Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 75 (1983)
Heft: 9

Artikel: Erneuerungsarbeiten am Kraftwerk Wägital
Autor: G.W. / Sutter, Peter / Peter, Guy
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941279

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: 02.10.2025

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

Erneuerungsarbeiten am Kraftwerk Wägital

Die nachfolgenden Ausführungen von einer Pressekonferenz vom 20. Juni 1983 zeigen eindrücklich am Beispiel des Kraftwerkes Wägital, dass eine solche Anlage nicht nur sorgfältig gewartet und betrieben werden muss, sondern, dass grosse Investitionen für die Garantie der langfristigen Betriebstüchtigkeit immer wieder nötig werden.
Mit beträchtlichen Aufwendungen wird die Anlage laufend den neuen Erkenntnissen, dem neuen Stand der Technik angepasst. Die Betriebssicherheit wird erhöht. Aufgrund eines neuen Sicherheitsdenkens führen die Investitionen auch zu grösserer Sicherheit. Nicht zuletzt wird versucht, die Energienutzung zu optimieren und diese dem Bedarf laufend anzupassen. Gleichzeitig wird auch die Betriebsführung rationalisiert.
Am Beispiel Wägital wird gezeigt, dass unsere Wasserkraftanlagen ein einziger grosser Bauplatz sind. Viele kleinere und mittlere Aufträge gehen – von der Öffentlichkeit kaum zur Kenntnis genommen – an das lokale Baugewerbe sowie an unsere Industrie. *G. W.*

Das Kraftwerk Wägital – Geschichte, Anlage und Erneuerungsarbeiten

Peter Suter

1. Geschichte

Schon im vorigen Jahrhundert hat sich ein «Initiativkomitee für die Nutzbarmachung der Wasserkräfte des Wägitals» gebildet, das unter dem Namen «Wetzikoner-Konsortium» vom Bezirk March im Jahre 1896 eine Konzession für die Erstellung eines 25 m hohen Erddammes hinter dem Schlierenbachdelta erwarb. In der Folge scheiterte die Ausführung und die Konzession ging durch verschiedene Hände, bis nach dem ersten Weltkrieg der Konzessionsgeber Bezirk March und die projektierende Wägitalkommission feststellten, dass «nach dem heutigen Stand der Technik und innert der Wirtschaftlichkeit liegenden Kosten eine nach menschlicher Berechnung und Voraussicht gegen Durchbrüche Sicherheit bietende Staumauer zwischen Schrähürücken und Gugelberg erstellt werden könnte».
Das Bestreben, die gesamten Wasserkräfte des Wägitals restlos auszunützen, führte zum zweistufigen Ausbau des Werkes mit einem Stausee von rund 150 Mio m³ Inhalt, der hauptsächlich der Winterenergiebeschaffung dienen sollte. Zum Bau und Betrieb des Werkes gründeten die Stadtgemeinde Zürich und die Nordostschweizerischen Kraftwerke AG als gleichberechtigte Partner mit einem Aktienkapital von 40 Mio Franken am 21. September 1921 die AG Kraftwerk Wägital.
Im Frühjahr 1922 begann der Aushub an der für die damalige Zeit gigantischen Staumauer, deren Erstellung im In- und Ausland grösste Aufmerksamkeit erweckte, war dies doch die bis anhin grösste Staumauer Europas. Bereits am 3. April 1924 kam die erste Maschinengruppe in Siebnen in Betrieb und am 19. Juli 1924 begann der Aufstau des Innerthaler Beckens.
Für die Bevölkerung des alten Tales bedeutete der Kraftwerkbau einen grossen Eingriff, mussten doch 37 Heimwesen ganz oder teilweise aufgegeben werden. Kirche, Schule und Pfarrhaus wurden an anderer Stelle neu aufgebaut. Die Baukosten des gesamten Werkes betrugen damals 80 Mio Franken.

2. Die Bedeutung des Werkes

Für die Auslegung des Werkes war bestimmend, dass die ganze Energiemenge mit einer maximalen Leistung von 108 000 kW während fünf Wintermonaten, und zwar in der Hauptbelastungszeit der Fabrikbetriebe, entsprechend einer Gebrauchsdauer von rund 1200 Betriebsstunden, abgegeben werden sollte. Darüber hinaus wurde aber auch ein Ausgleich nasser und trockener Jahre verlangt. Diese weitsichtige Planung ermöglicht auch heute noch einen wirtschaftlichen Einsatz im Verbundbetrieb mit andern Kraftwerksanlagen, so auch die Erzeugung von Spitzenenergie in den Mittagsstunden im Sommer und die Speicherung von Pumpenergie in den Schwachlastzeiten. Seit der Inbetriebnahme des Werkes wurden jährlich rund 121 Mio kWh, oder insgesamt 6900 Mio kWh erzeugt. Die Gestehungskosten dieser hochwertigen Energie liegen heute bei rund 8,2 Rp/kWh.

3. Anlagen des Werkes

Der *Stausee Wägital* fasst rund 150 Mio m³ Wasser, seine maximale Staukote liegt bei 900,00 m ü.M. Das Einzugsgebiet umfasst 42,7 km², – bei mittleren jährlichen Niederschlägen von 2100 mm ergibt sich ein Zufluss von 80 Mio m³ pro Jahr. Die jährliche Absenkung wurde nach Beratung durch Geologen von maximal 50 m auf 20 m reduziert, damit die rutschgefährdeten Uferpartien geschont werden können.

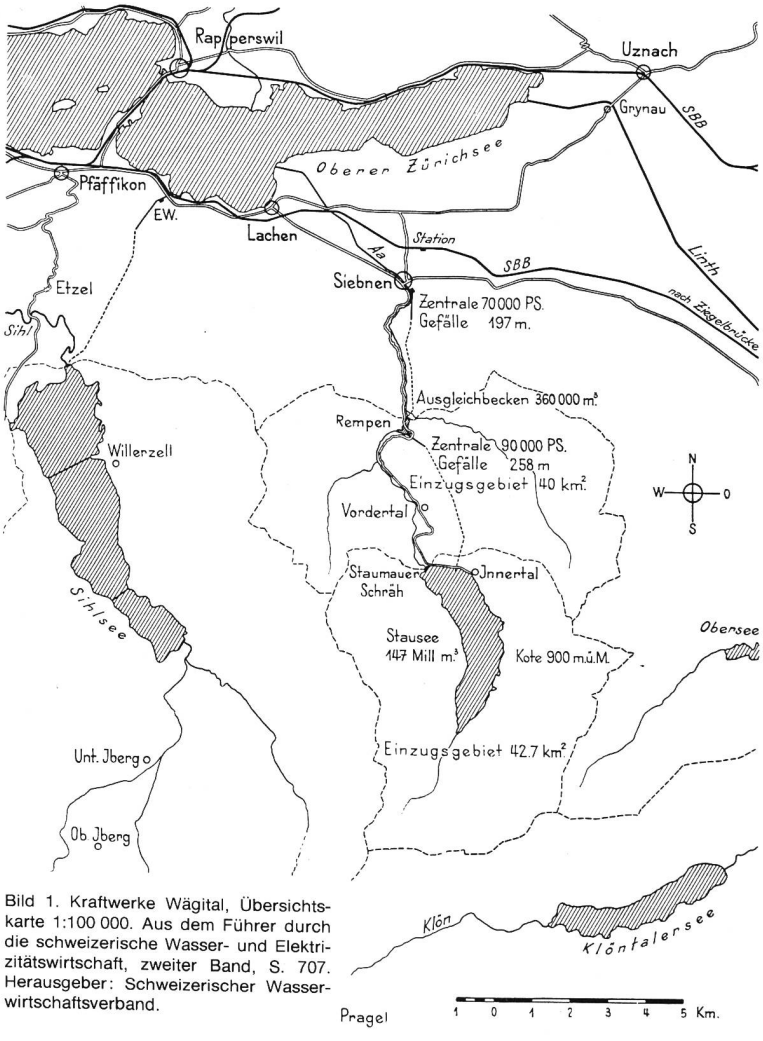

Bild 1. Kraftwerke Wägital, Übersichtskarte 1:100 000. Aus dem Führer durch die schweizerische Wasser- und Elektrizitätswirtschaft, zweiter Band, S. 707. Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband.

Aus 1 m³ Wasser kann mit dem Gefälle von rund 260 m (Stufe Rempen) und 190 m (Stufe Siebnen) etwa 1 kWh Energie erzeugt werden.

Die *Gewichts-Staumauer Schräh* aus Gussbeton hat eine Höhe von 110 m, wovon 66 m über den Talboden ragen. Die Mauerkrone ist 155,7 m lang und die Fundamentstärke beträgt am Fuss der Mauer 75 m. Für die Konstruktion wurden 236 000 m³ Beton benötigt. In der Mauer sind ein Grundablass für die vollständige Entleerung des Stausees und eine Hochwasserentlastung für die sichere Beherrschung von Hochwasserspitzen eingebaut.

Der *Druckstollen* Innerthal-Rempen von 3,6 m Durchmesser ist für eine Wassermenge von 30 m³/s ausgelegt und beginnt bei der Wasserfassung Innerthal. Er besitzt am Einlauf eine Sicherheits-Drosselklappe, die in einem Schacht 66 m unter dem höchsten Wasserspiegel liegt. Am Apparatehaus Rempen verzweigt sich der Druckstollen in zwei offen verlegte Druckleitungen von 2 m Durchmesser, die wiederum mit Sicherheits-Drosselklappen ausgerüstet sind.

In der *Zentrale Rempen,* welche vom Betriebszentrum in Siebnen aus fernbedient wird, sind 4 Generatorengruppen von je 16,5 MVA Leistung und 4 Pumpengruppen von je 4,4 MW Leistung eingebaut. Die Pumpen können zusammen 5 m³ Wasser in der Sekunde vom Ausgleichsbecken Rempen in den Wägitalersee fördern.

Das *Ausgleichsbecken Rempen* mit einem Nutz-Inhalt von 285 000 m³ dient als Zwischenspeicher für die Zentrale Siebnen und als Sammelbecken für die Zuflüsse aus dem vorderen Wägital und dem Trepsental. Es ermöglicht den Betrieb der oberen Stufe als Umwälzwerk, das heisst, für die Energieerzeugung zu Spitzenbedarfszeiten und zum Pumpbetrieb in den Nachtstunden.

Die *Staumauer Rempen* ist als gerade Gewichtsmauer konstruiert und hat eine Höhe von 31,5 m. Die Fundamentstärke beträgt 21 m, die Länge der Mauerkrone 130 m. Zwei Grundablässe ermöglichen die Entleerung des Bekkens und die 4 Saugüberfälle dienen zur Ableitung von Hochwasserspitzen.

Wie in der oberen Stufe ist der *Druckstollen* von 3,46 m Durchmesser nach Siebnen am Einlauf mit einer Sicherheits-Drosselklappe ausgerüstet. Als Besonderheit überquert der Stollen das Trepsental in einem Aquädukt. Die Druckleitungen Siebnen sind im Erdboden verlegt und ebenfalls mit Drosselklappen im Apparatehaus ausgerüstet.

In der *Zentrale Siebnen* sind 4 Generatorgruppen mit einer Leistung von je 16,5 MVA eingebaut. Vom Kommandoraum aus werden alle Anlagen des Werkes bedient und überwacht, so auch die umfangreichen Schaltanlagen der beiden Partner EWZ und NOK, welche die Energie mit 150 kV, resp. 50 kV Spannung über verschiedene Hochspannungs-Freileitungen in ihre Verbrauchsgebiete abführen. Aus der Konzession geht auch die Verpflichtung hervor, die Gemeinden der March mit genügend Energie zu beliefern, was über die 16 kV-Schaltanlagen in Siebnen geschieht. Der Unterwasserkanal beim Werk Siebnen wird aufgestaut, damit Wasser an die untenliegenden Kleinkraftwerke am Gewerbekanal abgegeben werden kann.

4. Unterhalt bis 1964

Nach der offiziellen Inbetriebnahme des Werkes am 1. Oktober 1926 wurde die emsige Bauzeit von einer ruhigen Phase abgelöst. Anfänglich traten, wie auch heute noch bei modernen Anlagen, Kinderkrankheiten auf, die kleine Änderungen und Ergänzungen notwendig machten. Anfang der dreissiger Jahre zeigten sich an vielen Betonobjekten erste Frostschäden, so dass die Staumauer Schräh auf der Luftseite mit Urnergranit verkleidet werden musste. Grössere Arbeiten an den Anlagen waren nicht erforderlich, das Personal konnte sich auf die periodisch wiederkehrenden Unterhaltsarbeiten an den Bauten und an den elektromechanischen Anlagen beschränken.

5. Neue Konzession 1961

Aus Steuergründen wurde 1961 eine *neue Konzession* (Wasserrechtsverleihung) in langwierigen Verhandlungen mit dem Bezirk March abgeschlossen, die dem Werk durch Übernahme zusätzlicher Verpflichtungen eine Verlängerung der Konzessiondauer bis zum Jahr 2041 gewährte.

6. Sanierungen 1964 bis 1976

Der Verwaltungsrat bewilligte in der Folge einen Rahmenkredit für den Umbau und die Erneuerung der elektrischen Anlagen der beiden Stufen Rempen und Siebnen. Die grösstenteils über 45 Jahre alten Anlagen waren den heutigen Anforderungen in bezug auf Abschaltleistung und Betriebssicherheit nicht mehr gewachsen; gleichzeitig konnte eine Anpassung an die geänderten Netzverhältnisse der beiden Partner NOK und Stadt Zürich sowie eine Automatisierung und Fernsteuerung der Anlagen erfolgen. Da während des ganzen Umbaus der Betrieb aufrecht erhalten werden musste, erstreckte sich die Umbauzeit von 1964 bis 1976.

Die *Rohrbruchkatastrophe* vom 15. Juli 1970 in der Stufe Rempen unterbrach die laufenden Arbeiten jäh und machte die Stillegung des Werkes für fast zwei Jahre notwendig.

Für die Erneuerung aller Druckleitungen und Verteilleitungen sowie dem Ersatz aller Sicherheitsklappen in beiden Stufen der Kraftwerksanlagen mussten rund 34 Mio Franken investiert werden, was nicht ohne Folgen auf den Energiepreis blieb. Die Gestehungskosten kletterten von 3,67 Rp/kWh (1960) auf 8,86 Rp/kWh (1976).

7. Laufende Sanierungsprojekte

Nach 1976 wurde eine weitere Sanierungsphase eingeleitet, die voraussichtlich bis 1990 dauern und heute überblickbare Aufwendungen von über 50 Mio Franken erfordern wird. Diese Arbeiten werden so gründlich ausgeführt, dass die Anlagen nach dem heutigen Stand der Technik ihren Dienst bis zum Konzessionsablauf sicher leisten können.

Die *Materialprüfungen* an den Gehäusen der Pumpen und der Turbinen aus Grauguss haben leider gezeigt, dass das Grundmaterial Fehler aufweist, die ein erhöhtes Sicherheitsrisiko darstellten, so dass der Ersatz beschlossen werden musste. Die rotierenden Teile der Pumpen und Turbinen waren seit Betriebsaufnahme mehrmals repariert worden; hier wurde aus wirtschaftlichen Gründen ebenfalls die Beschaffung neuer Teile beschlossen, da bei einer verbesserten hydraulischen Formgebung der Wirkungsgrad der Maschinen um 3 bis 5% angehoben werden konnte. Die Kugelschieber und Eckringschieber der Turbinen und Pumpen sind bereits ersetzt worden, so dass man heute die hydraulischen Anlageteile als «sicher» beurteilen darf. Da die elektrischen Wicklungen der Maschinen bereits Isolationsdefekte erlitten hatten, entschloss man sich hier zur Beschaffung neuer Wicklungen und neuer, verlustarmer Statorbleche.

Nach dem Umbau der *Wasserfassung Trepsenbach* begann die Sanierung der *Staumauern Schräh* und *Rempen.* Nach den verschärften Vorschriften der Eidg. Talsperrenverordnung unterliegen die Staumauern der Oberaufsicht

des Bundes. In Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden wurde die Sicherheit der Anlagen überprüft und, wo nötig, Änderungen und Verbesserungen vorgesehen. So wurde die *permanente Überwachung* der Stauanlagen in den letzten Jahren dauernd verbessert.

An der *Staumauer Rempen* wurden die Antriebe der beiden Grundablass-Schützen erneuert und die Fahrbahn auf der Mauerkrone verbreitert. In einem neuen Betriebsgebäude sind die Anlagen für die dauernde Stromversorgung und Überwachung der Stauanlage eingebaut. Die Frostschäden an der Mauer sollen später noch saniert werden. Auch hier hat die Berechnung der möglichen Hochwasserspitzen ergeben, dass die vorhandenen Ablass-Organe nicht genügen. Die Projektierung und die Modellversuche sind bereits abgeschlossen, so dass im nächsten Jahr mit dem Bau des Umleitstollens für 100 m^3/s Schluckvermögen begonnen werden kann, der Wasser und Geschiebe um das Rempenbecken herum leitet.

Die Berechnung der möglichen Hochwasserspitzen in Innerthal führte dazu, dass im Stausee Wägital zusätzlicher Schutzraum von 1 m gefordert und der Einbau einer neuen *Hochwasserentlastung,* bestehend aus drei hydraulisch betätigten Tafelschützen, bereits abgeschlossen wurde. Dadurch lässt sich ein allfälliges Hochwasser auch bei maximalem Stauspiegel zum Teil im See zurückhalten und zum Teil dosiert ableiten. Gleichzeitig wurde die Fahrbahn auf der *Staumauerkrone* verbreitert und mit einem Gehsteig versehen. Da an der Wasser- und Luftseite der Mauer *Frostschäden* am Beton entstanden waren, wurden die schadhaften Stellen abgespitzt und die ganze Fläche mit einem leicht armierten Spritzbeton-Auftrag von 8 bis 12 cm Stärke versehen. Zur Unterbringung einer Transformatorenstation, der Notstromgruppe und der umfangreichen Überwachungseinrichtungen wird gegenwärtig ein Betriebsgebäude bei der Staumauer errichtet. Aus der Sicht heutiger Sicherheitsüberlegungen genügt der bestehende *Grundablass* bei Kriegsgefahr oder bei einem abnormalen Verhalten der Staumauer für eine rasche Entleerung des Stausees nicht mehr. Die Bauarbeiten für einen zusätzlichen *Grundablass* mit einem Schluckvermögen von 45 m^3/s sind im Gange.

Adresse des Verfassers: Peter Suter, Ing., Betriebsleiter der AG Kraftwerk Wägital, 8854 Siebnen.

Neuer Grundablass für die Staumauer Schräh der AG Kraftwerk Wägital, Siebnen

Guy Peter

1. Das Projekt

In der Talsperrenverordnung wird verlangt, die Einrichtungen zur Absenkung der Stauseen so zu gestalten und zu dimensionieren, dass diese nötigenfalls rasch entleert oder abgesenkt werden können.

Die Abflusskapazität des vorhandenen Grundablasses in der Staumauer Schräh ist zu klein, so dass ein zweiter, leistungsfähiger Grundablass einzubauen ist.

Die Sohlenkote des Einlaufes in den Grundablass-Stollen an der Wasserseite der Staumauer liegt auf 838,90.

Der Stollen ist oberwasserseitig mit einer Gleitschütze, welche auf an der Staumaueroberfläche montierten Führungen läuft, zu Revisionszwecken abschliessbar.

Die Abschlussschütze wird mit einem auf der Staumauerkrone plazierten Autokran abgesenkt und gehoben.

Der mit einer Stahlpanzerung ausgekleidete Grundablassstollen besitzt einen Innendurchmesser von 2,20 m.

Etwa 10 m unterhalb des luftseitigen Mauerfusses wird in einem Einschnitt der Bergflanke die Schieberkammer erstellt.

Der Grundablass ist mit zwei Tafel-Gleitschützen, einer Regulierschütze 1,10/1,60 m und einer Revisionsschütze 1,10/1,60 m abschliessbar. Die Schwellenkote bei der Regulierschütze beträgt 834,70.

Die beiden Schützen sind mit ölhydraulischen Antrieben ausgerüstet, welche ab einem Steuerpult in der Schieberkammer und mittels Fernsteuerung ab Kommandoraum Siebnen bedient werden können.

Unterwasserseitig der Regulierschütze führt ein etwa 18 m langer Freispiegelkanal mit 2% Gefälle in das ehemalige Bachbett der Wägitaler Aa.

2. Bauvorgang und Termine

Da der Stausee Innerthal wegen verschiedener Hangrutschungen im Einzugsgebiet nur bis Kote 880,00 abgesenkt werden darf, muss der projektierte Grundablass-Stollen

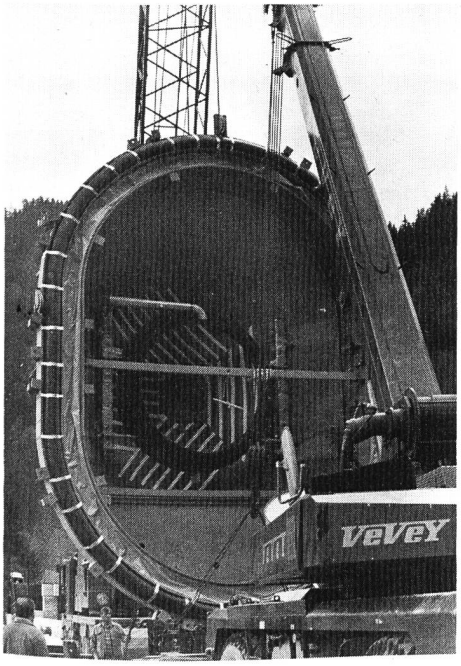

Bild 2, links. Neuer Grundablass in der Staumauer Schräh der AG Kraftwerk Wägital.
Aufnahme der Innenseite der Montagekapsel. Sichtbar sind die aussenliegende Gummidichtung und der lose eingelegte Gewebeschlauch zur Aufnahme des Injektionsmörtels. Im Zentrum ist der Einlauftrichter der Stollenpanzerung gelagert.

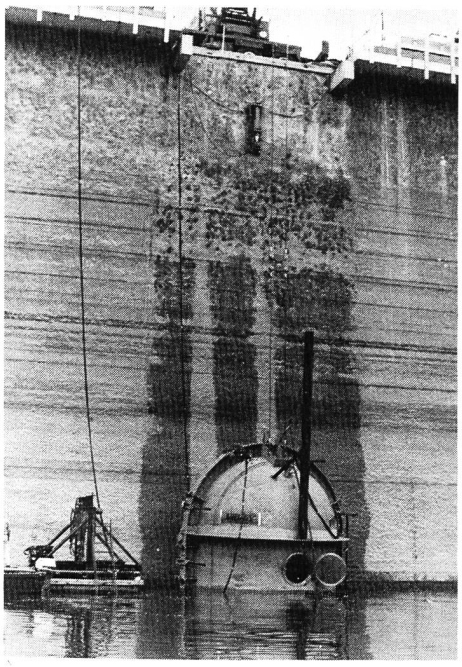

Bild 3, rechts. Neuer Grundablass in der Staumauer Schräh der AG Kraftwerk Wägital. Eintauchen der Montagekapsel mit geöffnetem Mannlochdeckel. Links im Bild Floss mit den Installationen für die umfangreichen Taucherarbeiten.

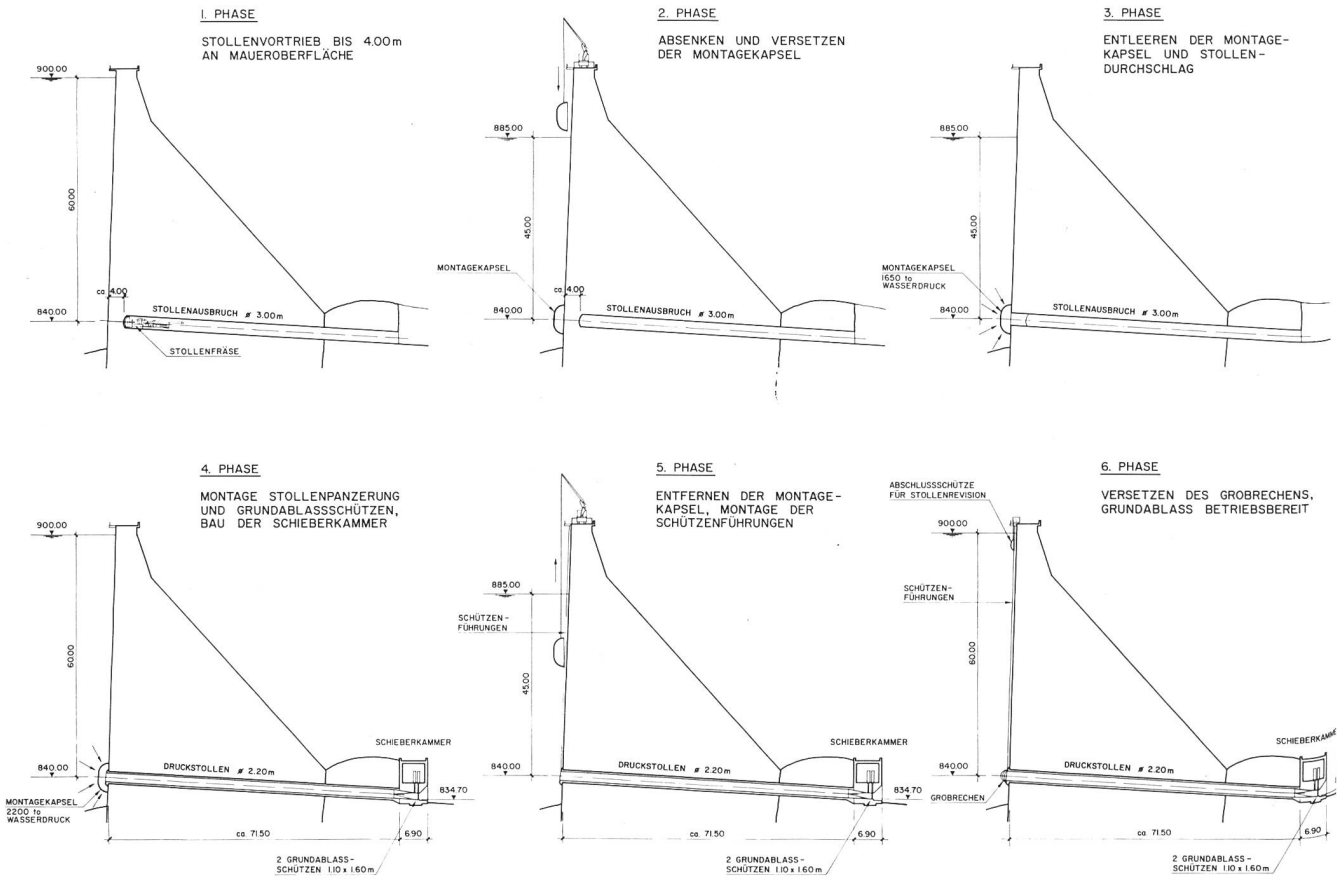

Bild 5. Der Arbeitsablauf beim Bau des Grundablasses in der Staumauer Schräh der AG Kraftwerk Wägital.

oberwasserseitig in den gefüllten Stausee mit einer minimalen Wasserüberdeckung von 40 m durchgeschlagen werden.

Dies bedingt, dass vorgängig bei der Durchschlagstelle an der Staumaueroberfläche eine druckfeste, dichte Montagekapsel aus Stahl angebracht wird, in welche der Stollendurchschlag erfolgen kann.

Der rund 70 m lange Grundablass-Stollen wurde mit einer Stollenfräse (Vollschnittmaschine) im November/Dezember 1982 bis 4 m an die wasserseitige Maueroberfläche heran vorgetrieben.

Die Montagekapsel wurde in den Monaten April/Mai 1983 bei um 20 m abgesenktem Stausee an der seeseitigen Maueroberfläche angebracht und Anfang Juni 1983 leergepumpt. Das restliche Stollenstück wurde bis Mitte Juni 1983 ausgebrochen.

Im Schutze der Montagekapsel werden anschliessend in Wasserfliessrichtung bis Ende 1983 die Einlaufpartie, die Stollenpanzerung und die beiden Grundablass-Schützen eingebaut.

Im Frühjahr 1984 wird der Druckstollen gefüllt und die Montagekapsel wieder entfernt. Anschliessend werden die Führungen für die oberwasserseitige Stollenabschluss-Schütze an der Staumauer montiert und der Grobrechen beim Stolleneinlauf angebracht.

Ab Juni 1984 ist der neue Grundablass betriebsbereit.

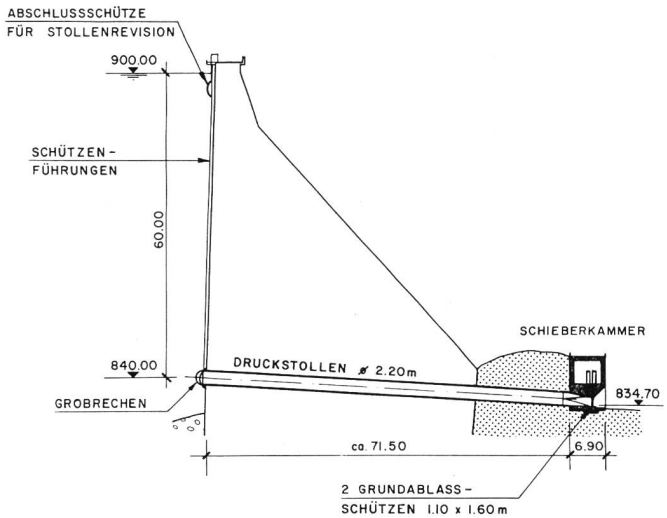

Bild 4. Schnitt durch die Staumauer Schräh der AG Kraftwerk Wägital.

3. *Die Kosten*

Der Gesamtkredit beträgt 4 200 000 Franken.

Vergebung der wichtigsten Arbeiten:

Lieferung und Montage der Montagekapsel, der Einlaufpanzerung, der Stollenabschluss-Schütze und des Grobrechens für 1 180 000 Franken an die Firma Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey SA, Vevey.

Lieferung und Montage der Stollenpanzerung und der beiden Grundablass-Schützen für 1 030 000 Franken an die Firma Sulzer-Escher Wyss AG, Zürich.

Bauarbeiten für 670 000 Franken an die Arbeitsgemeinschaft Schlittler AG, Niederurnen/Murer AG, Erstfeld.

Literatur

Ein ausführliches Literaturverzeichnis findet sich im Führer durch die schweizerische Wasser- und Elektrizitätswirtschaft, Band 2, S. 709, herausgegeben durch den Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband 1949.

Ernst Zurfluh: Der Umbau der Wasserfassung Trepsenbach des Kraftwerkes Wägital in der Schweiz. «wasser, energie, luft» *72* (1980), Heft 4, S. 117 bis 121.

Adresse des Verfassers: *Guy Peter,* Oberingenieur, Ingenieurbüro für bauliche Anlagen der Stadt Zürich, IBA, Hardhof 9, Postfach 2769, 8023 Zürich.