

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 93/94 (1929)
Heft: 5

Artikel: Die kombinierten Kraftwerke Klosters-Küblis und Davos-Klosters der Bündner Kraftwerke
Autor: Moor, Rob.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-43293>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.02.2025

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

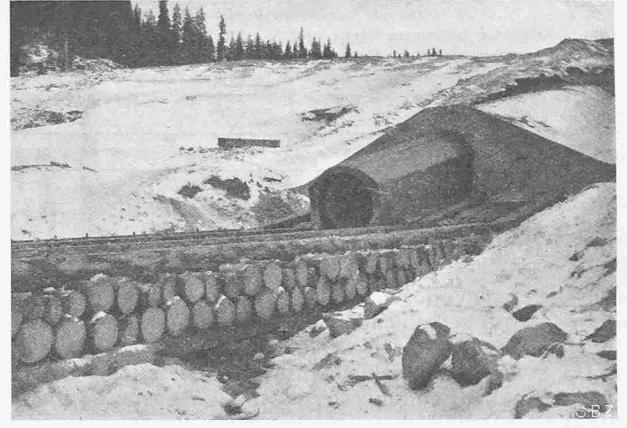
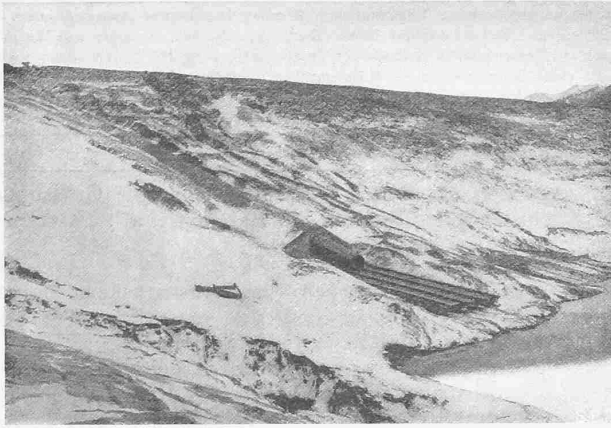


Abb. 55 und 56. Mündung der Flüelabach-Einleitung in den Davosersee, abgesenkter Zustand (22. November 1923).

lich bemerkbar macht, und wie wichtig es ist, was auch die Erfahrung bestätigt hat, die Radial-Spiele auf ein Minimum zu bringen.

Die Benützung des „Spillage“-Faktors gestattet, für ein bestimmtes Schaufelprofil und in Bezug auf Dampfverhältnisse usw. ähnliche Zustände, unabhängig von der Schaufelhöhe, mit einem konstanten Geschwindigkeitskoeffizient zu rechnen. Der Einfluss der Schaufelhöhe wirkt sich weniger im hydraulischen Radius, als

vielmehr in der Grössenordnung der beschriebenen Randstörungen aus. In Abb. 2 ist z. B. in Funktion des totalen Radial-Spieles, unter Zugrundelegung eines Düsenwinkels von 14° und des Verhältnisses $u/c_1 = 0,45$, der „Spillage“-Faktor aufgetragen. Es ist interessant zu sehen, dass durch ein totales Spiel von 4 mm eine 10 mm lange Schaufel bereits 7% Mischungsverluste erleidet, während der Wirkungsgrad für das gleiche Spiel bei einer 100 mm langen Schaufel nur um etwa 0,7% erniedrigt wird.

Die kombinierten Kraftwerke Klosters-Küblis und Davos-Klosters der Bündner Kraftwerke.

Von ROB. MOOR, konsultierender Ingenieur, Zürich.

Fortsetzung von Seite 315 letzten Bandes.

II. Das Kraftwerk Davos-Klosters.

Wie eingangs bemerkt, bildet das Werk Davos-Klosters mit dem Davosersee als Winterspeicher eine notwendige Ergänzung des Werkes Klosters-Küblis. Das Vorhandensein eines natürlichen Speicherbeckens und die Möglichkeit, sein Wasser in den beiden Stufen Davos-Klosters und Klosters-Küblis in einem Gefälle von im Mittel 719 m auszunützen, sind besondere Vorteile dieser Verbundanlage.

Das Werk Davos-Klosters verwertet ausser dem See den Mönchalpbach und den Stützbach, ferner wird zum Auffüllen des Sees zeitweise auch der Flüelabach herangezogen. Die tiefbaulichen Anlagen sind für eine maximale Leistung von 30 000 PS gebaut worden, während die maschinelle Installation etappenweise erfolgt. Da der Davosersee zum Einzugsgebiet des Landwassers gehört, war die Konzessionserteilung infolge der besondern Wasserrechts-Verhältnisse im Kanton Graubünden mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Im Mai 1920 konnte die Konzession durch die Landschaft Davos den A.-G. Bündner Kraftwerken erteilt werden.

Der Davosersee liegt in der alten Talrinne eines Armes des Flüelagletschers, der noch zur Zeit der letzten grossen Vergletscherung nach dem Prätigau abfloss. Nach dem Rückzug des Gletschers stürzten die beidseitigen übersteilen Hänge des Trogtales beim heutigen Wolfgang ein und schnürten das Tal ab, wodurch das Becken des heutigen Davosersees gebildet wurde mit der neuen Wasserscheide zwischen Landquart und Landwasser bei Wolfgang (nordöstlich des heutigen Sees, Abb. 53). Der anfänglich erheblich grössere See wurde südwestlich durch das vorrückende Delta des Flüelabaches bis auf seine heutigen Ausmasse vermindert, der Flüelabach selbst floss nach der Verlegung der Wasserscheide dem Landwasser zu. Der See ist so von beiden Seiten der alten Talrinne abgeschnitten worden und sein Einzugsgebiet ist infolgedessen auch klein, es misst nur 8,4 km². Um den See über seine jährlichen Zuflussmengen hinaus ausnützen zu können, war es notwendig, Wasserläufe, die ausserhalb seines Einzugsgebietes liegen, zur Füllung heranzuziehen. Die Konzession

schreibt vor, dass die jeweilige Wiederauffüllung bis am 10. Juni, in ausnahmsweise trockenen Jahren bis am 17. Juni beendet sein müsse. Dies hatte zur Folge, dass ausser dem Stützbach und dem Mönchalpbach, die dem Einzugsgebiet der Landquart angehören, auch der Flüelabach zur Füllung herangezogen werden musste. Um die Nutzniesser am Landwasser nicht zu schädigen, ist die Ableitung des Flüelabaches auf die Zeit der Schneeschmelze beschränkt. Das durch den Stützbach und den Mönchalpbach erweiterte Einzugsgebiet des Davosersees misst nun 25,2 km², und wird während der Seefüllung durch den Flüelabach auf 60,2 km² vergrössert. Ueber die topographischen und geologischen Verhältnisse des Davosersees und seiner Umgebung ist bereits im Band 82 der „S. B. Z.“ (4. August 1923) im Aufsatz über den Uferabbruch am Davosersee (7. Februar 1923) ausführlicher berichtet worden.

Die Konzession gestattet eine Absenkung des Sees um 28 m unter den natürlichen Seespiegel, der im Jahresmittel auf Kote 1562,0 liegt; ferner ist eine Stauung um 6 m vorgesehen. Im gegenwärtigen Zustande wird indessen nur die konzessionierte Absenkung genützt, wodurch ein Speicherraum von ursprünglich 11 Mill. m³ gewonnen wird, der durch die Uferabbrüche während der See-Entleerung zu Bauzwecken um rund 0,5 Mill. m³ vergrössert wurde. Der Aufstau von 6 m wird eine weitere Vermehrung des Nutzraumes um 3,9 Mill. m³ ausmachen; hierzu ist am südwestlichen Ende der in Abb. 53 bereits eingezeichnete, heute noch nicht ausgeführte Staudamm zu erstellen.

Die während den sieben Wintermonaten verfügbare Wassermenge setzt sich zusammen aus dem Speicherinhalt von etwa 11,5 Mill. m³ und den Zuflüssen von im Mittel etwa 5,3 Mill. m³, in aussergewöhnlich trockenen Jahren noch etwa 3,5 Mill. m³. Ausserdem fliesst zum abgesenkten See, aus dem Flüeladelta, eine erhebliche Grundwassermenge, die zu etwa 0,5 Mill. m³ bewertet werden kann. Insgesamt sind somit während eines Winters im Durchschnitt etwa 17 Mill. m³ verfügbar, nach Ausführung der Stauung rund 21 Mill. m³.

Um die Bauten am Davosersee, die Fassung und die Bacheinleitungen ausführen zu können, musste der See

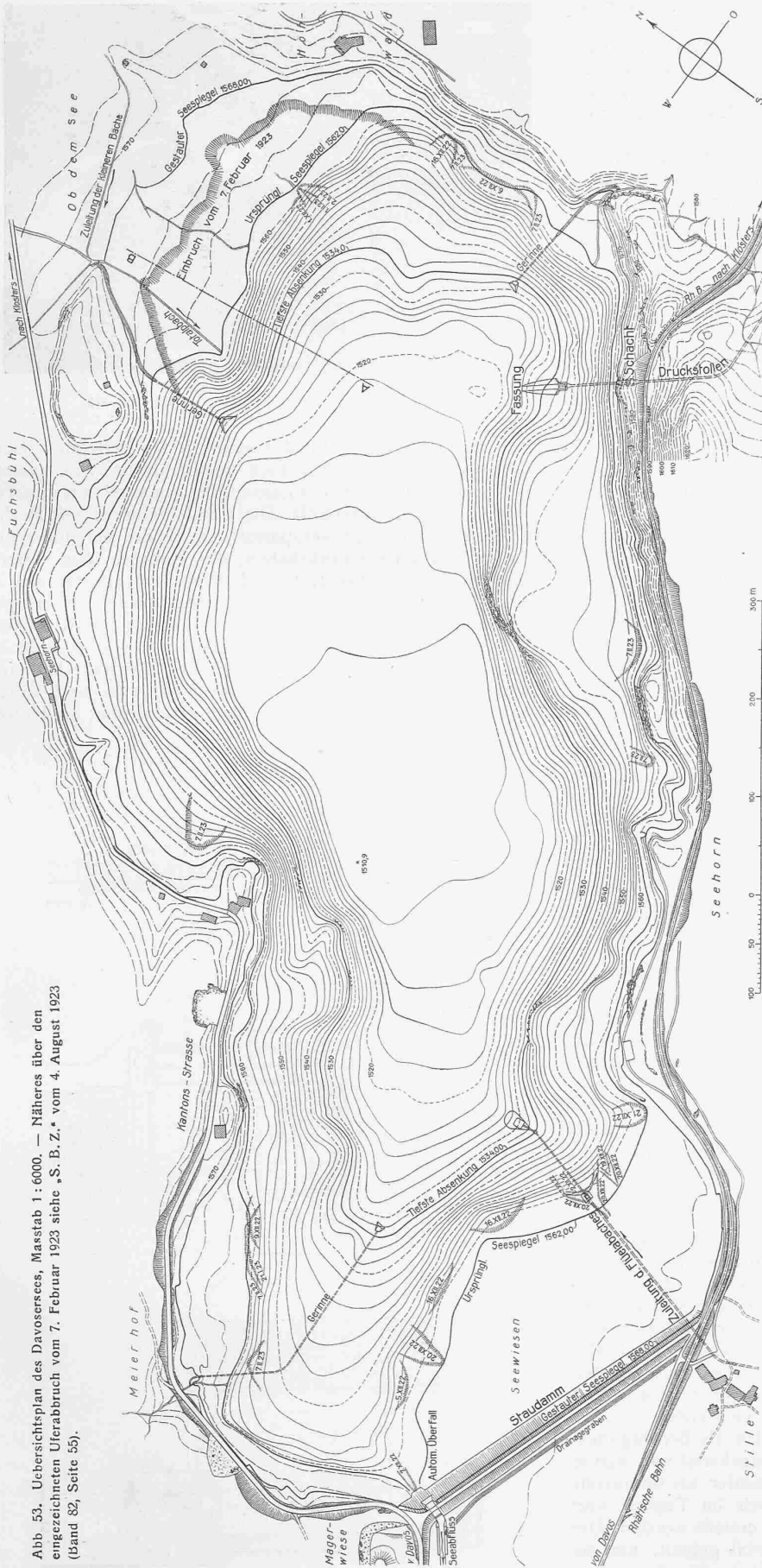


Abb. 53. Uebersichtsplan des Davosersees, Masstab 1 : 6000. — Näheres über den eingezeichneten Uferabbruch vom 7. Februar 1923 siehe „S. B. Z.“ vom 4. August 1923 (Band 82, Seite 65).

bis auf Kote 1529,0 entleert werden. Die einzige Stelle, die aus geologischen Gründen für den Stolleneinlauf in Betracht kam, war stark mit Gerölle und Seekreide überdeckt. Dieser Umstand liess es ratsam erscheinen, von einem Seeansich vom Stollen aus abzu- sehen und den See durch Pumpen zu entleeren. Dieser Vorgang ermöglichte übrigens eine Verkürzung der Bauzeit um ein volles Jahr, weil die Bauten am See gleichzeitig mit dem Stollen fertiggestellt werden konnten.

Die Pumpanlage bestand aus zwei Sulzer-Mitteldruck Zentrifugal- pumpen, die mit je einem 450 PS Motor direkt gekuppelt waren. Diese Pumpen wurden für eine manometrische Förderhöhe von 9 bis 43 m benützt und lieferten bei 38 m Höhe 600 l/sek. Die beiden Aggregate waren auf einem Floss aufgestellt; dieses bestand vorerst aus zwei hölzernen Pontons, die durch Trennwände in mehrere Kammern unterteilt und durch ein Balkengerüst steif miteinander verbunden waren. Beim Uferabbruch vom 7. Februar 1923 wurden durch die berstende Eisdecke einige Kammerwände eingedrückt; durch eine grosse Sturzwelle wurde das Floss von seinen Verankerungen losgerissen und versank. Nach diesem Unfall wurde das Floss umgebaut, wobei sieben eiserne, zylindrische Behälter mit einem Gesamt-Inhalt von 90 m³ als Schwimmkörper dienten; das Gesamtgewicht der Installationen samt Pumpenhaus und Floss betrug 68 t. Zur Beschleunigung der See-Absenkung waren die grösseren Bäche nach dem Flüelabach und dem Stützbach abgeleitet worden. Trotzdem musste, nachdem der tiefste Seestand (Kote 1529,0) erreicht worden war, die Pumpanlage täglich in Betrieb genommen werden, weil eine erhebliche Menge Grundwasser, insbesondere aus dem Flüeladelta zuströmte.

Wie zu erwarten war, sind die steilen Deltaböschungen des Totalp- baches, des Drusatscha- und des Flüelabaches, abgerutscht. Beim grossen Uferabbruch am Totalpach- Delta dürfte eine Erdmasse von etwa 0,9 Mill. m³ und später noch eine von etwa 0,1 Mill. m³ am Flüeladelta abgerutscht sein, wovon sich heute schätzungsweise 0,5 Mill. m³ unterhalb der konzessionsmässig tiefsten Absenkung des Seespiegels befinden. Die übersteilen Ränder der abgebrochenen Ufer wurden später noch mit Druckwasser ab- gespült. Um Erosionen an den See- ufern zu verhüten, wurden die grössern Bäche in gemauerten Ger- innen dem Seeufer entlang geführt bis zu einer geeigneten, felsigen Ab- sturzstelle. Die Rinnen der kleinen

Wassergraben wurden mit Steinen ausgekleidet. Die Erwartung, dass bei weiterer Absenkung des Sees sich das Totalpbach-Delta nicht mehr in erheblichem Masse bewegen werde, hat sich bewahrheitet. An diesem Delta sind dagegen durch kleine Grundwasserzuläufe, die nicht gefasst werden konnten, in der abgerutschten Masse einige grössere Rinnen erodiert worden.

Der Flüelabach wird bei seinem Austritt in den breiten Talboden von Davos gefasst und durch einen Rohrkanal in den See geleitet; die Fassung (Abb. 54) liegt in der kanalisiertem Bachstrecke. Das Wehr besitzt eine einzige Stoney-Schütze und ist so angeordnet, dass das Durchflussprofil des Baches bei gezogener Schütze von Einbauten völlig frei ist. Für das Wehr stand nur eine geringe Konstruktionshöhe zur Verfügung. Um die kanalisierte Bachstrecke nicht ändern zu müssen, wurde die Stauhöhe möglichst eingeschränkt und nur zu 1,62 m bemessen. Die Bachrinne ist bis 5 m oberhalb des Einlaufes und 6 m unterhalb der Abschlusschütze betoniert; zur Erzielung einer bessern Geschiebeabfuhr erhielt die Sohle einen Bohlenbelag. Der 4,5 m lange, steile Uebergang vom Holzbelag der Oberwasserseite bis zur kanalisiertem Bachrinne ist mit Granit verkleidet. Für die spätere allfällige Zuleitung des Dschmabaches ist der Kanal in rückwärtiger Verlängerung unter dem Wehr durchgeführt worden und dient gleichzeitig als untere Wehrboden-Schwelle. Die lichte Weite zwischen den Wehrwangen misst 8,00 m; die Blechhaut der Schütze ist oben überlauförmig abgebogen, da die Schütze bei kleineren Hochwassern geschlossen bleibt. Die Schütze ist mit Gall'schen Ketten an den vertikalen Endträgern aufgehängt und bewegt sich auf zwei festen Rollenpaaren. Die Bedienung des Windwerkes erfolgt von Hand, kann aber für elektrischen Antrieb umgebaut werden. Es ist in einem hölzernen Schutzhaus auf der Dienstbrücke aufgestellt.

Die Fassung ist für eine Wassermenge von $4 \text{ m}^3/\text{sek}$ ausgebaut, die Einlaufschwelle zur Kläranlage liegt durchschnittlich 85 cm über der Bachsohle. Die fünf Einlauföffnungen der Kläranlage sind je 2 m breit und 0,55 m hoch; sie werden durch eiserne Gleitschützen abgeschlossen. Der Feinrechen liegt in der äusseren Mauerflucht und bietet dem vorbeiströmenden Hochwasser keine Angriffsstelle; die Rechenstäbe sind zu Tafeln zusammengeschweisst, die aus ihren Führungen gehoben werden können.

Die Kläranlage soll bei dieser Fassung, wo das Wasser im Davosersee ohnehin eine weitgehende Klärung erfährt, nur dazu dienen, Kies und groben Sand auszuscheiden. Die knappen Raumverhältnisse zwischen Bach und Strasse und namentlich die geringe verfügbare Konstruktionshöhe machten eine besondere Anordnung für diesen Sandfang notwendig. Dieser ist in fünf Kammern unterteilt, die als viereckige Trichter ausgebildet und vollständig mit Eisenblech verkleidet sind. Das durch die Einlauföffnungen horizontal eintretende Wasser muss vor dem Ueberfall in den Reinwasserkanal in ansteigender Bewegung ein Drahtsieb passieren, wobei noch mitgeschleppter Sand zurückfällt. An den glatten Kammerwänden gleitet der Sand ab bis in den Spültrichter und wird dort in einer Leitung abgeführt. Die Spültrichter sind so bemessen, dass insgesamt etwa $200 \text{ l}/\text{sek}$ ständig abfliessen, die gemäss den Bestimmungen der Konzession im Flüelabach belassen werden müssen. Spültrichter und Sammelrohr sind aus Stahlguss hergestellt, die anschliessende 100 m lange Spüleleitung ist als Eiprofil von 60/90 cm Lichtweite gebaut und deren Sohle mit glasierten Tonplatten verkleidet.

Der Reinwasserkanal dient zugleich als Beruhigungsbecken des Messüberfalles. Der Zuleitungskanal von 620 m Länge ist von der Fassung bis zum Seeufer als Betonrohr von 1,70 m lichter Weite, hauptsächlich im Tagbau und nur auf kurze Strecken bergmännisch, erstellt worden. Die Zuleitung wurde als geschlossener Kanal gebaut, um sie von Schnee und Eis freizuhalten. Dies war besonders wichtig beim steilen Ablauf am Seeufer, der im alluvialen Kies liegt; hier würde ein Ueberlaufen des Wassers das

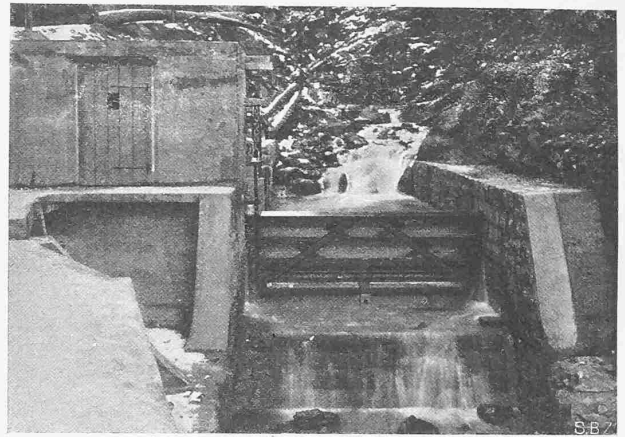


Abb. 59. Stauklappe der Mönchalpbach-Fassung (29. Oktober 1925).

Bauwerk gefährden. In der etwa 30% geneigten Seeböschung erhielt das Rohr noch eine Lichtweite von 1,20 m; es besteht aus einem äusseren Betonmantel mit innerer Verkleidung in Föhrenholz. Die Verkleidung ist mit Profil- und Flacheisenringen verspannt; sie diente bei der Betonierung als innere Verschalung des Rohres. Am unteren Ende stützt sich das Rohr auf zwei Betonsporen ab, in denen die Köpfe gerammter Eisenbahnschienen eingemauert sind. Zur Verhütung von Kolken ist vor dem Auslauf ein Rost aus einer doppelten Lage von Rundholzstämmen angeordnet (Abb. 55 und 56). Der Rost hat eine Breite von 7,0 m und eine Länge von 17 m und reicht bis zum obersten Sporen unter dem Ablaufrohr; die Hölzer

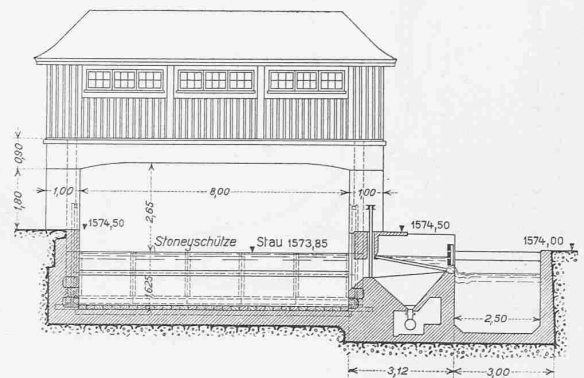
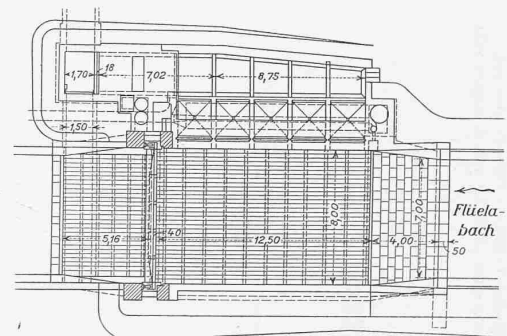
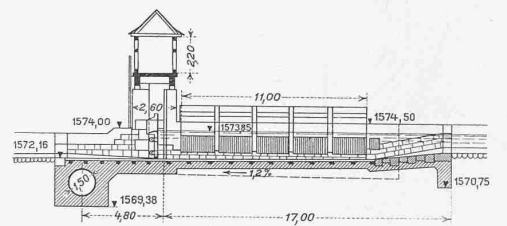


Abb. 54. Die Flüelabach-Fassung, 1 : 400 (unterer Schnitt 1 : 200).

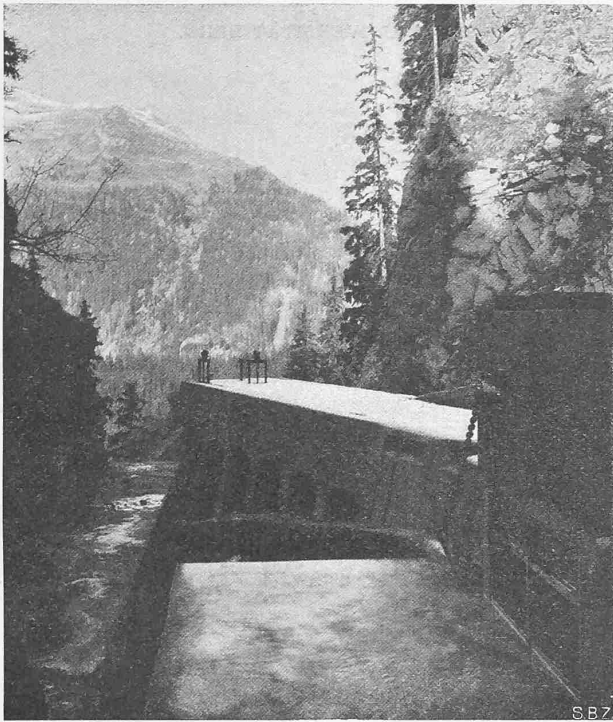


Abb. 58. Mönchalpbach-Fassung mit Klärkammern (29. Oktober 1925).

des Rostes sind mit den Sporen durch Schrauben und Flacheisenbänder verbunden.

Der Mönchalpbach ist in den Druckstollen eingeleitet worden, und es fließt das gefasste Wasser, je nach Bedarf, nach der Zentrale des Werkes Davos-Klosters oder rück-

wärts in den Davosersee. An der Fassungstelle ist das Tal sehr eng und bietet neben dem Bach kaum genügenden Raum für den Alpweg. Die knappen Raumverhältnisse und die steile Felswand des linken Ufers zwangen, die Fassung auf die rechte Seite zu verlegen (Abb. 57 bis 59); der Absturzschacht nach dem Druckstollen dagegen wurde im gesunden Felsen der linken Talseite gebaut. Kurz unterhalb der Fassungstelle ist ein Wasserfall; die Fassung musste deshalb höher gelegt werden, als der höchste Wasserspiegel im Wasserschloss bzw. im Davosersee es erfordert hätte. Das Wehr besteht aus einer eisernen Kiesklappe mit einer Stauhöhe von 1,30 m und 4,35 m lichter Breite zwischen den Wehrwangen. Die Klappe ist um eine im Betonfundament eingelassene horizontale Welle drehbar; ihre Antriebsvorrichtung ist in einer Kammer hinter der rechten Wehrwange aufgestellt und wirkt auf einen Hebel seitlich der Kiesklappe. Oberhalb des Wehres ist die Bachsohle mit einer Betonschicht ausgeglichen und zur bessern Geschiebeabfuhr auf 5 m Länge mit einem Bohlenbelag versehen; der obere Teil der Sohlenausgleichung ist mit Steinen verkleidet.

Die Fassung ist für eine Nutzwassermenge von 1,6 m³/sek gebaut. Die Einlauföffnung hat an ihrer engsten Stelle eine Breite von 2,50 m, eine Höhe von 0,77 m und liegt 0,45 m über der Bachsohle; der Feinrechen besteht aus zwei in Führungen laufenden Tafeln und sitzt bündig in der eisernen Mauerflucht, die Einlauföffnung wird durch eine äussere Schütze abgeschlossen. Für die Kläranlage ist hier das System Dufour mit kontinuierlicher Abspülung gewählt worden, um eine häufige Wartung der sehr abgelegenen Fassung zu ersparen. Die Klärkammer hat eine Länge von 17 m, eine obere Breite von 3,20 m und etwa 2 m Wassertiefe über den Empfängerschaufeln; die Kläranlage ist in armiertem Beton ausgeführt, sie ist am rechten Ufer angelehnt und bachseitig auf Pfeilern und Bogen abgestützt (Abb. 58). Da eine Ueberlastung der Kläranlage eine ungenügende Klärung zur Folge hätte, ist die äussere

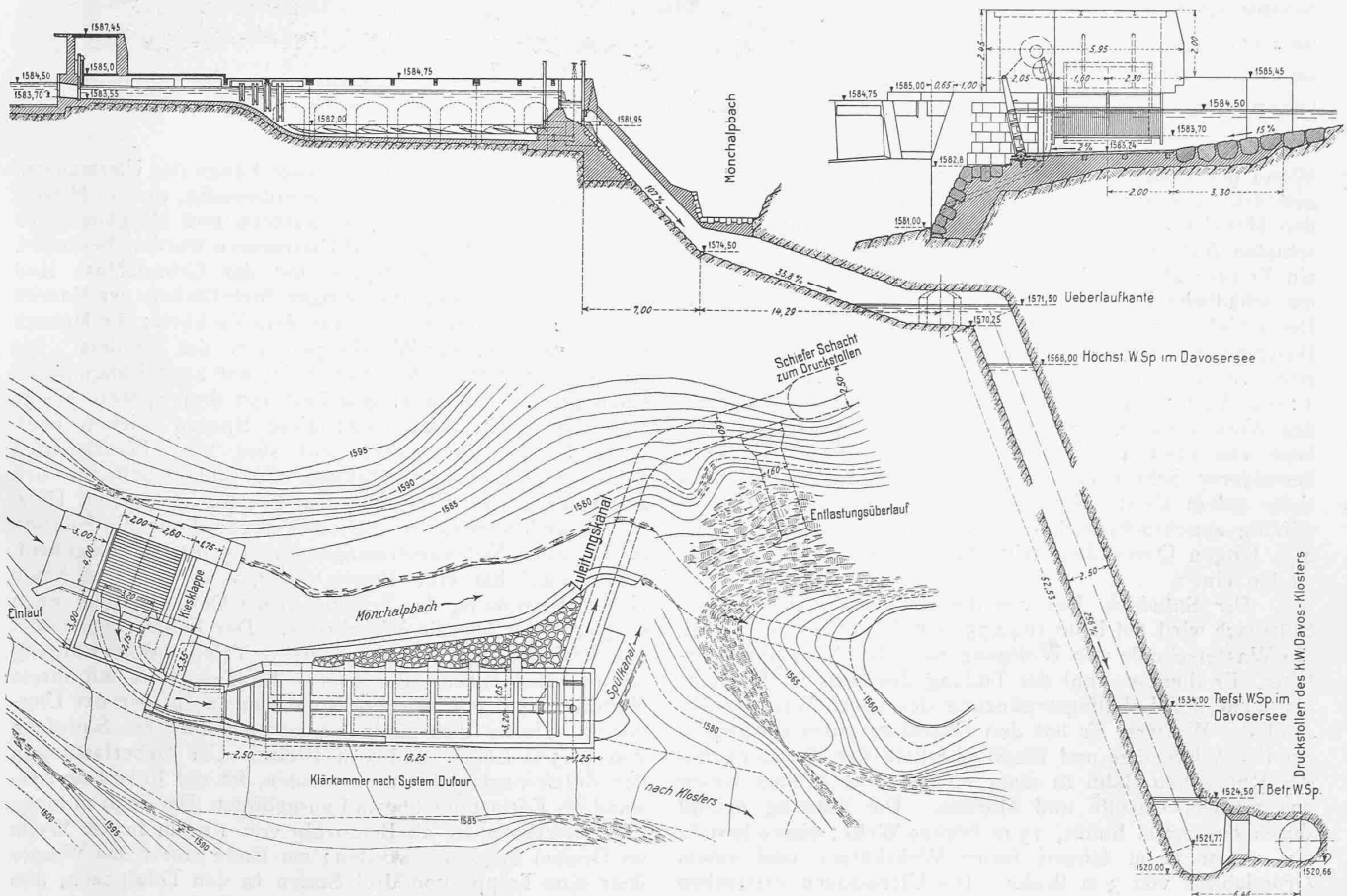
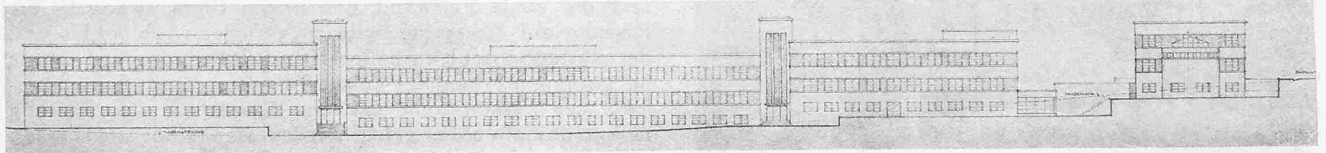
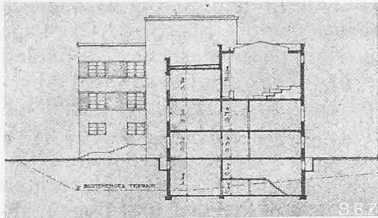
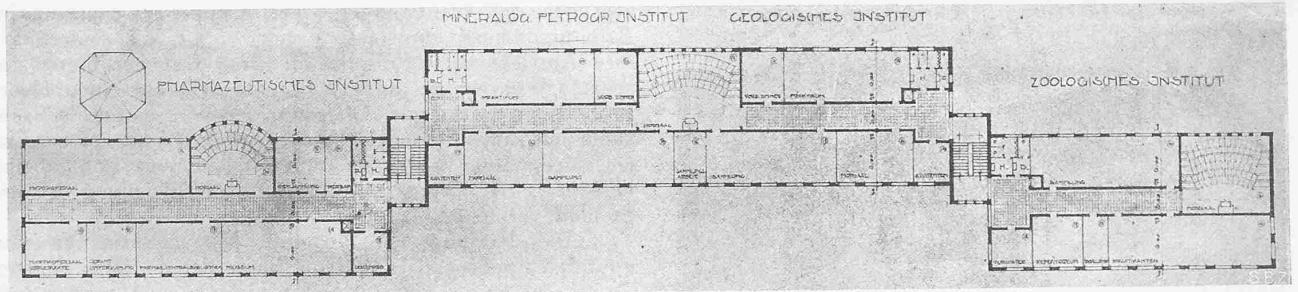


Abb. 57. Mönchalpbach-Fassung und Einleitung in den Druckstollen, 1 : 400 (Schnitt oben rechts 1 : 200).

WETTBEWERB FÜR ERWEITERUNGSBAUTEN AN DER MULDENSTRASSE FÜR DIE UNIVERSITÄT BERN.



Südwest-Fassade, Masstab 1 : 1000.

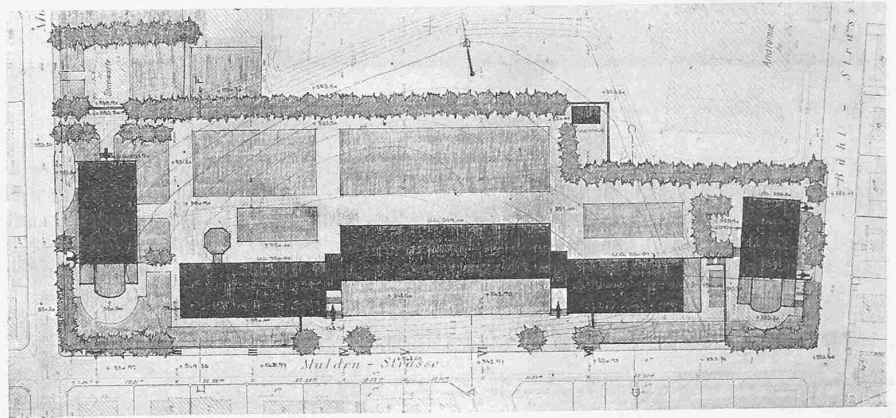


4. Rang (2500 Fr.). Entwurf Nr. 29.

Architekten Rybi & Salchli, Bern.

Darunter: Grundriss des zweiten Obergeschosses und Querschnitt durch den Mittelbau, 1 : 800.

Lageplan 1 : 2000.



Wand des Zulaufgerinnes zur Kammer als Ueberfall ausgebildet. Unterhalb der Kläranlage kreuzt die Zuleitung den Mönchalpbach und mündet in einen Stollen, der zum schiefen Abfallschacht führt. Vom Zuleitungstollen zweigt ein Fenster ab mit Entlastungsüberfall auf Kote 1571,50, um schädliche Druckerhöhungen im Stollen zu vermeiden. Der schiefe Schacht hat kreisrunden Querschnitt von 2,50 m Durchmesser und blieb ohne innere Auskleidung. Er hat eine vertikale Höhe von 52 m und eine Neigung von 1 : 0,4. Auch bei abgesenktem Seespiegel und Vollbelastung des Werkes hat der Schacht immer noch eine Wasserfüllung von etwa 4,5 m Tiefe, weshalb in der Sohle kein besonderer Schutz notwendig war; die Sohle ist etwas tiefer gelegt als der Stollen, um von der Schachtwandung allfällig abgebrochene Steine zurückzuhalten. Durch einen 4 m langen Querstollen tritt das Wasser in den Druckstollen ein.

Der Stützbach. Der von der Parsennalp abfließende Stützbach wird auf Kote 1642,75 m ü. M. gefasst und über die Wasserscheide von Wolfgang nach dem Totalbach geleitet. Er dient sowohl der Füllung des Sees im Frühjahr als auch der Leistungsergänzung des obren Werkes während des Winters. Er hat den Charakter eines ausgesprochenen Wildbaches und fließt oberhalb der Kreuzung mit der Rhätischen Bahn in einer 20 bis 30 m breiten Rinne aus grobem Gerölle und Moräne. Die Stauung erfolgt durch ein 2,5 m hohes, 15 m breites Wehr; dieses besteht aus einem 12 m langen festen Wehrkörper und einem Grundablass von 3 m Breite. Die Ufermauern erstrecken sich 24 m bachabwärts und aufwärts am rechten Ufer 100 m,

am linken Ufer 55 m. Diese grosse Länge der Ufermauern, besonders der rechtsufrigen, war notwendig, um ein Hinter-spülen der Fassung bei Hochwassern und Murgängen zu vermeiden. Wehrkörper und Ufermauern wurden betoniert. Die Krone des Wehrkörpers und der Grundablass sind mit Granit verkleidet, die übrigen Sichtflächen der Mauern mit unbearbeiteten Steinen aus dem Bachbett; die Mauern sind etwa 2 m, der Wehrkörper 3 m tief fundiert. Die Bachsohle unterhalb des Wehres ist auf 22 m Länge durch einen groben Steinwurf gesichert mit drei Sporen aus je drei starken Baumstämmen; diese Sporen reichen beidseitig in die Ufermauern und sind mit eingerammten Schienen befestigt. Grundablass und Einlauf befinden sich auf dem rechten Ufer, vor dem Einlauf ist ein mit Holzbohlen gedeckter Geschiebeboden angeordnet; die Fassung ist für eine Nutzwassermenge von 1,5 m³/sek ausgebaut. Der Einlauf hat eine Breite von 3,00 m und eine lichte Höhe von 0,60 m, der Scheitel dieser Oeffnung liegt noch 0,15 m tiefer als die Wehrkrone. Der Feinrechen bildet eine kräftige, in Führungen gestellte Tafel und liegt bündig mit der Mauerfläche, die eiserne Einlaufschütze mit ihrem Windwerk ist geschützt in einer Kammer hinter der Ufermauer. Hinter dem Einlauf folgt auch hier ein Sandfang von 12,5 m Länge und 3 m Breite. Um Ueberlastungen des Zuleitungskanals zu vermeiden, ist die linke Kammerwand als Entlastungsüberfall ausgebildet. Der 1050 m lange Zuleitungskanal ist als Betonrohr von 1,00 m lichter Weite im Graben gegossen worden; am Ende stürzt das Wasser über eine Treppe von drei Stufen in den Totalbach, den Hauptzufluss des Davosersees. (Fortsetzung folgt.)