Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 66 (1948)
Heft: 47

Artikel: Der Bau der Staumauer Rossens
Autor: Schnitter, Gerold
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-56829

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: 15.07.2025

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

66. Jahrgang Nachdruck von Bild oder Text nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet Nr. 47

Der Bau der Staumauer Rossens

Von Dipl. Ing. GEROLD SCHNITTER, Direktor der A.G. Conrad Zschokke, Zürich DK 627.82.002 (494.41)

Dieser Aufsatz entspricht im wesentlichen dem am 28. Jan. 1948 im Zürcher Ing.- und Arch.-Verein gehaltenen Vortrag des Verfassers

Allgemeines

Noch während des Krieges, am 24. Dezember 1943, beschloss der Grosse Rat des Kantons Fryburg den Bau einer Gross-Speicheranlage im untern Greyerzertal. Das Projekt wurde von den Fryburgischen Elektrizitätswerken (Entreprises Electriques Fribourgeoises) bereits seit Jahren studiert, und als die Bau-Ausführung näher rückte, wurde von ihnen ein eigenes Projektierungsbureau unter der Leitung von Ing. *J. Bruttin* errichtet, welches das Gesamtprojekt durcharbeitete und baureif gestaltete, sowie die Ausführung vorbereitete und während derselben als Bauleitung wirkte[1]). Zum bessern Verständnis der folgenden Ausführungen mögen die wesentlichen Merkmale der Anlage kurz in Erinnerung gerufen werden.

Die Anlage bezweckt die Ausnutzung der Wasser der Saane oberhalb der Stadt Fryburg mit einem Einzugsgebiet von 954 km². In der Nähe des Dorfes Rossens, rund 16 km saane-aufwärts oberhalb Fryburg, liegt die Talsperre[2]). Durch sie wird ein Stausee erzeugt von 200 Mio m³ Inhalt, 9,6 km² Oberfläche und 11 km Länge. 180 Mio m³ sind nutzbarer Inhalt; die maximale Staukote liegt auf 677, der minimale aussergewöhnliche Betriebswasserspiegel auf 642 und der Talweg ungefähr auf Kote 606. Von der Talsperre führt ein rund 6 km langer Druckstollen ∅ 5 m i. L. zum Maschinenhaus bei Haute-Rive und von dort leitet ein kurzer Unterwasserkanal das Betriebswasser in die Saane zurück. Die Anlage ist ausgebaut für eine Betriebswassermenge von 75 m³/s und verfügt über ein Bruttogefälle von 75 bis 110 m. Die alte Zentrale in Haute-Rive wird umgebaut und von 24 000 auf 80 000 PS erweitert. Sie wird 230 Mio kWh erzeugen können, wovon 110 Mio kWh im Winter, gegenüber einer jetzigen Ausnutzung von 60 Mio kWh unregelmässig über das Jahr verteilter Energie.

Staumauer-Projekt

Das Projekt der Staumauer wurde im Auftrag der Fryburgischen Elektrizitätswerke und in enger Zusammenarbeit mit ihr durch Ing. H. Gicot, beratender Ingenieur in Fryburg, ausgearbeitet, sowohl im Entwurf und der Berechnung, wie in der Bearbeitung der Ausführungspläne. Ihm oblag auch während der Bauausführung zusammen mit der Bauleitung der Fryburg. Elektrizitätswerke die Oberaufsicht über die Arbeiten der Talsperre. Ing. Gicot hat am 14. April 1945 in einem Vortrag vor der Fachgruppe des S. I. A. über die Wahl des Talsperrentyps, die Grundlagen der Berechnung und die Berechnung selbst gesprochen[3]). Er hat dabei insbesondere erwähnt, dass bei der Berechnung der Verformungen der horizontalen Gewölbelamellen und der vertikalen Kragelemente die elastische Deformation des anstehenden Felsens berücksichtigt wurde auf Grund eines Verfahrens, das Prof. Dr. M. Ritter entwickelt hatte. Wir beschränken uns deshalb auf eine kurze Wiederholung der hauptsächlichsten Daten dieses bemerkenswerten Bauwerkes (Bilder 1 u. 2), um damit auf das eigentliche Thema, die Beschreibung der Ausführung, einzutreten.

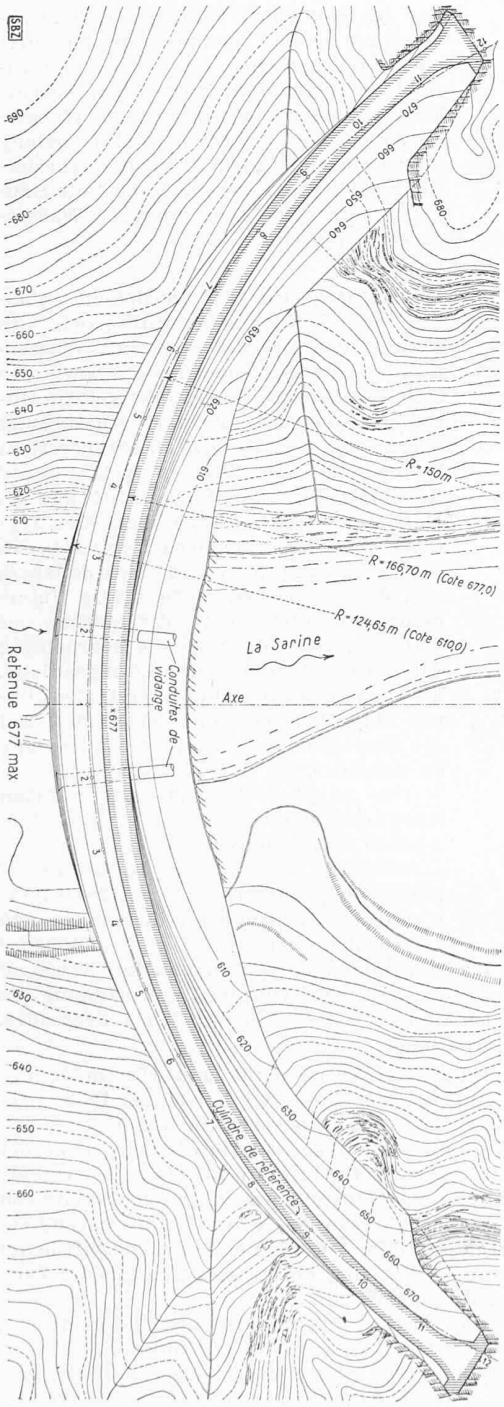

Bild 1. Grundriss 1 : 1500 (Horizontalschnitt Kote 677 anschraffiert)

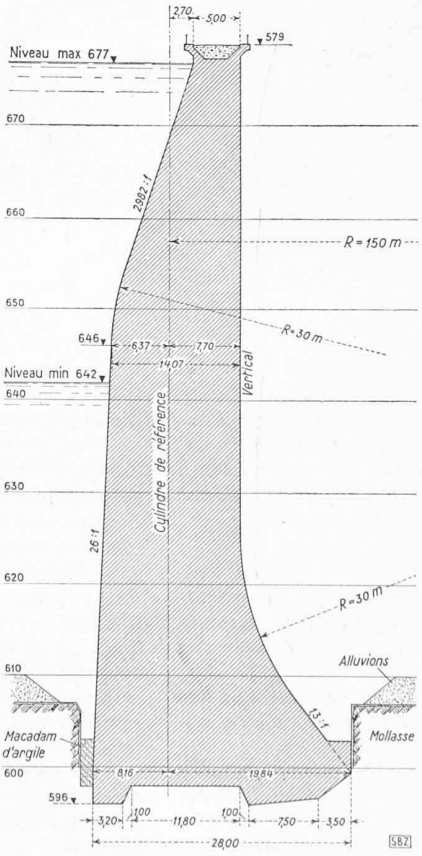

Bild 2. Querschnitt 1, Masstab 1 : 800

Das Saanetal ist an der Sperrstelle von trapezförmigem Querschnitt mit einer unteren Breite von 80 m. Die Mauerkrone liegt auf Kote 679 und besitzt eine Länge von 320 m. Die Herdmauer greift bis Kote 596 hinab, sodass eine Gesamthöhe von rund 83 m entsteht. Die Mauer ist als Bogenstaumauer ausgebildet. Sie ist längs einer horizontalen Lamelle von konstanter Stärke und verbreitert sich erst unmittelbar vor den Widerlagern. Der Höhe nach variiert die Stärke wie folgt (Bild 2): An der Krone beträgt sie rund 5 m, dann nimmt sie zu auf rd. 14,00 m bei Kote 650 und von da an bleibt sie annähernd konstant bis in den unteren Drittel; dort beginnt die Ausbildung eines talseitigen Stützfusses von im Maximum 28 m Stärke. Die Krümmungsradien der waagrechten Bogen finden sich in Bild 1.

Die ganze Mauer wurde aufgeteilt in 21 senkrechte Massive von 13,5 m Länge, getrennt durch stark verzahnte Fugenspalten von 1,5 m Weite.

[1]) Wir verweisen hierzu auf die seinerzeitigen Ausführungen von Dir. Prof. *P. Joye* vor dem Schweiz. Wasserwirtschaftsverband und auf den in der «Wasser- und Energiewirtschaft», Heft 7—8 1946 erschienenen ausführlichen Artikel.

[2]) Siehe Uebersichtskarte 1 : 40 000 in SBZ Band 125, Seite 290* (23. Juni 1945).

[3]) Auszugsweise wiedergegeben in SBZ Bd. 125, S. 291* (23. Juni 1945). Jener Veröffentlichung haben wir die Bilder 1 und 2 entnommen. Red.

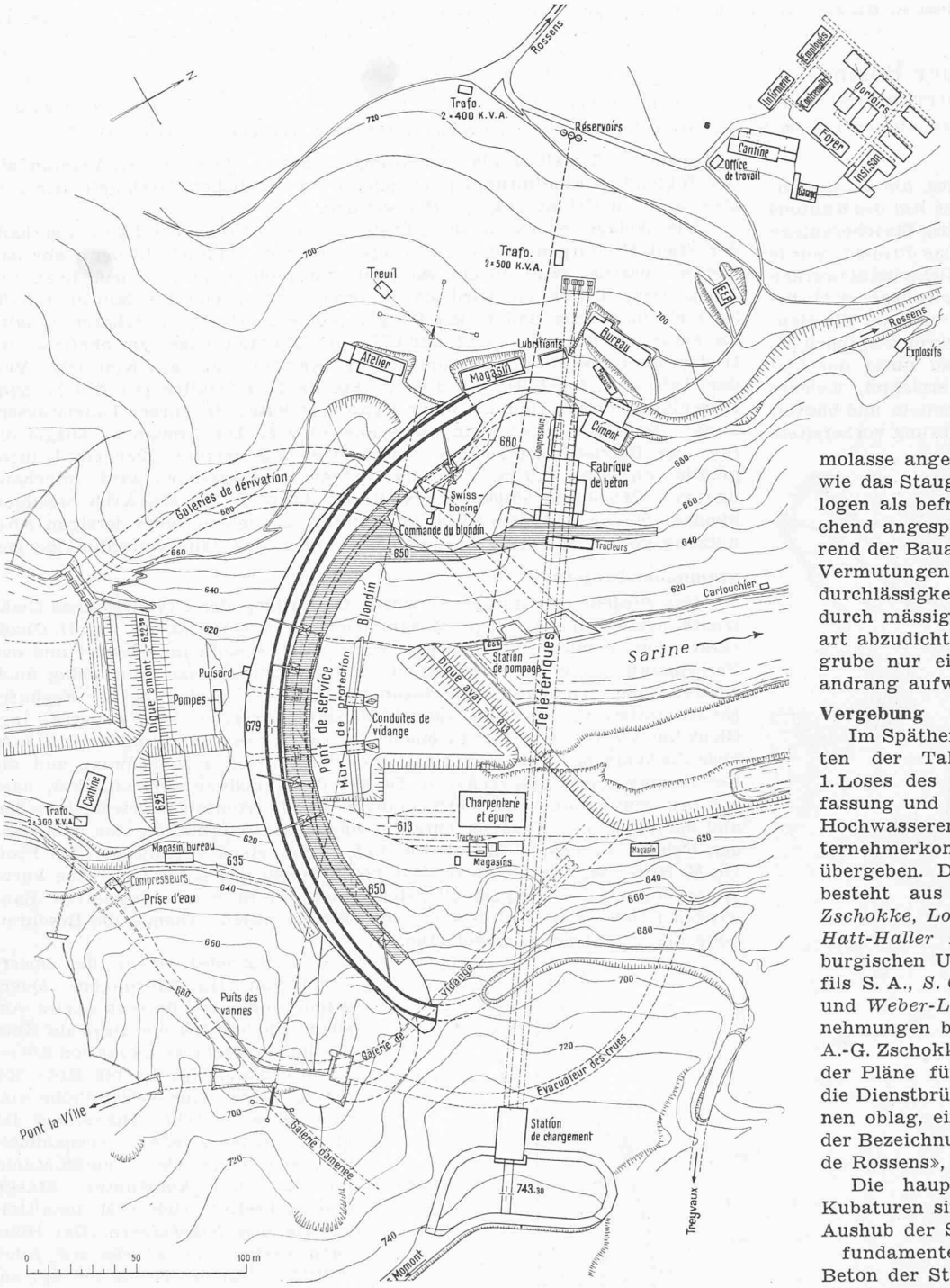

Bild 3. Plan der Installationen, Masstab 1 : 3000

Diese Fugenspalten hatten die Aufgabe, die natürliche Kühlung des Betons zu beschleunigen und das Schwinden auf ein Mindestmass herabzusetzen, in dem sie erst etwa 4 bis 6 Monate nach erfolgter Betonierung der benachbarten Blöcke geschlossen wurden.

Als *Nebenbauwerke* sind zu erwähnen:

1. Ein doppelter Umleitungsstollen auf der linken Talseite von total 550 m³/s Schluckfähigkeit, der die beträchtlichen Hochwasser während der Bauausführung ableiten muss.
2. Zwei durch die Staumauer führende Grundablässe von je 150 m³/s.
3. Auf der rechten Talseite zweigt vom Hauptstollen ein Entlastungsstollen ab von 4 m ∅ und 280 m³/s Schluckvermögen bei höchstem Stau.
4. Die Hochwasserentlastung geschieht ebenfalls durch einen Stollen auf dem rechten Ufer, der 370 m³/s abzuführen vermag.
5. Eine Strasse führt vom Dorfe Rossens über die Staumauer nach den rechtsufrigen Dörfern Pont la Ville und La Roche und mit einer Abzweigung nach Treyvaux.

Baugrund

Seine Eigenschaften wurden durch sehr eingehende Untersuchungen seitens der Bauherrschaft ermittelt. Sondierungen, Schürfungen und Sondierstollen ergänzten sich dabei. Durch Kernbohrungen hat man vor allem die Wasserdichtigkeit der Sperrstelle geprüft, während in den Sondierstollen Druckversuche über die Zusammendrückbarkeit und die daraus folgenden Elastizitäts-Eigenschaften des Felsens Auskunft gaben. Die ganze Sperre ruht auf Sandstein, der der Meeresmolasse angehört; sowohl die Sperrstelle wie das Staugebiet wurden von den Geologen als befriedigend und zweckentsprechend angesprochen. Es hat sich während der Bauausführung gezeigt, dass die Vermutungen über die geringe Wasserdurchlässigkeit zutreffen. Es gelang durch mässige Injektionen den Fels derart abzudichten, dass z. B. die tiefe Baugrube nur einen sehr geringen Wasserandrang aufwies.

Vergebung

Im Spätherbst 1944 wurden die Arbeiten der Talsperre einschliesslich des 1. Loses des Druckstollens mit Wasserfassung und Schieberschacht, sowie des Hochwasserentlastungsstollens einem Unternehmerkonsortium zur Ausführung übergeben. Das Unternehmerkonsortium besteht aus den Firmen A.-G. *Conrad Zschokke*, *Losinger* & Cie. A.-G. und *H. Hatt-Haller* A.-G., sowie den vier fryburgischen Unternehmern *Hogg-Mons* & fils S. A., *S. Casanova* und *Max de Weck*, und *Weber-Losinger* & Cie. Diese Unternehmungen bilden unter der Leitung der A.-G. Zschokke, der auch die Bearbeitung der Pläne für die Aufbereitungsanlage, die Dienstbrücke und übrigen Installationen oblag, eine einfache Gesellschaft mit der Bezeichnung «Entreprise du Barrage de Rossens», die den Bau ausführte.

Die hauptsächlichsten ausgeführten Kubaturen sind:

Aushub der Staumauerfundamente	rd. 139 000 m³
Beton der Staumauer	rd. 250 000 m³
Uebriger Felsaushub für die Stollen und Nebenbauwerke	52 000 m³
Uebriger Beton für die Stollen und Nebenbauwerke	22 000 m³

Das Bauprogramm verlangte von der Unternehmung die Fertigstellung der Mauer bis Kote 677 auf den 1. Sept. 1948.

Allgemeine Installationen

Mit den Installationsarbeiten (Bild 3) wurde im Januar 1945 begonnen und in erster Linie das am linken Ufer gelegene Barackendorf mit Zufahrtsstrasse für die Unterkunft, Verpflegung und sanitarischen Dienste für die Belegschaft der Baustelle erstellt, und zwar für total rd. 230 Mann. Die eigentliche Zufahrtsstrasse zur Baustelle war vorgängig bereits von der Bauherrschaft gebaut worden, wie auch die bereits erwähnten Umleitungsstollen. Die maximale Belegschaft belief sich auf 550 Mann, wovon aber ein grosser Teil aus den Dörfern der nähern Umgebung kam.

Es folgten die übrigen allgemeinen Installationen wie: Mechanische Werkstätte, Schlosserei und Schmiede, Zimmerei, Drucklufteinrichtung für 60 m³/min angesaugter Luft, Magazin usw. Die Zimmerei wurde dabei mit Rücksicht auf die grossen Schalflächen mit modernen Maschinen eingerichtet, was sich sehr bewährte. Es soll in diesem Zusammenhang erneut auf

die Wichtigkeit gerade dieses Teiles der Installationen hingewiesen werden. In gleichem Sinne sind auch bei ähnlichen Baustellen die mechanische Werkstätte, die Schlosserei und die Schmiede möglichst grosszügig zu entwerfen und einzurichten. Immer wieder wird die Erfahrung gemacht, dass sich diese Einrichtungen als zu knapp bemessen erweisen. Dies gilt mit der fortschreitenden Mechanisierung heute mehr denn je.

Ein leichter Kabelkran von 3 t Tragkraft und 360 m Kabellänge überspannte das Tal.

Die Beschaffung des notwendigen Brauchwassers besorgte eine bei der Ausmündung des Umlaufstollens gelegene Pumpstation mit einer totalen Leistung von 210 m³/h bei 160 m manometrischer Förderhöhe.

Die Fryburgischen Elektrizitätswerke richteten zur Abgabe des elektrischen Stromes drei Transformatorenstationen ein mit total 2400 kVA installierter Leistung und Abgabe von Baustrom von 350 Volt und 50 Perioden.

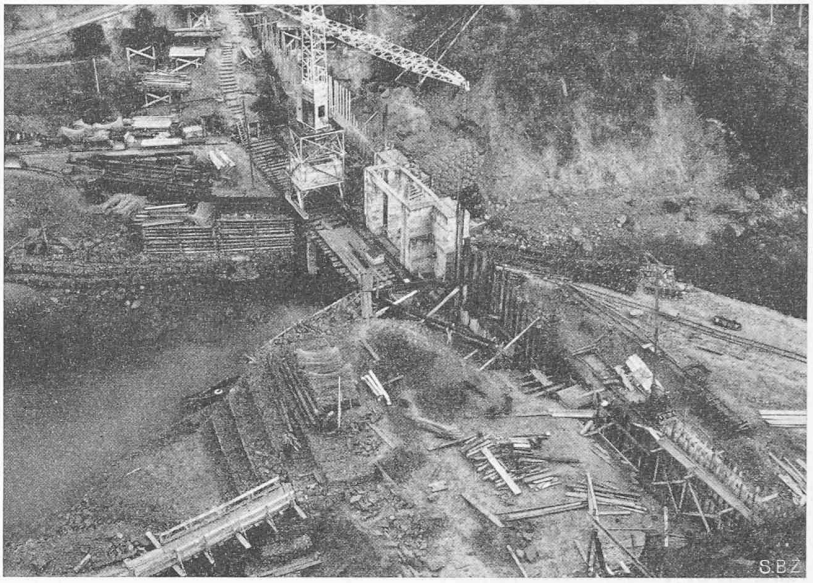

Bild 4. Bau des Schutzdammes mit abschliessbarem Durchfluss für die Saane

Installationen für den Aushub und Bauvorgang

Der Aushub wurde durchgeführt unter Verwendung von fünf Baggern und Abfuhr mit Rollbahnzügen auf Gleis von 60 cm Spurweite. Er begann mit der Inangriffnahme der beiden Flanken sowie der Anschüttung des oberwasserseitigen Hochwasserschutzdammes und des provisorischen unterwasserseitigen Abschlussdammes. Dieser oberwasserseitige Schutzdamm (Bild 4) hat auf den Baufortschritt einen nicht unbeträchtlichen Einfluss ausgeübt. Wie eingangs erwähnt, liegt der Talweg ungefähr auf Kote 608, während die Eintrittschwelle des Umlaufstollens auf Kote 613,57 liegt, und vorschriftsgemäss musste der Hochwasserschutzdamm bis auf Kote 622,50 reichen, was einer Totalkubatur von rd. 30000 m³ entspricht. Die beträchtliche Höhe dieses Schutzdammes ergab sich aus der Notwendigkeit, bis 550 m³/s Hochwasser durch die Umleitungsstollen ableiten zu können. Ausserdem war vorgeschrieben, dass bei höherem Hochwasser (laut Statistik beträgt das maximal gemessene Hochwasser 800 m³/s) der Damm überflutet werden könnte, ohne wesentliche Beschädigung und insbesondere ohne Einsturz. Aus diesem Grunde hat man den Hochwasserschutzdamm mit besonderer Sorgfalt ausgeführt und seine unterwasserseitige Böschung mit Drahtsteinwalzen gepflästert. Ein Dichtungskern in Dammitte aus einer Betonmauer (Bild 5), auf einer Spundwand aufgesetzt und im Fels verlängert durch einen Injektionsschleier, sorgte während der ganzen Bauzeit für möglichst geringen Wasserzufluss. Das gefürchtete höchste Hochwasser von 800 m³/s trat während des Baues nie ein. Immerhin stieg der Saanespiegel einmal für kurze Zeit auf rd. 1 m unterhalb Dammkrone.

Das übrige Aushubmaterial wanderte zum grösseren Teil auf das rechte Ufer unterwasserseitig in die Deponie. Ein kleinerer Teil konnte noch auf der Oberwasserseite ebenfalls auf dem rechten Ufer angeschüttet werden.

Nachdem der treppenförmige Abbau der Flanken beendigt war, wurde die eigentliche Baugrube ausgehoben, wobei vier Turmdrehkrane das Heben des Materials aus der Baugrube und auf die Gleise besorgten. Der Sandstein liess sich im allgemeinen gut abbauen. Die einzelnen Bänke liegen praktisch horizontal. Die Körnigkeit schwankt zwischen sehr fein bis ziemlich grob. Zwischenlagen von Feinmergel wurden ebenfalls an verschiedenen Stellen beobachtet. Die Wassereintritte waren ausgesprochen lokal.

Das Ausheben der Baugrube unter Verwendung von Turmdrehkranen (Bild 6) anstelle z. B. eines Schrägaufzuges hat sich bewährt und ging verhältnismässig rasch. Der Abtransport mit Gleisfahrzeugen war eine Notwendigkeit, wenn man daran denkt, dass diese Arbeit 1945 installiert und ausgeführt wurde, zu einer Zeit also, wo Pneufahrzeuge noch nicht erhältlich und das Dieselöl noch rationiert waren. In einem ähnlichen Falle würde man sich heute ohne weiteres die Verwendung von Pneufahrzeugen ernstlich überlegt haben.

Die Wasserhaltung besorgten zwei Pumpenanlagen, die in der Baugrube installiert waren und da, wie bereits erwähnt, der Wasserandrang nicht sehr gross war, stiess sie auf keine besonderen Schwierigkeiten. Verwendet wurden fast ausschliesslich selbstansaugende Pumpen, System Maschinenfabrik a. d. Sihl.

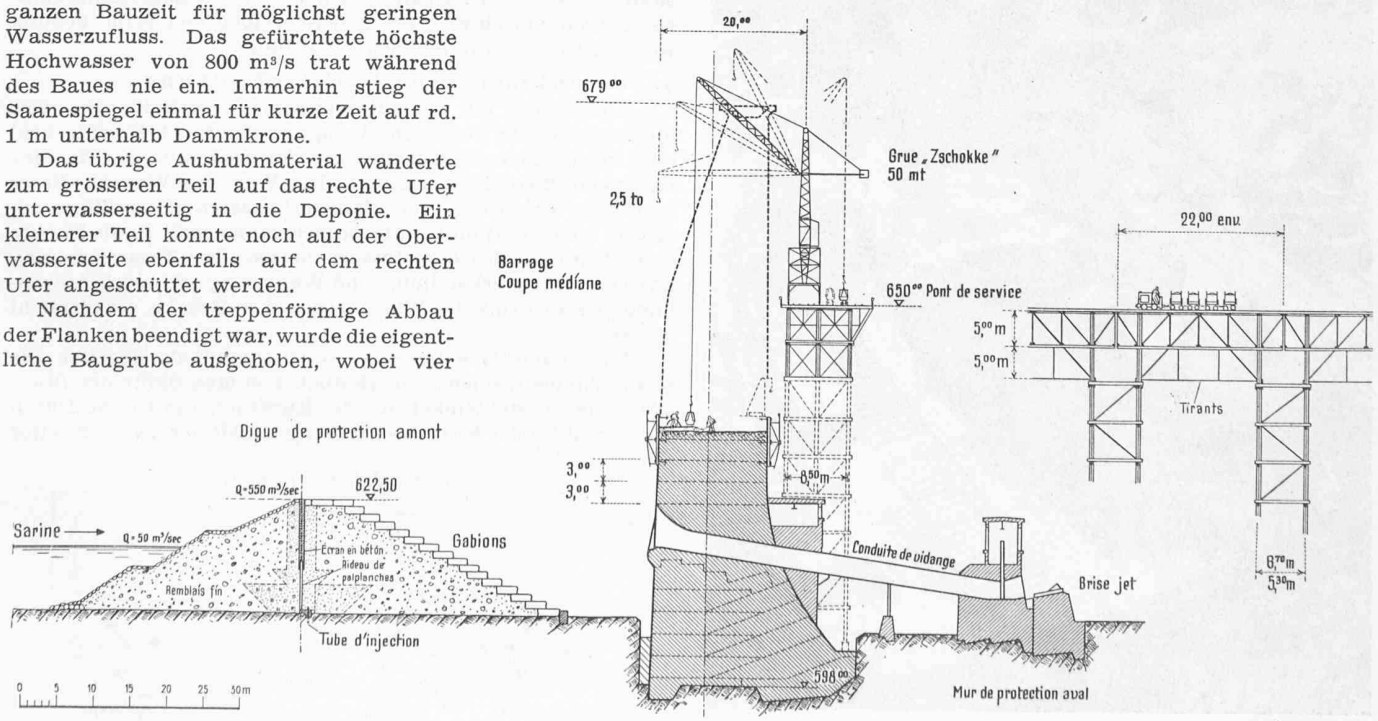

Bild 5. Oberwasserseitiger Abschlussdamm der Baugrube und Betoniervorgang der Staumauer, Masstab 1 : 1000

Installationen für die Kiesaufbereitung

Während den Aushubarbeiten wurden die Installationen für die Aufbereitung des Betonkieses und die Herstellung des Betons errichtet. Sie umfassen verschiedene grosse Objekte. Es handelt sich um total rd. 272 000 m³ Beton, d.h. um den Abbau von total 326 000 m³ Kies - Sand (gemessen im Transportgefäss).

Es möge uns gestattet sein, hier einige allgemeine Bemerkungen über die Installation von Grossbaustellen für Massenbeton einzustreuen. Es wird heute sehr viel über den Einsatz amerikanischen Gerätes und amerikanischer Baumethoden gesprochen und wir sind ganz der Ansicht, alle diese Methoden, Geräte und Erfahrungen, die uns nunmehr wieder zugänglich sind, zu studieren, zu analysieren und ihnen zu entnehmen, was unseren Verhältnissen und Masstäben entspricht.

Vergessen wir aber dabei nicht, dass wir hier eben andere Masstäbe besitzen. Wir bauen nicht Staumauern am laufenden Band wie in Amerika. Unsere Lösungen sollten immer den Stempel des Individuellen, auf den konkreten Fall Zugeschnittenen besitzen. Hier liegt unsere Stärke, im mühsamen Aufsuchen der bestmöglichen Lösung im Einzelfalle, nicht im Kolossalen, Spektakulären. Wollten wir uns auf dieser Ebene mit dem Auslande messen, so müssten wir unterliegen. Zudem bedarf selbst eine amerikanische Erfahrung und Methode trotzdem unserer Prüfung. Wir wissen alle, was wir z.B. dem amerikanische Gussbetonverfahren, das sich nach dem ersten Weltkrieg ebenfalls wellengleich in Europa ausbreitete, im Talsperrenbau verdanken.

In Rossens haben wir uns, ganz abgesehen davon, dass Projektierung und Erstellung der Installationen teilweise noch in die Kriegszeit oder unmittelbare Nachkriegszeit fiel, bemüht, eine den spezifischen Bedürfnissen bestmöglich angepasste Lösung zu finden unter weitestgehender Verwendung des Geräteparkes der Gesellschaftspartner.

(Fortsetzung folgt)

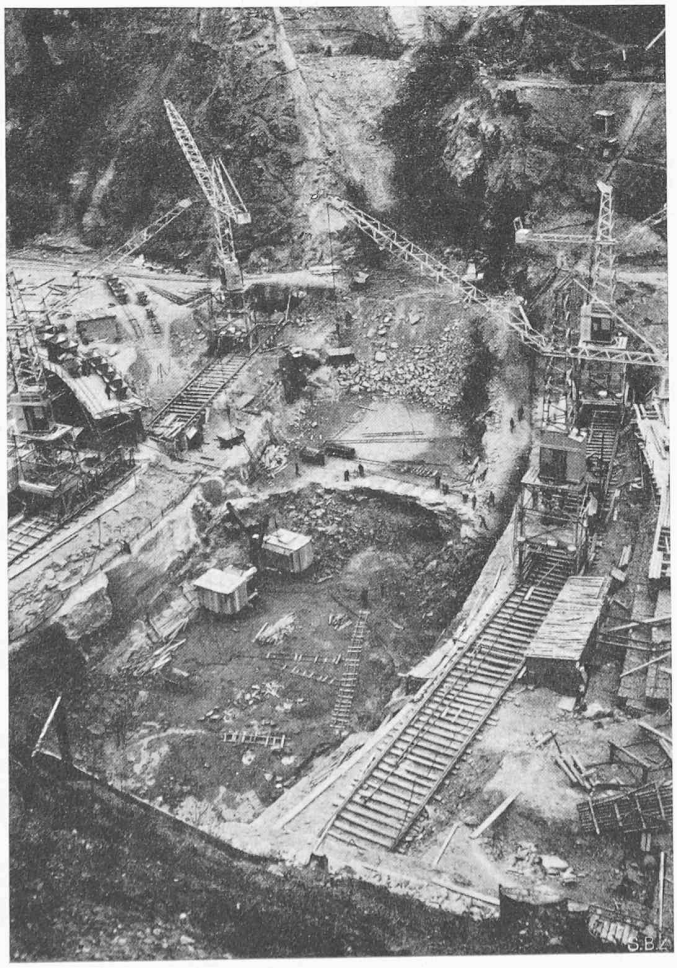

Bild 6. Aushub der Baugrube mit Turmdrehkranen

Die Windkanalanlage der Kriegstechnischen Abteilung in Emmen (Luzern)

DK 533.6.07 (494)

IV. Die automatischen Sechskomponenten-Waagen

Von Dipl. Ing. B. GRAEMIGER, Zürich (Schluss von S. 634)

D. Fernsteuerungen, Zähl- und Schreibwerke

1. Das System der Fernübertragung (Bild 46)

Besondere Sorgfalt musste auf die Ausführung der Schleifringe und der Bürsten verwendet werden. Nach Abklingen einer Bewegung wird zwischen Geber und Empfänger eine grösste Winkelverschiebung von etwa 3,6° stehen bleiben; dies bedeutet $^1/_{100}$ Umgang der ersten Zählwerkwalze, was die Messung nicht spürbar beeinträchtigt. Ueber die Grenzen der Uebertragungsmöglichkeit sprechen wir im Teil E. Wir beschränken uns darauf, die Funktionen der Zählwerkeinrichtungen und einige der angewendeten Mittel aufzuzählen.

Die Zählwerke weisen je zwei Reihen von Zahlenwalzen auf; die eine gibt die positiven und die andere die negativen Anzeigen. Die nicht gültige Reihe ist durch eine Blende abgedeckt. Beim Durchgang durch Null wechselt die Blende ihre Stellung. Es war notwendig, für diese Schaltungen sehr robuste und in kürzester Zeit arbeitende Einrichtungen zu schaffen, weil der Durchgang durch Null sich bei Drehzahlen bis zu 1000 U/min vollzieht.

Die Zählwerke können durch Druck auf einen Knopf von der Verbindung mit dem Geber gelöst und dafür mit einem Nullstellungsmotor gekuppelt werden (Tarieren). Sobald Null erreicht ist, wird das Zählwerk selbsttätig wieder vom Nullstellungsmotor gelöst und mit dem Empfänger gekuppelt.

Die Waagenmotoren können vom Messpult aus ein- und ausgeschaltet werden; hierfür sind im Oelsystem Wechselschieber eingebaut, die vermöge einer einfachen hydraulischen Vorsteuerung durch Steuermagnete mit sehr kleinem Hub betätigt werden.

2. Die automatische Protokollierung

Diese Einrichtung, die beim Gr. W. K. ausgeführt wurde, ist eine Kombination einer elektrischen Schreibmaschine mit den Zählwerken. Sobald nach Einstellung neuer Verhältnisse im Kanal oder am Modell die Zählwerke zur Ruhe gekommen sind, wird eine Steuerkurbel betätigt, wodurch der Reihe nach folgende Funktionen ausgelöst werden: Stillegen der Waagenmotoren und damit der Zählwerke; Ab- und Aufrunden an den Zählwerken auf $^1/_{20}$ des Umfanges der ersten Walze; Bereitstellen einer Abtastvorrichtung; Ingangsetzen dieser Vorrichtung und der Schreibmaschine.

Wenn die letzte Komponente protokolliert ist, wird die Kurbel wieder in ihre Anfangstellung gebracht und die Gesamtwaage ist wieder zum Wägen bereit. Die Schreibmaschine kann ohne Einschränkung zum Schreiben von Hand benützt werden, so z. B. für Notizen im Protokoll.

3. Die automatische Punktschreibung

Gleichzeitig mit der automatischen Protokollierung wird die automatische Punktschreibung durchgeführt. Hierfür dient eine zweite Schreibmaschine, die für jede Komponente eine ihr zugeordnete Type schlägt. Der Weg des Wagens dieser Maschine entspricht der Zählwerkanzeige unter Zugrundlegung eines bestimmten Masstabes. Man erhält so die Punkte eines Kurvenbildes der Messergebnisse. Der Zusammenhang zwischen Zählwerkstellung und Wagenweg ist durch Anwendung des Prinzips der Wheatstone'schen Brücke verwirklicht worden.

Man kann eine beliebige Komponente als Abszisse des Kurvenbildes wählen; vornehmlich kommen dafür der Staudruck, der Anstellwinkel und der Kurswinkel in Frage. Durch diese Punkt- oder Kurvenschreibung erhält der Versuchsleiter

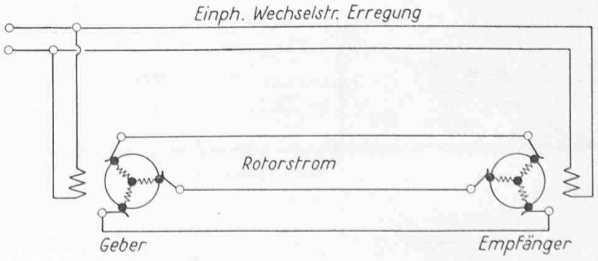

Bild 46. Prinzipschema der elektrischen Fernübertragung