

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 71 (1953)
Heft: 33

Artikel: Der Staudamm Castiletto des Juliawerkes Marmorera
Autor: Zingg, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-60602>

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: 22.02.2026

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

Statutenänderung als offizielle Kongress-Sprache anerkannt werde.

Die grosse Teilnehmerzahl von 460 Herren und 190 Damen zeugt für das Interesse, das der schweizerischen Veranstaltung auf dem Gebiet der Erdbaumechanik entgegengebracht wird.

Näheres über die bereits erwähnte viertägige Exkursion findet sich auf S. 468 letzter Nummer der SBZ. Das detaillierte Programm des Kongresses enthält neben den erforderlichen Angaben administrativen und organisatorischen Charakters auch kurze Angaben über den Reiseweg und die zu besichtigenden Objekte. Auf der ganzen Fahrt werden Ingenieure als Führer die Begleitung bilden.

Das schweizerische Organisationskomitee hat zur Durchführung des Kongresses den Bundesrat, die Kantonsregierungen Zürich und Waadt und die Stadträte von Zürich und Lausanne ersucht, das Patronat des Kongresses zu über-

nehmen. Namhafte Unterstützung hat das Komitee auch von andern Kantonen und Gemeinden, vor allem aber von privater Seite erhalten. Es ist nicht möglich, hier die Namen aller Spender, die sich um das Zustandekommen des Kongresses verdient gemacht haben, zu nennen. Es sei aber darauf hingewiesen, dass die Beteiligung eine sehr vielseitige war und Bauunternehmungen, Baustoff-, Maschinen-, Elektro- und chemische Industrie, Banken und Finanzierungsinstitute, Elektrizitätswerke, Ingenieurbureaux und Fachvereinigungen umfasste. All diesen Spendern sei der herzliche Dank des Organisationskomitees ausgesprochen, in der Hoffnung, dass auch die schweizerische Tagung der Internationalen Gesellschaft für Erdbaumechanik und Fundationstechnik erfolgreich verlaufen möge. Wenn dazu auch das Wetter einen Beitrag liefern wollte, so wären wohl alle Kongressteilnehmer herzlich dankbar.

Prof. Dr. E. Meyer-Peter

Der Staudamm Castiletto des Juliawerkes Marmorera

Von Dipl. Ing. W. ZINGG, Bauleiter des Juliawerkes Marmorera, Tiefencastel

DK 621.311.21 (494.261.8) 627.824.3

Der Flusslauf der Julia und der Albula weist auf der 30 km langen Strecke zwischen Marmorera und Sils ein Gefälle von 1012 m auf. Das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich betreibt seit dem Jahre 1910 das Albulawerk Sils (154 m Bruttogefälle, 25 000 kW) und seit 1949 das Juliawerk Tiefencastel (294 m Bruttogefälle, 25 000 kW). Da die natürliche Abflussmenge der Julia bei Tiefencastel (Einzugsgebiet 325 km²) zu 80 % auf das Sommerhalbjahr und zu 20 % auf das Winterhalbjahr entfällt, drängte sich die Erstellung eines Speicherbeckens zur Vermehrung der Produktion von Winterenergie am Oberlauf dieses Flusses auf.

Die Gefällestufe von Marmorera (südliches Ende Kote 1680) bis zur Wasserfassung des bereits bestehenden Juliawerkes Tiefencastel (Kote 1117) soll in zwei weiteren Kraftwerken ausgenützt werden, von denen gegenwärtig das obere, das Juliawerk Marmorera¹⁾ (480 m Bruttogefälle, 46 000 kW) gebaut wird. Nach erfolgtem Ausbau aller vier Kraftwerkstufen entspricht 1 m³ Staubeckeninhalt in Marmorera einer aufgespeicherten Energiemenge von rd. 2 kWh. Das natürliche Einzugsgebiet der Julia in Marmorera misst 90 km²; durch Zuleitung von zwei seitlichen Zuflüssen lässt es sich auf 135 m² vergrössern. Die mittlere Höhe des Einzugsgebietes liegt auf 2100 m ü. M.

Die topographischen Verhältnisse sind in der Talstufe von Marmorera für die Aufspeicherung von 50 bis 100 Mio m³ Wasser günstig. Der auf 1615 bis 1620 m ü. M. liegende Talboden ist verhältnismässig flach; die Sperrstelle weist ein V-Profil mit ziemlich steilen Flanken auf. Wasserwirtschaftliche Überlegungen liessen ein Staubecken mit Stauziel auf Kote 1680 m und 60 Mio m³ ausnutzbarem Speicherraum als angezeigt erscheinen. Die Höhe der Talsperre misst rd. 70 m ab Talboden, die Länge der Krone etwa 400 m. Das Dorf Marmorera, das bei Baubeginn 90 Einwohner zählte, muss aufgegeben werden, da sämtliche Gebäude und der grösste Teil des landwirtschaftlich genutzten Wieslandes im Stauraum liegen (Bild 1).

Weniger günstig als die topographischen sind die geologischen Verhältnisse an der Sperrstelle. An der östlichen Talflanke steht zwar vorwiegend kompakter Fels an (Grünschiefer, Ophiolite), aber die westliche Flanke wird durch einen breiten, geologisch jungen Berggrutschkegel gebildet, dessen Mächtigkeit über der Felsunterlage bis zu 130 m misst.

1) Ausführliche Projektbeschreibung SBZ 1949, Nr. 40, S. 565*

Als Abschlussbauwerk konnte deshalb keine Staumauer in Betracht kommen. Das Interesse richtete sich auf die Erstellung eines Erd- oder Steindamms.

Das Berggrutschmaterial besteht in der Hauptsache aus einer plastischen Masse von Serpentintrümmern und Verwitterungsprodukten mit z. T. grossen Steinblöcken. Sie zeigt eine geringe Durchlässigkeit, die durch mehr oder weniger isolierte Kiesnester bedingt ist. Der Berggrutschkuchen ruht übrigens nicht direkt auf Fels, sondern auf einem alten Bachschutt mit sehr durchlässigen Kies-Sanden und teilweise Trieb sandlinsen. Diese letzteren Partie galt es vor allem sorgfältig abzudichten. Zur Böschung der Felssohle im östlichen Dammteil wurde vor Arbeitsbeginn ein Umlaufstollen von 500 m Länge in der rechtsseitigen Felsflanke erstellt, durch den das Wasser der Julia abgeleitet wird.

Der Berggrutsch hatte seinerzeit das Tal von Marmorera zu einem See aufgestaut. Der Talboden direkt oberhalb der Felsschwelle besteht aus einer älteren und einer jüngeren Alluvion von zusammen etwa 70 m Mächtigkeit. Der Dammfuß liegt auf der Wasserveite auf der älteren, tragfähigen Alluvion etwa 12 m unter dem heutigen Talboden. Die Erstellung dieses Fusses erforderte das Abpumpen des Grundwassers in die umgeleitete Julia.

Als Fachberater zog die Bauherrschaft Prof. Dr. E. Meyer-Peter, Prof. Dr. R. Staub und Prof. Dr. R. Haefeli von der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich bei. Vor Baubeginn des Dammes wurde die Sperrstelle und ihre Umgebung durch Sondierungen untersucht. Zur Ausführung gelangten seismische Untersuchungen, tieffrechende Bohrungen (insgesamt 1500 m Bohrlochlänge), Rammsondierungen im Talboden und mehrere Sondierstollen in der westlichen Flanke (Länge total 450 m). Diese Sondierarbeiten beanspruchten 1½ Jahre; ihre Kosten beliefen sich auf 7 % der Dammbaukosten.

Der Bau eines Dammes setzt das Vorhandensein ausreichender Mengen geeigneten Materials in nicht zu grosser Entfernung von der Sperrstelle voraus. Die im Gebiet des Talbeckens von Marmorera durchgeföhrten Sondierungen liessen erwarten, dass sowohl lehmiges, dichtes Moränenmaterial als auch steiniges Schutthalde material in genügenden Mengen und nahe der Baustelle gewonnen werden können. Unter den verschiedenen in Erwägung gezogenen Typen fiel die Wahl auf einen gewalzten und geschütteten Damm mit dichter Zentralzone. Die grundlegenden erdbaumechanischen Ver-

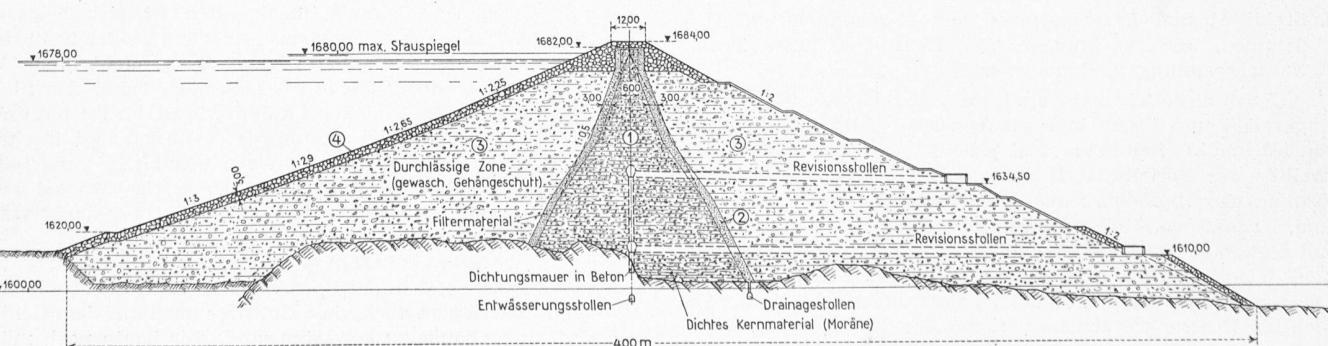


Bild 2. Querschnitt durch den Staudamm, Maßstab 1:2500. (1) Dichtes Kernmaterial (Moräne), (2) Filtermaterial, (3) Durchlässige Zone (gewaschener Gehängeschutt), (4) Blockzone; (a) Dichtungsmauer in Beton, (b) Entwässerungsstollen, (c) Drainageschächte, (d) Revisionsstollen.

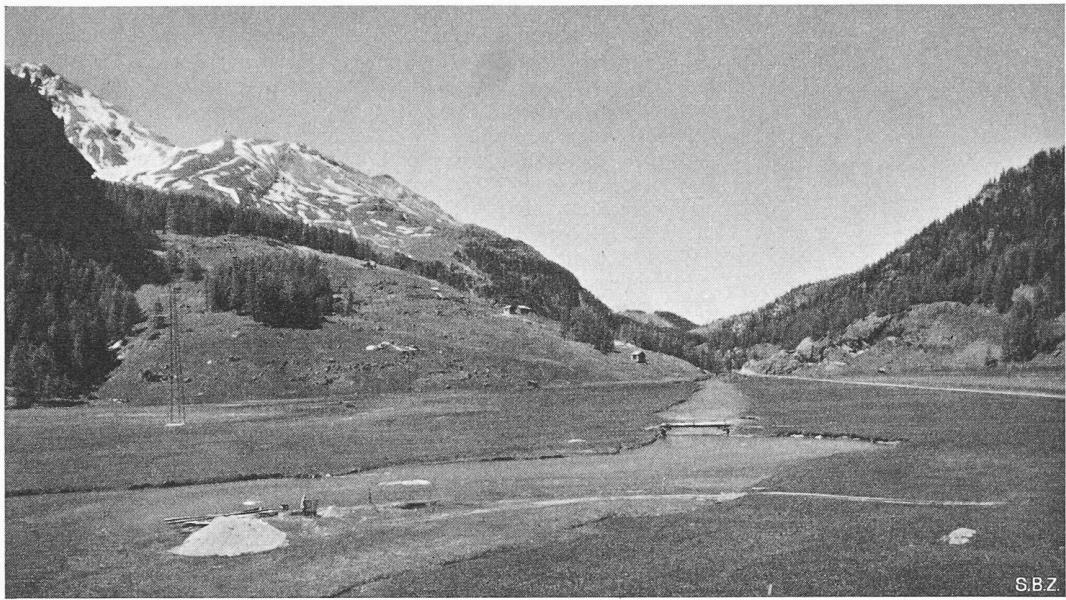


Bild 1. Talboden von Marmorera, im Hintergrund die Sperrstelle, links der Bergrutschkegel von Castiletto.

suche wurden durch die Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau durchgeführt, aus deren Resultaten sich die Vorschriften für die Kontrolle bei der Bauausführung ergaben.

In einem auf der Baustelle eingerichteten Feldlaboratorium werden die für den Dammbau zu verwendenden Materialien eingehenden Prüfungen unterzogen. Die Untersuchungen erstrecken sich hauptsächlich auf die Bestimmung der Kornzusammensetzung, des natürlichen Wassergehaltes, der Durchlässigkeit und der Scherfestigkeit im natürlichen Zustand und der Setzungsempfindlichkeit, sodann auf die Ermittlung des günstigsten Einbauwassergehaltes und der aufzuwendenden spezifischen Verdichtungsarbeit für die zu wählenden Materialien. Bild 6 zeigt die Verdichtungskurve für das verwendete Moränenmaterial der Kernzone und den Streubereich der Proben; Bild 7 gibt die Granulometrie wieder.

Ausgedehnte Laboratoriumsuntersuchungen und tiefreichende, mit grossen Löffelbaggern an den Materialgewinnungsstellen durchgeführte Probeaufschlüsse lieferten die material-

technischen Grundlagen für die von der Erdbauabteilung der Versuchsanstalt durchgeführten erdbaumechanischen Berechnungen und Dimensionierung des Dammkörpers. Zusammen mit den ebenfalls zu berücksichtigenden ausführungstechnischen Gegebenheiten und Erfahrungen während der ersten Baujahre führten diese Studien zu dem hier dargestellten Normal-Querschnitt des Dammes (Bild 2). Die Zentralzone, das heisst der Dichtungskern, der aus einer im Talboden bei Cresta vorhandenen lehmigen Grundmoräne erstellt wird, ist axsymmetrisch. Der ideelle Querschnitt wurde grundsätzlich so bemessen, dass das Sickergefälle in jeder

Höhenlage 1:1 beträgt. Die Grundform des Querschnittes wird damit ein Dreieck mit der Spitze im Stauspiegel und Neigungen von $2 \times 1:0,5$, wobei aus praktischen Gründen in der Nähe der Krone von diesem Idealprofil abgewichen wurde (Kernbreite 6 m). Im Laufe des Baujahres 1952 zeigte sich durch neu ausgeführte Sondierbohrungen im Gebiet der Moräne Cresta, dass das Materialvorkommen voraussichtlich nicht so gross ist wie ursprünglich angenommen werden durfte. Für die Kampagne 1953 und 1954 wurde deshalb eine Reduktion der Kernstärke beschlossen, so dass das Sickergefälle auf 1:0,75 erhöht wird. Dies darf auf Grund des in der Kampagne 1952 erreichten hohen Trockenraumgewichtes der Kernmasse und der daraus resultierenden geringen Durchlässigkeit verantwortet werden. Der Durchlässigkeitsteil des in Zone (1) eingebauten verdichteten Grundmoränenmaterials beträgt $k = 10^{-6}$ bis 10^{-7} cm/s. Zum Vergleich sei erwähnt, dass der in der Moräne selbst gemessene entsprechende Wert bei 10^{-7} bis 10^{-8} cm/s lag.



Bild 3. Uebersicht über die Dammbaustelle, im Hintergrund die neue Julierstrasse.

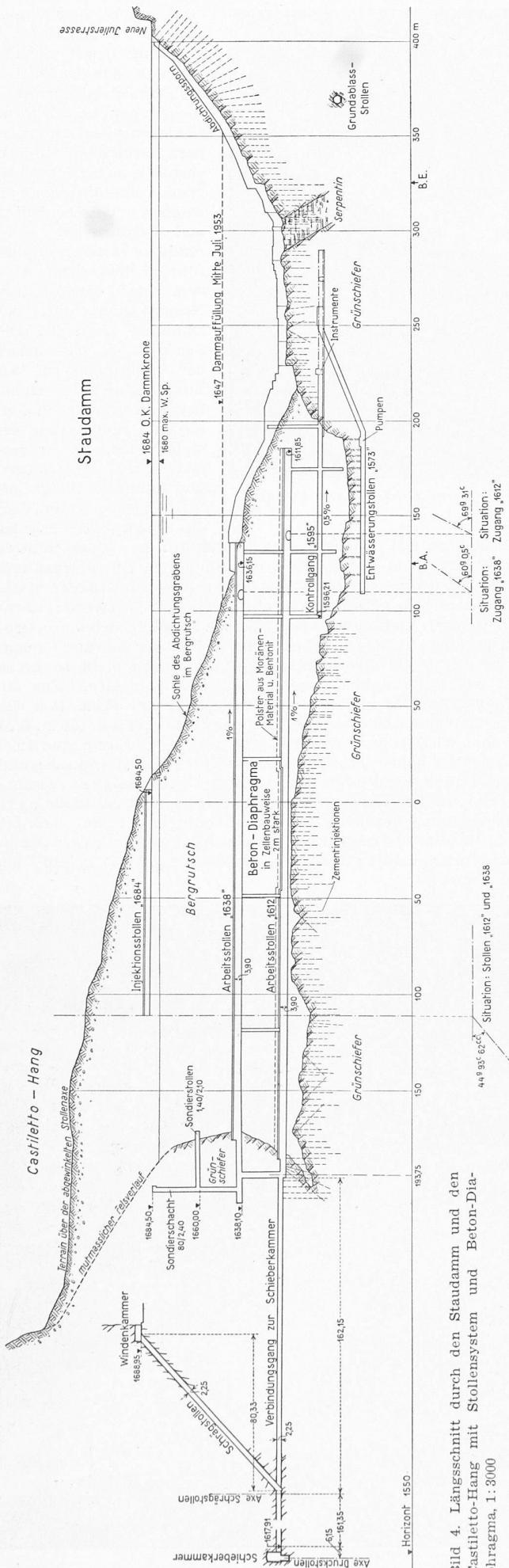


Bild 4. Längsschnitt durch den Staudamm und den Castilletto-Hang mit Stollensystem und Beton-Diaphragma, 1:3000

Beidseitig an die Zentralzone schliessen Filterzonen von je 3 m Mächtigkeit an. Als Filtermaterial wird feinkörniger, verschwemmter Gehängeschutt verwendet, der, im Damm eingebaut, einen Durchlässigkeitskoeffizienten von $k = 10^{-4}$ bis 10^{-5} cm/s aufweist. Die Aufgabe der Filterzonen besteht darin, ein Ausschwemmen von feinem Material aus der Kernzone zu verhindern; ihr Kornaufbau muss derart sein, dass auch aus dem Filter kein Material in die anschliessende gröbere Zone der Stützkörper angeschwemmt wird.

Die Anordnung einer beidseitigen Filterzone ist erforderlich, weil die Strömungsrichtung je nach dem Belastungsfall ändert: in Richtung nach der Luftseite bei ansteigendem Wasserspiegel im Stausee, in Richtung nach der Wasserveite bei der Absenkung des Sees.

Die beiden gegen aussen anschliessenden Stützkörper (3) sind volumenmässig die wichtigsten Dammzonen. Es handelt sich um das Material von zwei Schutthalden, die den östlichen und westlichen Talhang ganz oder teilweise bedecken, in der Hauptsache Serpentinschutt der verschiedensten Korngrössen. Grundsätzlich ist der Aufbau so anzutunen, dass gegen die Filterzonen das am wenigsten durchlässige, gegen die Randzonen (wasser- und luftseitig) das grösste, also durchlässigste Material eingebracht wird. Das Schuttmaterial erwies sich allgemein als weniger grobblöckig, als auf Grund der Sondierungen angenommen wurde, und zum Teil stark mit erdigem Verwitterungsmaterial vermengt. Um die erforderliche Durchlässigkeit zu erlangen, musste es, mindestens zum Teil, gewaschen werden. Ein erster Grossversuch, im Damminnern ungewaschenes, in den Randzonen mit starken Hydranten gewaschenes Material einzubauen, scheiterte, da das ungewaschene Material sich nicht walzen liess und beim Bespritzen an Ort und Stelle auch schlecht befahrbar wurde. Dazu trug 1952 der nasse Herbst bei. Es musste deshalb der Beschluss gefasst werden, das gesamte Material für die Stützkörper zu waschen. Wegen ungenügender Leistungsfähigkeit der Hydranten wurden zwei grosse Waschteiche gebaggert, welche abwechselnd mit Schuttmaterial gefüllt und mit Eimerkettenbagger wieder gebaggert werden. Ebenso hat das Ausbaggern unter Wasser des Schuttkegelmaterials eines Zuflusses der Julia brauchbares Material ergeben. Der durch diese Manöver ausgewaschene Schlamm wird durch die Julia abgeschwemmt. Die verlangte Durchlässigkeit beträgt 10^{-3} bis 10^{-4} cm/s.

Die seeseitige Dammböschung, der talseitige Dammfuß und die Dammkrone erhalten Blockabdeckungen, die im Normal-Querschnitt mit (4) bezeichnet sind. Die Blockgrößen variieren zwischen $0,02 \text{ m}^3$ und $0,75 \text{ m}^3$, wobei die größeren naturgemäß aussen angeordnet werden. Die talseitige Dammböschung oberhalb der Berme 1620 wird im Interesse des Landschaftsbildes humusiert und begrünt.

Zur Erhöhung der Sicherheit der Dammunterlage gegen Ausquetschen sind die Dammböschungen im westlichen Dammteil flacher projektiert als im Normal-Querschnitt. Der see-seitige Dammfuss ist ungefähr 12 m tief unter der Höhe des Talbodens fundiert; die ungenügend tragfähige «obere Alluvion» wurde vorgängig der Dammauflistung bis auf diese Tiefe ausgehoben. Die Stabilitätsberechnung zeigt, dass im Dammkörper und in seiner Unterlage der Sicherheitsfaktor gegen Gleiten für keinen Belastungsfall und in keinem Schnitt unter dem Wert 1,4 liegt.

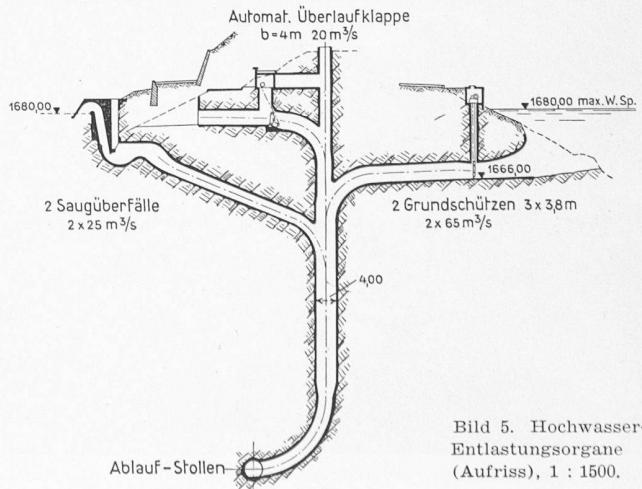


Bild 5. Hochwasser-
Entlastungsorgane
(Aufriss), 1 : 1500.

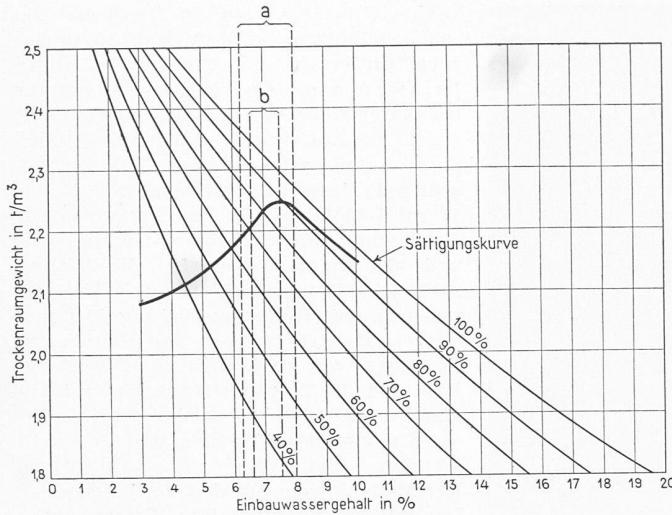


Bild 6. Verdichtungskurve für das Moränenmaterial der Kernzone (1). a = Streubereich von 100 % der Proben; b = Streubereich von 50 % der Proben. Die Proben umfassen Material unter 20 mm Korngrösse.

Die Ausführungsvorschriften für den Dammbau sind auf Grund der Eigenschaften der vorhandenen Materialien und in teilweiser Anlehnung an amerikanische Beispiele aufgestellt worden. Sie tragen auch den verfügbaren Baugerättypen Rechnung. Zone (1) wird in horizontalen Lagen von lose gemessen etwa 20 cm Stärke aufgefüllt, nachdem dem Moränenmaterial vorher alle Steine von mehr als 12 cm Grösse entzogen und so viel Prozent Wasser zugefügt worden sind, dass der für die Verdichtung optimale Wassergehalt (etwa 9 %) erreicht ist. Diese Lagen werden sodann mit 20 t schwere

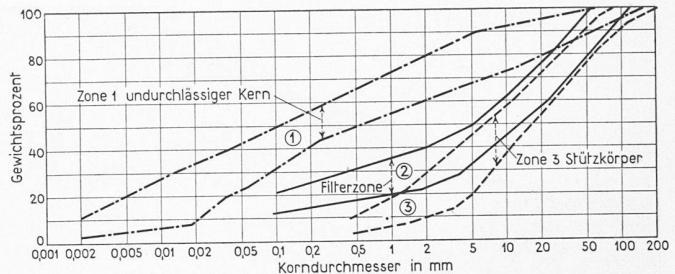


Bild 7. Granulometrie der für den Aufbau des Erddamms verwendeten Materialien.

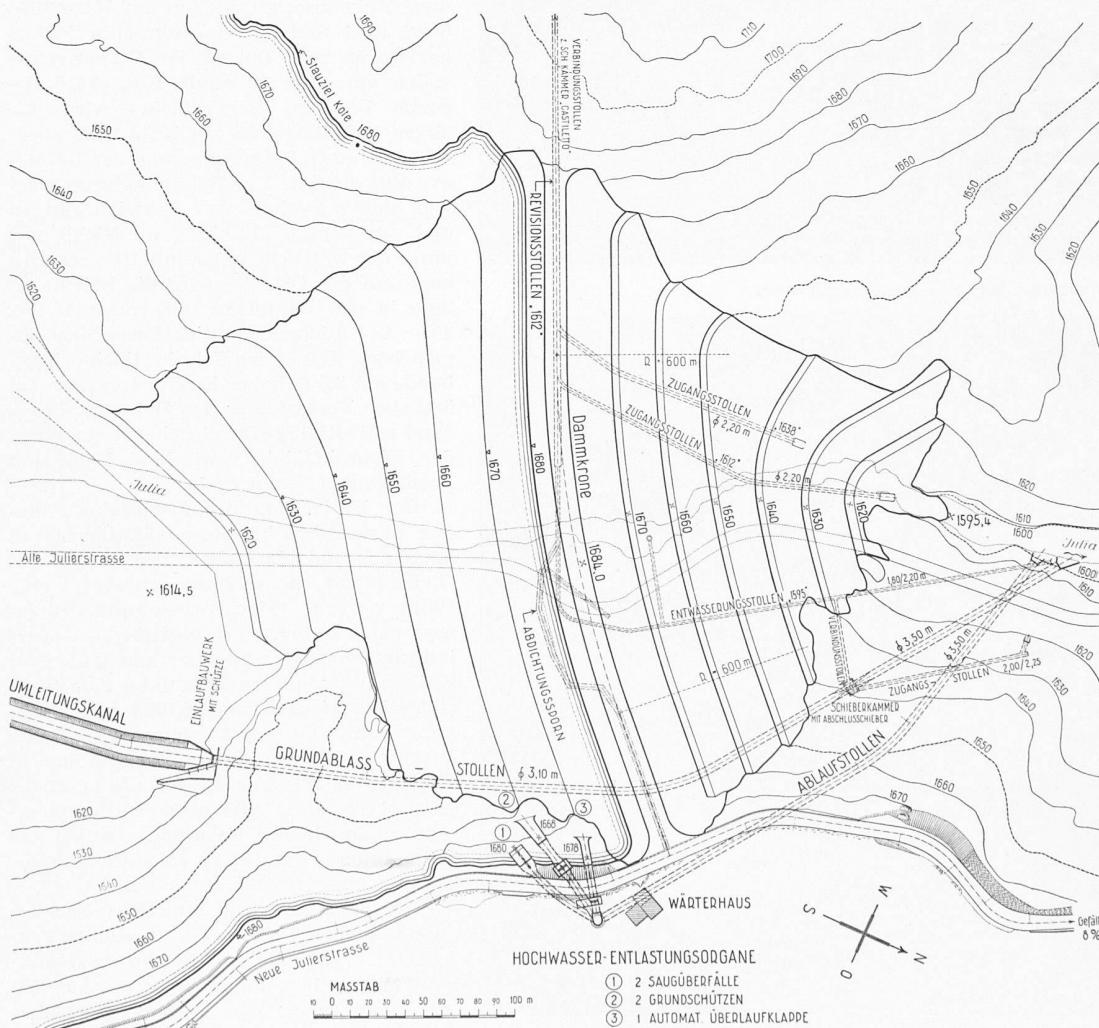
ren Schaffusswalzen zwölf Mal gewalzt und dabei auf etwa 15 cm Stärke verdichtet. Der Einbau des Filtermaterials (2) erfolgt im gleichen Arbeitsgang, wobei jedoch etwas weniger Walzarbeit aufgewendet und dem Wassergehalt nicht die gleich scharfen Grenzen gesetzt werden wie in Zone (1). Es hat sich im Laufe der Arbeiten herausgestellt, dass wohl die Kornzusammensetzung des gewonnenen Filtermaterials befriedigend, dass aber eine Herabsetzung des Wassergehaltes aus walztechnischen Gründen erforderlich ist. Zu diesem Zweck ist für die Kampagne 1953 eine leistungsfähige Trocknungsanlage mit rotierender Trommel und Oelheizung erstellt worden.

Über den Einbau des gewaschenen Materials (3) ist noch zu erwähnen, dass vor dem Einbringen in die Waschsteiche Steine über 30 cm mittleren Durchmessers ausgesiebt und als Material (4) reserviert werden. Die Aufschüttung erfolgt in Schichten von 1 m Mächtigkeit. Zur Erzielung eines möglichst wenig setzungsempfindlichen Steingefüges werden diese Lagen mit Hochdruckwasserstrahl eingeschwemmt; eine besondere Verdichtung erfolgt nicht, außer dem Befahren mit Pneutransportgeräten. Das Einbringen der Blockabdeckung (4) erfolgt ohne besondere

Verdichtungsmassnahmen nach Massgabe des Fortschreitens der Auffüllung in der Zone (3).

Das gesamte Dammvolumen beträgt 2,7 Mio m³; es verteilt sich auf: (1) 0,5 Mio m³ (3) 1,8 Mio m³ und (4) 0,3 Mio m³.

Nach vorbereitenden Arbeiten im Jahre 1950 (Bau einer 4,5 km langen, 6 m breiten Strasse längs dem Ostufer des Staubeckens und des 500 m langen Stollens für die Umleitung der Julia) begannen die eigentlichen Dammbauarbeiten im Frühjahr 1951. Das Bauprogramm sieht vor, dass die Dammauffüllung Ende 1954 oder anfangs 1955 die fertige Kronenhöhe 1684,0 erreichen soll. In den fünf Wintermonaten von Mitte November bis Mitte April bleiben jeweils normalerweise die Dammbauarbeiten eingestellt. Zur Einhaltung des Bauprogrammes sind während der Sommermonate bei gutem Wetter Tagesleistungen in zwanzigstündigem Be-



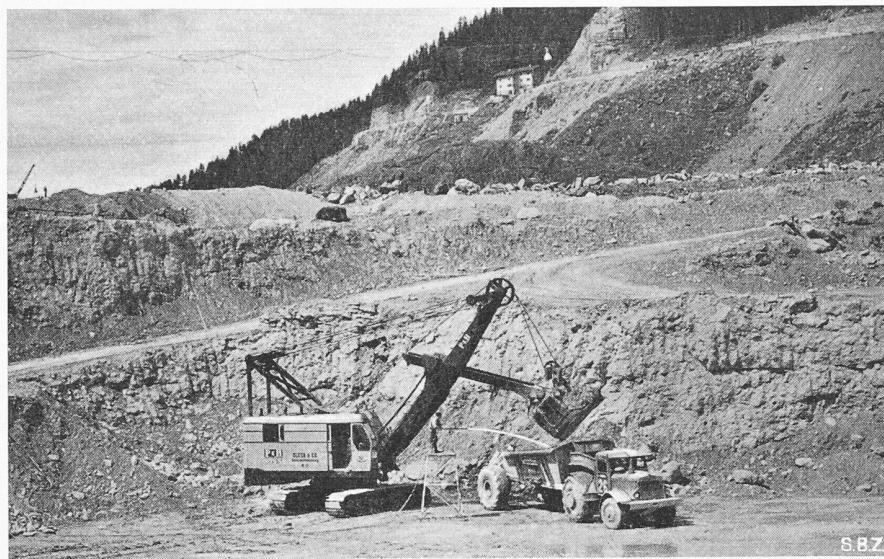


Bild 9. Abbau von Moränenmaterial für die Zone (1), Kern, im Grund des zukünftigen Seebeckens.



Bild 10. Aufbringen der Schüttung der Zone (3), Stützkörper.



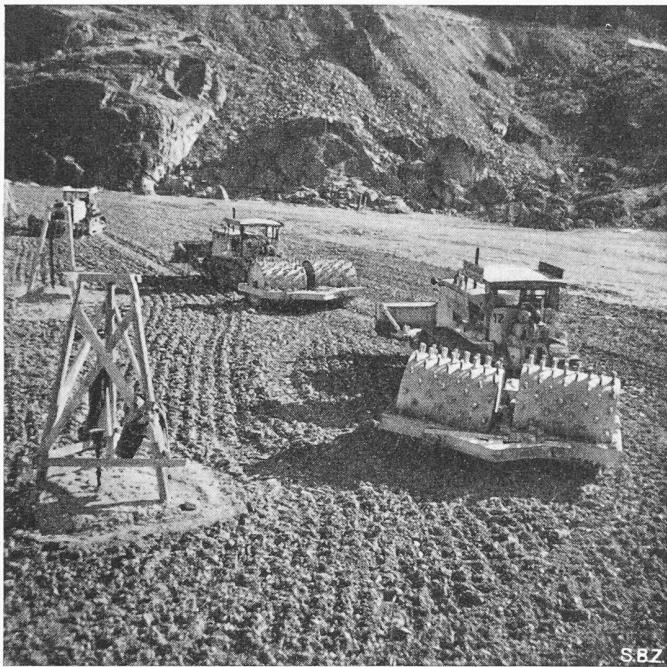
Bild 11. Aufbringen und Verdichten des Materials der Zone 1. Rechts Ausscheiden der grossen Steine, die für Zone (4) verwendet werden.

trieb von bis 10 000 m³ zu erreichen. Die mit den Bauarbeiten beauftragte Gemeinschaftsunternehmung (Schafir & Mugglin AG, Bless & Co, Zürich) benützt für die Materialgewinnung Raupenbagger mit bis 2,7 m³ Löffelinhalt und für die Transporte pneubereifte Wagen, teils Sattelschlepper, teils Rückwärtsskipper mit 9 bis 12 m³ Ladefähigkeit. Dazu kommen für das Verteilen und Planieren des Materials und als Zugmaschinen für die Walzen zahlreiche Raupentraktoren mit Bulldozer- oder mit Rechenausrüstung. Der mobile Gerätelpark umfasst zur Hauptsache 12 Bagger mit zusammen 17 m³ Löffelinhalt und 38 Transporttraktoren mit zusammen 1450 PS Motorenleistung.

Ein besonderes Problem bildet die vollständige Abdichtung des westseitigen Berggrutschkegels, auf dem der linksseitige Dammflügel aufruht. Zur Untersuchung der Eigenschaften der Rutschmasse war schon zu Beginn der Arbeiten ein Sondierstollen mit Sohle etwa auf Kote 1612 bis zur westlichen praktisch senkrecht abfallenden Felsflanke vorgetrieben worden. Von diesem Stollen, später Arbeitsstollen genannt, wurde ein Eisenbetondiaphragma nach der Zellenmethode bis zum Kontakt mit dem anstehenden Fels, dessen tiefste Stelle auf Kote 1582 liegt, abgeteuft. Der Andrang von Grundwasser, stellenweise verbunden mit Grundbruchgefahr in den Triebesandpartien, erschwert das Abteufen dieses Diaphragmas erheblich. Die Absenkung des Grundwassers erfolgt durch zwei Entwässerungsstollen auf Kote 1595 bzw. 1573 und durch senkrechte Filterbohrungen vom Innern der Diaphragmazellen aus. Der oberhalb Kote 1615 liegende Teil des Berggrutsches wird von einem Arbeitsstollen auf Kote 1639 ebenfalls mit einer Betonschürze in der Dammaxe abgedichtet. Das Betondiaphragma ist von einem System von Revisionsgängen und -schächten durchzogen. Nicht nur unter der westlichen Dammhälfte, sondern auch auf der Ostseite wird die Felsunterlage in der Dammaxe mit einem 15 bis 20 m tief reichenden Injektionsschirm abgedichtet. Ein in der Felsoberfläche eingebundener, 2,5 m hoher Eisenbetonsporn (in östlicher Fortsetzung des Betondiaphragmas) soll allfällige Durchsickerungen längs der Kontaktfläche zwischen Fels und Dammzone (1) abriegeln.

Der Entleerung des Staubeckens dienen, außer dem bereits erwähnten 500 m langen Grundablasstollen, der durch eine Gleitschütze abgeschlossen wird, eine Reihe von Hochwasser-Entlastungsorganen, nämlich eine selbsttätige Ueberlaufklappe, zwei Saugüberfälle und zwei Entleerungsschützen 12 m unter dem Staumass. Diese Hochwasser-Entlastungsorgane vermögen 200 m³/s Wasser abzuführen, die durch einen 350 m langen Ablaufstollen in die Felsschlucht talseits des Staudamms geleitet werden. Alle diese Entleerungsorgane sind in der Felsflanke östlich des Staudamms, von diesem vollständig unabhängig, angeordnet, Bilder 5 und 8.

Die ausführungstechnischen Schwierigkeiten eines Dammbaues in alpinen Verhältnissen, wie sie in Marmorera vorliegen, dürfen nicht unterschätzt werden. Die Arbeiten, besonders in den gewalzten Dammzonen, sind stark witterungsempfindlich. Wiederholt eintretende, wenn



SBZ

Bild 12. Verdichten der Zone (1) mit Schaffusswalzen.

auch nur kurz dauernde und wenig intensive Regenfälle hindern die Arbeiten fast ebenso sehr, wie starke Niederschläge längerer Dauer, denn die nach jeder Beregnung der gewalzten Zone abzuwartende Austrocknungszeit beträgt oft ein Mehrfaches der Niederschlagsdauer. Sodann ist zu berücksichtigen, dass die Zusammensetzung der für die Materialgewinnung abzubauenden Schutthalde stark heterogen ist, was den Baggervorgang und die Transport- und Einbaudispositionen oft erschwert. Ausführungsnormen und Erfahrungszahlen von Dammbauten in klimatisch und geologisch anders gearteten Gegenden, beispielsweise in den südlich gelegenen Staaten von Nordamerika, können deshalb nur mit den notwendigen Einschränkungen für ähnliche Bauaufgaben in alpinen Verhältnissen angewandt werden.

Zusammenfassung

Vermehrung der Winter-Energieproduktion in einer Reihe bestehender und projektierte Hochdruckwerke des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich durch Erstellung eines Speicherbeckens mit 60 Mio m^3 Nutzhinhalt am Oberlauf des Flusses.

Topographische und geologische Gegebenheiten für das Abschlussbauwerk des Speicherbeckens.

Wahl der Dammtypen.

Beschreibung der verfügbaren Dammbau-Materialien und deren Untersuchung im Laboratorium.

Erläuterung des Normal-Querschnittes des Damms, der Ausführungsrichtlinien, des Bauprogrammes und des Bauvorganges.

Beschreibung der Massnahmen zur Abdichtung der Dammunterlage und der Flanken.

Klimatisch und geologisch bedingte Erschwerungen des Dammbaus in alpinen Verhältnissen.

75 Jahre Hagneck-Kanal

DK 627.15:93 (494.24)

Zwischen dem Bieler-, dem Neuenburger- und dem Murtensee dehnt sich eine weite Ebene aus; sie wird das Grosse Moos oder das Seeland genannt, obwohl beide Bezeichnungen nicht mehr recht zutreffen. Denn die Gegend ist grösstenteils entwässert und in Kulturland umgewandelt worden; auch die Zeiten sind vorbei, da dieses Land einen See bildete. Wenn die Aare Hochwasser führte und infolge von starken Regengüssen oder raschen Schneeschmelzen die Gewässer aus dem Jura anschwollen, wurde das Seeland überflutet. Senkten sich endlich die Wasser, dann blieb eine grosse Wüstenei zurück, die höchstens etwas Stroh abgab oder als erbärmliche Weide zugänglich war.

Die Überschwemmungen wurden insbesondere von der Aare verursacht, die von Aarberg in nördlicher Richtung weiterfloss und sich oberhalb Büren mit der aus dem Bielersee

kommenden Zihl vereinigte. Das Geschiebe der Aare erhöhte ihr Flussbett mehr und mehr und das Gefälle wurde derart gering, dass sich die Hochwasser staute und durch die Zihl in den Bielersee zurückflossen. Dies bewirkte ein Steigen des Wasserspiegels der Juraseen, die über ihre Ufer traten und deren Wasser neben dem tiefliegenden Moorland auch wertvolles Kulturland mit Schlamm und Kies bedeckten.

Mit dem Dichterwerden der Bevölkerung und der Notwendigkeit einer besseren Bodenbenutzung begann der Kampf gegen die Hochwasser. Während Jahrhunderten suchte man durch Verbauungen und Ausbaggerungen der Zu- und Abflüsse der Seen den Elementen Einhalt zu gebieten. Im Auftrage der Berner Regierung und auch durch Private wurden im 18. Jahrhundert sieben Projekte ausgearbeitet, von denen sich die meisten mit den Abflussverhältnissen der Zihl befassten. Pläne der späteren Zeit sahen eine Korrektion der Aare von Aarberg bis hinunter nach Solothurn vor.

Der eigentliche Pionier der Juragewässerkorrektion war der Arzt Dr. J. R. Schneider (1804 bis 1880), der sich vom Jahre 1833 an bis zu seinem Tode unermüdlich für dieses grosse Werk einsetzte. Dessen Ausführung wurde immer wieder durch Sonderinteressen verzögert, über die Schneider vorerst die verbindenden Brücken bauen musste. Vor 120 Jahren entstand auf seine Initiative ein «Zentralkomitee», das Volk wie Kantonsregierungen und Gemeinden aufklärte, 1839 schuf er eine «Vorbereitungskommission», welche sich die Bereinigung der technischen Fragen zur Aufgabe machte, dann folgte eine «Vollziehungsgesellschaft» für die praktische Durchführung des Werkes. J. R. Schneider erhielt durch das «dankbare Seeland» in Nidau ein Denkmal, und in der Erinnerung des Volkes lebt er fort als «Konrad Escher von der Aare».

In der Hauptsache wurden die Pläne durch den Bündner Ingenieur Richard La Nicca (1794 bis 1883) entworfen, der schon 1842 die Ableitung der Aare bei Aarberg durch das Grosse Moos in den Bielersee, also den Bau des Hagneck-Kanals, vorschlug. Weiter projektierte er den Ausbau der Broye, welche den Murtensee mit dem Neuenburgersee verbindet, der Zihl zwischen Neuenburger- und Bielersee und der Zihl zwischen Nidau und ihrer Einmündung in die Aare. Während den folgenden 25 Jahren tauchten verschiedene andere Pläne auf, von denen das 1862 vorgeschlagene «Projekt Suchard-Challandes» am meisten Beachtung fand. Vorgeschlagen wurde, nicht die Aare in den Bielersee, sondern die Saane in den Murtensee zu leiten. Der Zihl sollte die Richtung Bielersee-Mett-Tal über Pieterlen bis Solothurn gegeben werden. Der Schokoladefabrikant Philippe Suchard (1797 bis 1884) aus Serrières kannte die Verhältnisse aus eigener Erfahrung; war er doch von 1834 an während etwa zehn Jahren Kapitän seines Dampfschiffes «L'Industriel» gewesen, mit dem er die Juraseen befuhrt. Seine Pläne berücksichtigten wohl allzu sehr die Verbesserung der Schiffahrtsverhältnisse, während es aber bei der Korrektion vor allem darum ging, die Überschwemmungen zu verhindern und das ganze Seeland zu entwässern.

Man einigte sich auf die Pläne La Niccas. Der massgebende Bundesratsbeschluss datiert vom 25. Juli 1867. Schon im folgenden Jahre konnten die ersten Spatenstiche am 8 km langen Hagneckkanal ausgeführt werden. Das schwierigste Objekt bildete der grosse Einschnitt durch den Seerücken bei Hagneck, dessen grösste Tiefe 35 m betrug und zu dessen Errichtung 0,95 Mio m^3 Material ausgehoben werden mussten. Dieser Einschnitt wurde 1873 von vier Stellen aus in Angriff genommen. Die Arbeiten wurden im Februar 1877 durch sehr grosse Rutschungen erschwert. Am 17. August 1878 floss erstmals die Aare in den Bielersee. Das war ein grosser Tag, nicht nur für die Berner, Neuenburger, Freiburger, Waadtländer und Solothurner, sondern für die ganze Schweiz. Vertreter des Bundesrates und der Kantonsregierungen, aber auch viel Volk, scharten sich in Aarberg um J. R. Schneider und R. La Nicca, die besonders gefeiert wurden. Die ganze Gesellschaft liess sich auf Rollwagen von Aarberg nach Hagneck führen, wo ein Dampfschiff wartete, das sie durch den Bielersee und den neuen Nidau-Büren-Kanal (das zweite grosse Werk) nach Brügg führte.

Obwohl die damals eingeweihten Werke noch lange nicht den Abschluss bildeten, bestand zu einer solchen Feier aller Anlass, denn vor 75 Jahren begann die Umwandlung des 6000 Hektaren umfassenden Grossen Mooses in ein ertragreiches Land. Eine ausführliche Darstellung des ganzen Werkes findet man im Bericht «Die Juragewässerkorrektion» von Ing. A. Peter, Bern 1922.

Ch. Bornet