlinie des provisorischen Wehrreglementes sich befindet, ist der Einfluss des Etzelwerkes praktisch Null, da die Mehrzuflüsse zum See durch vermehrtes Oeffnen der Regulierungs-Einrichtungen ausgeglichen werden können, die sich noch ergebenden Gefällserhöhungen zwischen oberem und unterem Zürichsee werden hiebei nicht mehr als 1 cm betragen.

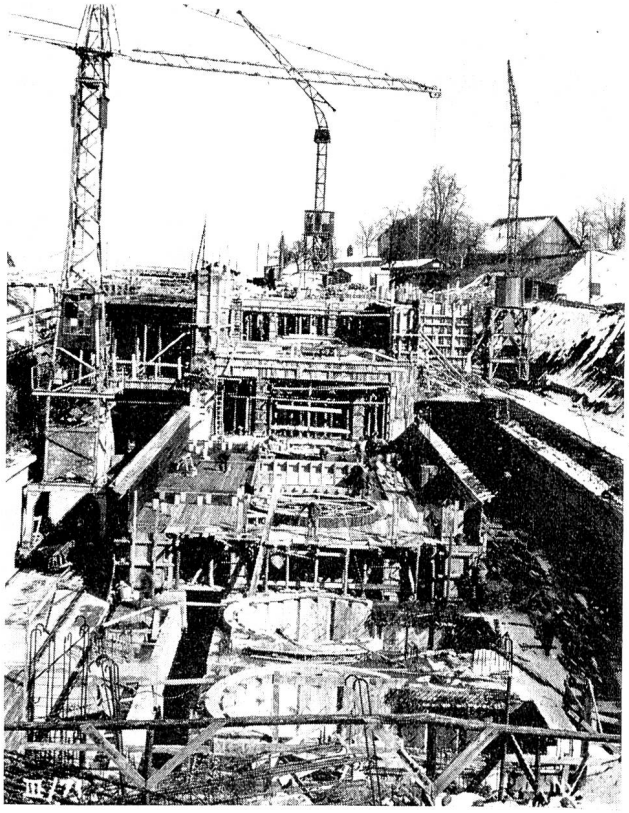

Abb. 27 **Etzelwerk** *Maschinenhaus. Betonierung des Unterbaues. 14. März 1935*

Bisherige Hauptunternehmungen und Hauptlieferanten.

Kiessammler Ochsenboden:
- X. Nauer, Schindellegi.

Hühnermattdamm:
- Locher & Cie., Zürich.

Strassen:
- Rothpletz & Lienhard, Aarau, mit A. Gamma, Gurtnellen.
- Felix Favetto, Brunnen.
- X. Nauer, Schindellegi, mit Jul. Müller & Kibag A. G., Bäch.
- H. Gossweiler & Cie., Zürich.
- Walo Bertschinger, Zürich.
- Thomas Kälin, Bennau.
- A. Käppeli's Söhne, Wohlen.
- Dom. Fässler, Studen, mit Dam. Inglin, Rothenthurm.
- Fietz & Leuthold A. G., Zürich.
- E. Rohrer, Zürich-Altstetten.
- Gebr. Krämer, Schwyz.

Viadukte:
- C. Zschokke A. G., Döttingen, Generalunternehmung.
- Locher & Cie., Zürich, Tiefbau Steinbacher-Viadukt.

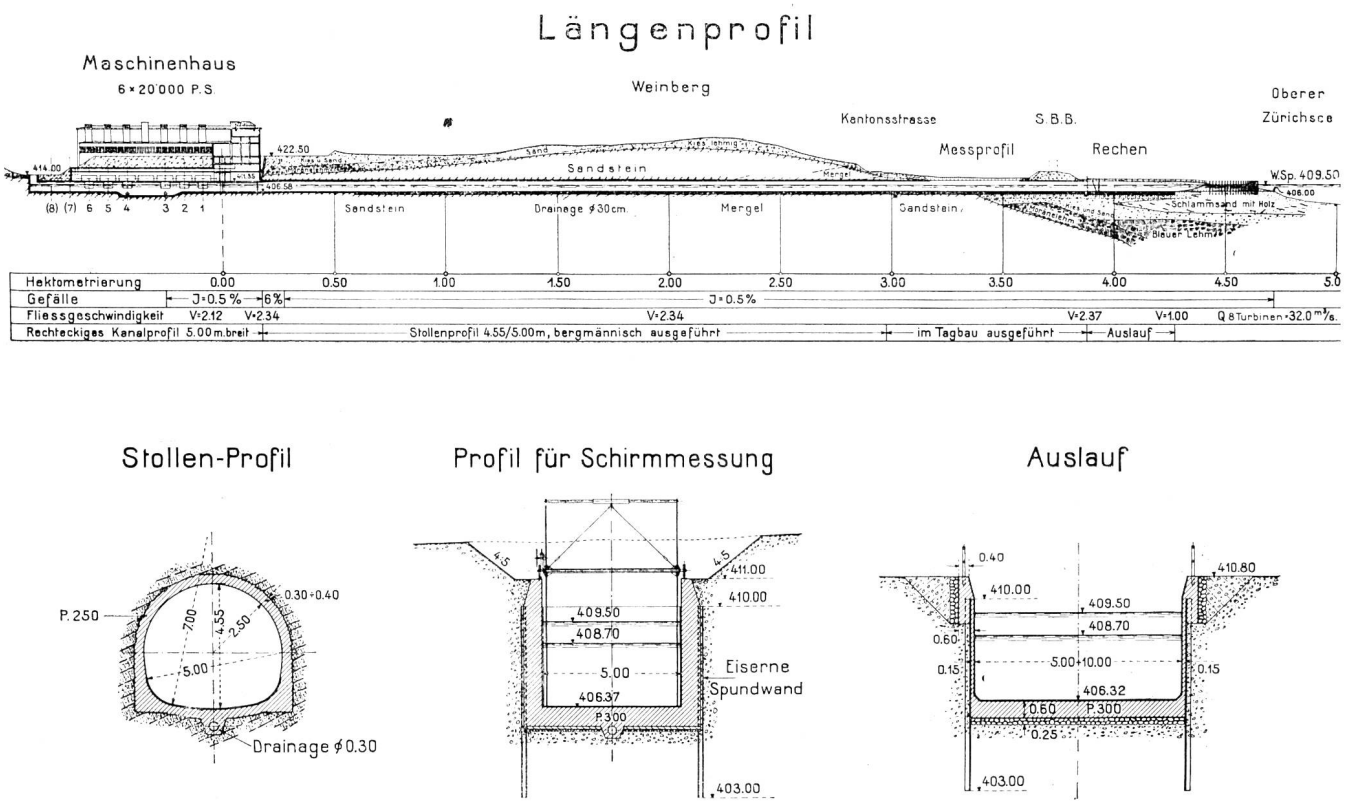

Abb. 28 **Etzelwerk** *Unterwasserkanal. Längenprofil: Maßstab Längen 1:3500, Höhen: 1:350. Normalprofile: Maßstab 1:280*

Ed. Züblin & Cie. A. G., Zürich, Tiefbau Willerzeller-Viadukt.

Staumauer:
Fietz & Leuthold A. G., Zürich.

Druckstollen:
Schafir & Mugglin, Zürich.

Druckleitung:
Gebr. Sulzer A. G., Winterthur, Generalunternehmung.

Seilbahn:
Rud. Stüssy-Kuhn, Glarus, Unterbau.
Giesserei Bern, elektromech. Ausrüstung.

Zentrale:
A. G. Heinr. Hatt-Haller, Zürich.

Anschlussgeleise:
J. Hager & Künzi, Lachen.

Betonrundeisen:
Karl Weber, Seewen, mit v. Roll, Gelafingen und v. Moos, Luzern.

Zement:
E. G. Portland, Zürich.

Energieversorgung der Baustellen:
Elektrizitätswerke des Kantons Zürich.

Maschinen:
Escher Wyss A. G., Zürich, mit Th. Bell & Cie. A. G., Kriens:
6 Hauptturbinen.
A. G. Brown, Boveri & Cie., Baden:
3 Einphasen-Generatoren.
Maschinenfabrik Oerlikon:
3 Dreiphasen-Generatoren,
3 Dreiphasen-Transformatoren und
2 Hausgeneratoren.
S. A. des Ateliers Sécheron, Genf:
3 Einphasen-Transformatoren.
Ateliers de Constr. Mécaniques S. A., Vevey:
2 Hausturbinen.
D. Siebenmann, Bern:
Brandschutzanlage.
Rüegger & Cie. A. G., Basel:
Maschinensaalkrane.

Installation de l'Etzel.

L'auteur donne un aperçu de l'état des travaux et des projets fin mars 1935.

Pour retenir les pierres, la chute de la Sihl étant insuffisante à leur entraînement en aval du pont de Studen, on construit un accumulateur de 200 000 m³, suffisant pour quelques décades. Le barrage, commencé en automne 1934, atteint déjà le niveau du Thalweg et sera élevé jusqu'à 2,5 m au-dessus. Une extension le portera à 5 m.

En aval du pont de Studen, on a dû creuser le lit de la Sihl et créer 3 barrages-déversoirs, pour protéger les berges, très mauvaises. On a en outre dû apporter des corrections et exécuter des travaux de protection sur divers torrents affluents. Près des villages de Euthal et Willerzell, on devra construire des digues, pour maintenir les rives du lac. Les remblais de la rive arriveront à la cote 893,30, les berges seront protégées contre les vagues.

Vers le sud, le lac sera maintenu par une digue de 800 m

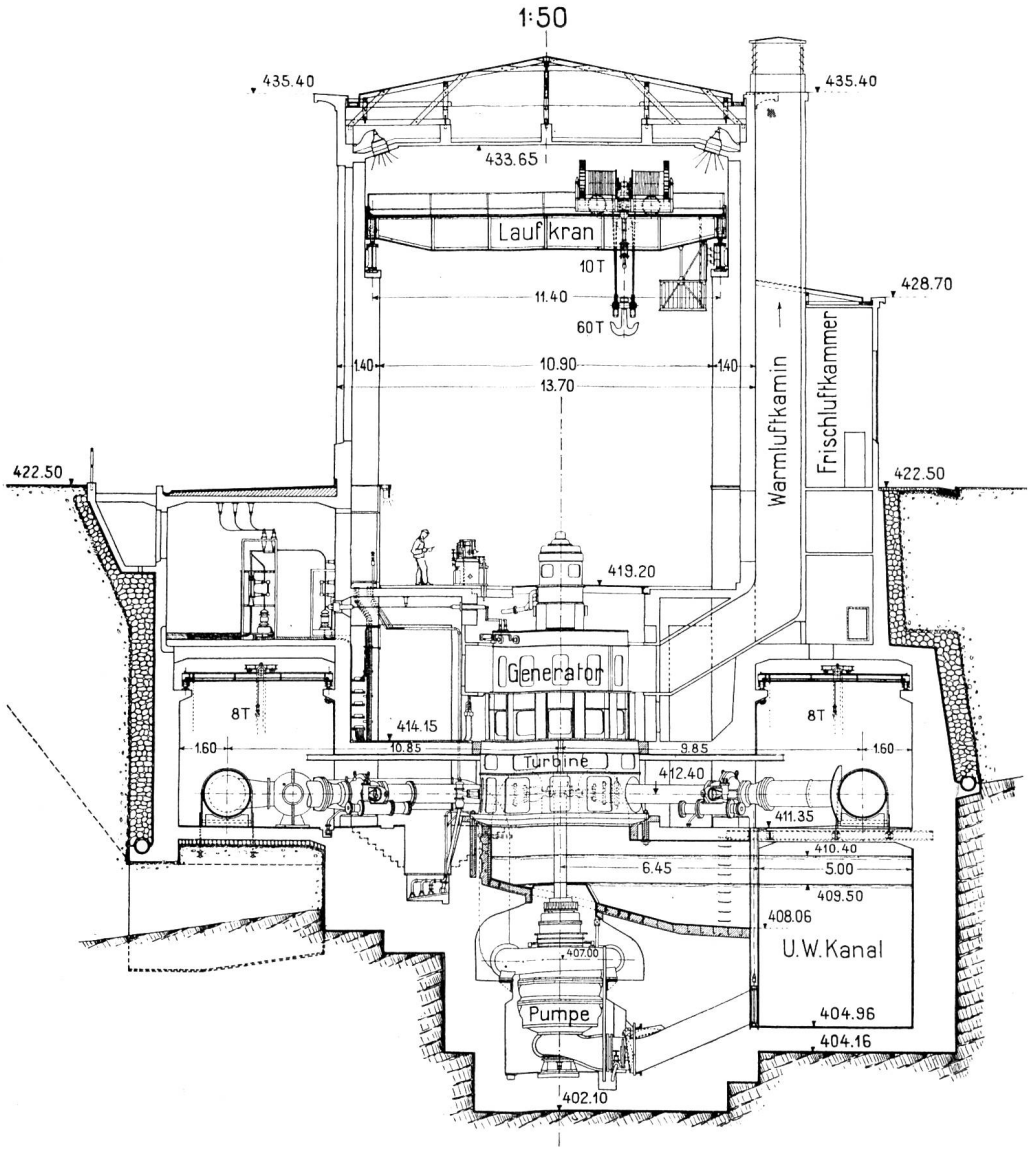

Abb. 29 **Etzelwerk** *Maschinenhaus. Querschnitt durch die Turbinen-Pumpengruppe. Maßstab 1:250*

de long. La digue de Hühnermatt n'est pas placée au plus haut point où il y a une épaisse couche de tombe. La cote minimum du pied de la digue est 881. La berge amont sera protégée par des maçonneries et une route sera construite au sommet, longueur 155 m, largeur 5 m.

27 km de route sont à construire, dont 11 sont exécutés, suivant les rives à la cote minimum de 895, soit 2,4 m au dessus de la retenue. Il y a en outre 2 viaducs, de 412 m à Steinbach et 1115 m près de Willerzell d'un type très léger à cause du mauvais terrain de base. Le 1er a 19 travées de 20 m et 2 de 16 m aux extrémités. Celui de Willerzell a 43 travées de 25 m et 2 de 20 m. Les installations pour la construction du barrage furent montées dès août 1934. Les excavations du barrage sont assez avancées pour qu'on puisse dès le printemps commencer de bétonner. Les fondations, dans le lit de la rivière; reposent sur la molasse. Le côté aval sera revêtu de maçonnerie, et le côté amont sera aussi protégé. La cote minimum des fondations sera de 865. La couronne du barrage sera à la cote 895 et portera une route. La longueur est de 127,2 m. Le barrage comporte 3 vannes de 10 m de largeur et 2,45 m de haut pour le réglage de la retenue.

L'entrée de la galerie d'amenée est identique à celle du Wäggital à Rempen. L'arête supérieure est à la cote 875,5 soit 4,5 m au dessous de la retenue minimum. L'ouverture comporte une grille. 2 vannes papillon de 8 m de diamètre ferment la galerie. Celle-ci est percée partiellement. La longueur sera de 2765 m. La galerie se dédouble avant le château d'eau, d'où partent 2 conduites forcées munies de vannes papillon automatiques et à commande à main: Le diamètre varie de 2,10 à 1,80 m, et l'épaisseur de la tôle de 17 à 40 mm. La longueur totale des conduites est de 2175 m, dont les 210 m supérieurs sont à l'air libre, le reste enterré.

La centrale comportera 6 groupes de 20 000 cv. dont 3 à courant monophasé et 3 triphasé. Les 2 groupes du milieu seront prévus pour le pompage des eaux du lac de Zurich à celui de la Sihl. La station de transformation, à l'air libre, élèvera la tension des générateurs de 10 000 V à 66 000 V monophasé et 150 000 V triphasé. Les machines ont été commandées en 1932 et sont en exécution. Les travaux de la centrale sont commencés, les fondations des turbines terminées. Le canal de fuite est creusé en galerie de 5 m de largeur et 4,55 de haut.