Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 46 (1954)
Heft: 10

Artikel: Das Projekt des Staudammes auf der Göschenalp
Autor: Eggenburger, W.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-921427

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: 16.07.2025

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

Abb. 1 Staudamm Göschenenalp, Flugaufnahme von Osten (Photomontage)

Das Projekt des Staudammes auf der Göschenenalp [1]

Dr. ing. *W. Eggenberger,* Elektro-Watt AG, Zürich

DK 627.824.3 (494.13)

Im Jahre 1907 hat der Landrat des Kantons Uri mit der damaligen Gotthardbahngesellschaft einen Konzessionsvertrag genehmigt, wodurch ihr sowie ihrer Rechtsnachfolgerin, den Schweizerischen Bundesbahnen, auf die Dauer von 50 Jahren die Ausnützung der Gesamtwasserkräfte der Reuß auf der Strecke vom Urnerloch bei Andermatt bis Amsteg, mitsamt den Zuflüssen Meienreuß, Fellibach und Kärstelenbach, verliehen worden ist. Dieser Vertrag wurde 1929 ergänzt und bis 2008 verlängert.

Die Schweizerischen Bundesbahnen haben 1944 die Gefällsstufe Göschenen–Wassen (Pfaffensprung) an die Centralschweizerischen Kraftwerke (CKW) zur Ausnützung subkonzediert. Gleichzeitig erhielten die CKW die Bewilligung zur Ausnützung der Göschenenalp- und Voralperreuß ab Kote 1680. Im Jahre 1952 richteten die CKW und die SBB an den Regierungsrat des Kantons Uri das Gesuch um Ausdehnung der genannten Konzession auf neue Gefällsstufen unter Einbezug der Gewässer des hinteren Urserentales und Anlage eines Akkumulierbeckens auf der Göschenenalp.

In seiner Sitzung vom 22. September 1954 hat der Landrat des Kantons Uri die Konzession für das Kraftwerk Göschenen mit einer Laufzeit bis zum Jahre 2043 einstimmig erteilt und gleichzeitig die Reußkonzession bis zum gleichen Zeitpunkt verlängert. Damit ist der entscheidende Schritt zur Verwirklichung dieses Projektes getan. Das Werk wird als Gemeinschaftsunternehmen der Centralschweizerischen Kraftwerke und der Schweizerischen Bundesbahnen gebaut, wobei jedem der beiden Partner die Hälfte der Energieerzeugung zusteht; zudem hat der Kanton Uri das Recht, sich mit 10 % am Aktienkapital zu beteiligen. Projektierung und Bauleitung liegen in den Händen der Elektro-Watt, Elektrische und Industrielle Unternehmungen AG, Zürich.

Allgemeines

Bereits vor mehreren Jahren wurde ein Projekt für den weiteren Ausbau der Reußwasserkräfte im Kanton Uri mit einem großen Stausee auf der Göschenenalp und einer Zentrale in Göschenen untersucht. Dieses Werk, als natürliche Ergänzung der unterliegenden Kraftwerke Wassen und Amsteg, hätte diesen beiden bestehenden Kraftwerken durch sein Speicherbecken eine bedeutende Vermehrung der Winterenergie gebracht. Aus energiewirtschaftlichen Überlegungen heraus konnte aber dieses Projekt nicht verwirklicht werden.

Erst nachdem die schweizerischen Bauunternehmungen durch die Anschaffung von modernen amerikanischen Maschinen befähigt sind, große Erdbewegungen mit relativ kleinen Kosten durchzuführen, ist heute das Projekt des Kraftwerkes Göschenen durch die Errichtung eines Staudammes anstelle einer Gewichtsmauer mit einem Schlage aktuell geworden. Die Kalkulation hat nämlich ergeben, daß sich die Erstellungskosten eines Steindammes auf der Göschenenalp fast auf die Hälfte der Kosten einer Betonstaumauer reduzieren.

Die Vorarbeiten für den Bau dieses Staudammes sind begonnen worden; die Hälfte der 10 km langen Zufahrtsstraße ist bereits fertig erstellt.

Das Kraftwerk Göschenen nützt die Wasserkräfte der Dammareuß, der Chelenreuß und der Voralperreuß zwischen Göschenenalp und Göschenen aus. Zudem werden die Gewässer des hinteren Urserentales ebenfalls in den Stausee Göschenenalp geleitet und auf der Stufe Göschenenalp—Göschenen ausgenützt (Abb. 2).

Das natürliche Einzugsgebiet beträgt 42 km²; durch die Überleitung des Wassers der benachbarten Täler wird es auf 116 km² vergrößert. Die Errichtung eines Staudammes von 134 m Höhe, mit einer Kronenlänge von 540 m und einem Volumen von 7,5 Mio m³ erlaubt die Schaffung eines Staubeckens mit einem Nutzinhalt von 75 Mio m³.

Das Wasser wird in einem Druckstollen an der Südseite des Tales zum Wasserschloß geleitet und durch einen Druckschacht der Zentrale bei Göschenen zugeführt. Die Kavernenzentrale wird mit einer installierten Leistung von 126 000 kW in vier Gruppen ausgerüstet,

[1] Vortrag, gehalten in englischer Sprache am 3. Internationalen Kongreß für Erdbaumechanik und Fundationstechnik, Schweiz 1953.

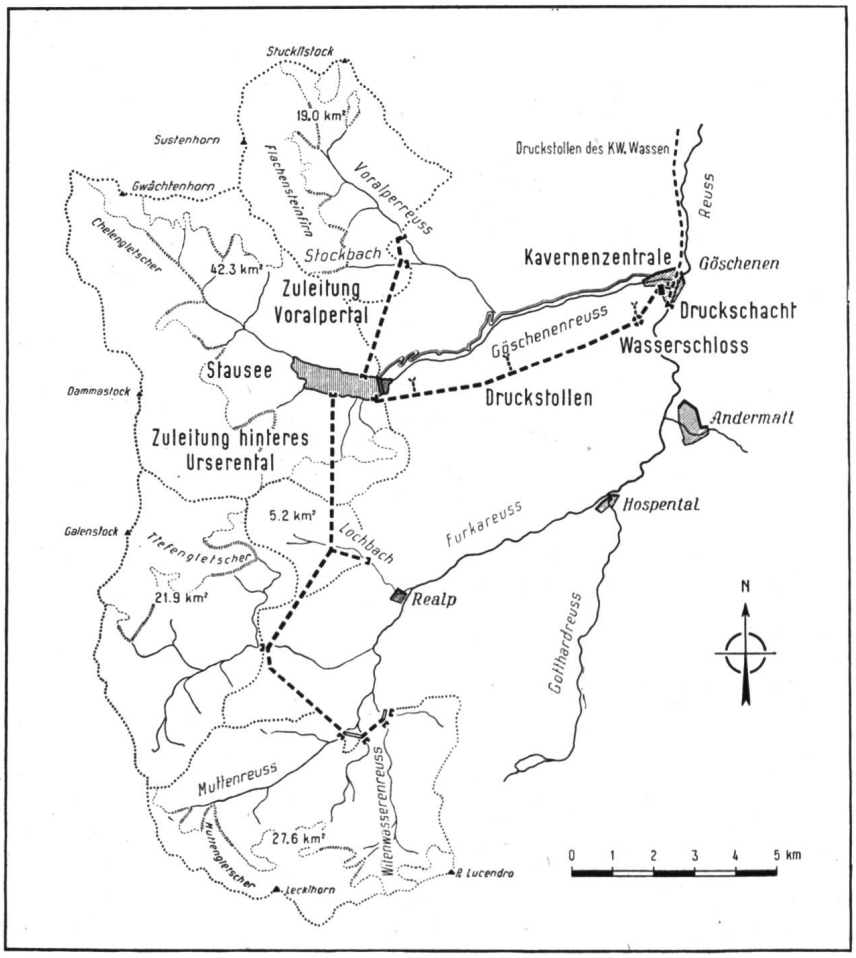


Abb. 2
Gesamtübersicht 1 : 200 000.

angetrieben durch je eine vertikalachsige Pelton-Turbine. Die durchschnittliche jährliche Energieproduktion wird 320 Mio kWh betragen.

Da die Ortschaft Göschenen mitten in der Schweiz gelegen ist, kann von dort aus die produzierte Energie mit einer kurzen Übertragungsleitung in das Hauptkonsumgebiet abgegeben werden.

Staudamm

Das interessanteste Objekt dieser Kraftwerkanlage ist der Staudamm Göschenenalp. Die Elektro-Watt, Elektrische und Industrielle Unternehmungen AG, Zürich, die mit der Projektierung und Bauleitung beauftragt ist, hat für die Bearbeitung der erdbaumechanischen Probleme des Staudammes die Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH beigezogen.

1. Ausgeführte Sondierungen (Abb. 4)

In den Jahren 1950—1953 wurden im Gebiete des Staudammes seismische Untersuchungen, Schlag- und Rotationskernbohrungen, Alluvialbohrungen, Stollen und Schächte ausgeführt. Sie dienten dazu:

a) die Felslage festzustellen,
b) Aufschluß über die Materialvorkommen und deren Zusammensetzung zu erhalten.

Die Alluvialbohrungen wurden nach dem Burckhardtschen Bohrpfahlverfahren mit einem Durchmesser von 250 mm ausgeführt. Diese Bohrmethode gestattete eine bezüglich Petrographie und Kornaufbau weitgehend ungestörte Entnahme, hingegen konnten über die Lagerung keine genauen Aussagen gemacht werden. Der Nachteil lag darin, daß die angesetzte Bohrung beim Auftreffen auf große Steine meist aufgegeben werden mußte, da Sprengen oder Teleskopieren häufig nicht zum Ziele führte. Die Gesamtlänge der bis Ende 1952 ausgeführten 24 Alluvialbohrungen betrug 215 m.

Das Resultat dieser Bohrungen zeigte, daß der Untergrund des Beckens sehr heterogen aufgebaut ist; durchlässige, kiessandreiche Lagen sind mit schwer durchlässigen Schlammsandschichten durchsetzt. In verschiedenen Tiefen, vor allem am wasserseitigen Dammfuß, wurden auch organische Reste und Verwitterungslagen aufgefunden.

Im Gebiete der rechtsseitigen Schuttkegel wurden fünf Schächte und zwei Stollen vorgetrieben und festgestellt, daß das Blockmaterial auch in der Tiefe vorhanden ist. Die Zwischenräume sind in der Regel mit Sand und Schlammsand, lokal auch mit Kies aufgefüllt.

Die Schlag- und Rotationskernbohrungen an der Sperrstelle hatten den Zweck, die auf Grund der geologischen Prognose und der seismischen Untersuchung angenommene Lage der Felsoberfläche zu kontrollieren. Daneben gaben sie Aufschluß über die Zusammensetzung der

durchfahrenen Gesteinszonen sowie über die Durchlässigkeitsverhältnisse im Schutt und Fels.

Diese fünf Sondierbohrungen im Dammgebiet zeigten, daß über dem Fels eine bis 37 m mächtige, meist durchlässige Schicht aus Sand und Kies mit Blöcken besteht, die im allgemeinen relativ wenig Feinstbestandteile enthält.

Die Untersuchungen über den Dammuntergrund ergaben, daß der Damm an den Talhängen direkt auf Fels abgestellt werden kann. Im Bereiche der Dammaxe liegt die Felsoberfläche in der Schlucht der Reuß unter einer 8—10 m mächtigen Schuttüberlagerung. Daran schließt sich ein Felsbuckel an, von dem die Felsoberfläche gegen Süden erneut abfällt und eine breite schutterfüllte Mulde bildet, die bis 39 m unter dem Terrain liegt (Abb. 5).

Die geotechnische Beurteilung des Dammuntergrundes zeigt drei verschiedenartige Zonen:

a) luftseitiger Dammfuß,
b) wasserseitiger Dammfuß, rechte Talseite,
c) wasserseitiger Dammfuß, linke Talseite.

Der Untergrund im Gebiete der Luftseite zeigt einen durchwegs sehr grobkörnigen Aufbau mit großen Blökken. Mehr als die Hälfte des Materials weist eine Korngröße von über 50 mm auf und es darf in Verbindung mit der guten Durchlässigkeit mit einer hohen Scherfestigkeit gerechnet werden.

Das Hauptmerkmal des wasserseitigen Dammfußes auf der rechten Dammseite ist der wesentlich größere Anteil an feinen Komponenten im Vergleich zur Luftseite. Besonders häufig treten Sandlinsen von verschiedener Mächtigkeit auf, durchsetzt mit Grobmaterial. Es ist kein eindeutiger Kontakt mehr zwischen den groben Komponenten unter sich feststellbar wie auf der Luftseite. Die mittlere Durchlässigkeit dürfte mit $k = 10^{-2}$ bis 10^{-4} cm/s angesetzt werden.

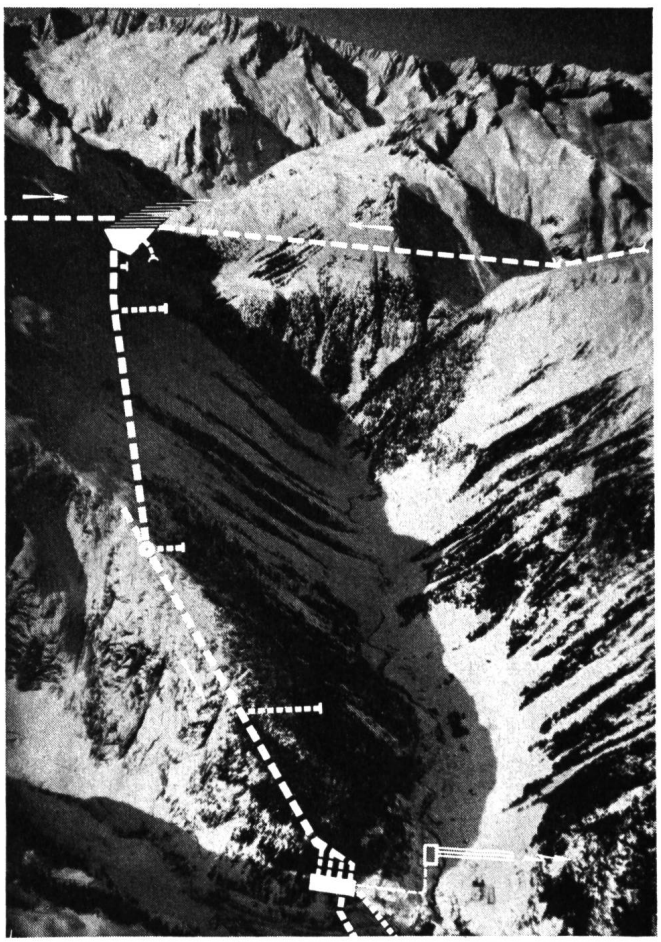
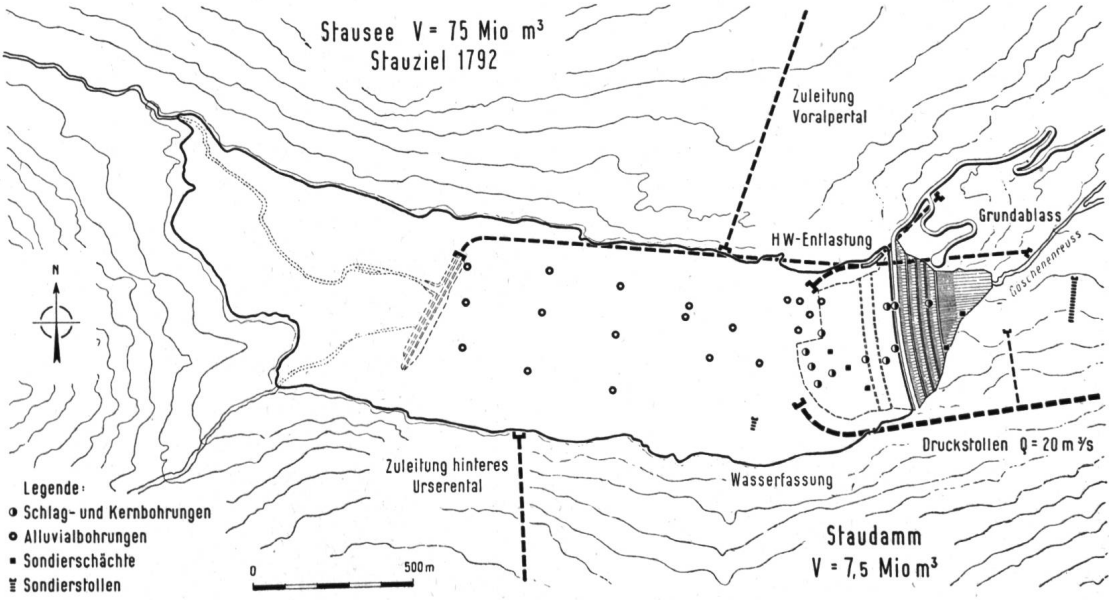


Abbildung 3 Gesamtübersicht des protektierten Kraftwerkes Göschenen mit den Zuleitungen, dem Staubecken, dem Druckstollen und der Zentrale Göschenen.
Abbildungen 1 und 3 sind Flugaufnahmen des Militärflugdienstes, Veröffentlichung erlaubt (Bundesgesetz vom 23. Juni 1950 über den Schutz der militärischen Anlagen, Art. 4).

Die linksseitige Partie des wasserseitigen Dammfußes besteht dagegen vorerst aus einer grobkörnigen Deckschicht von 9 m Mächtigkeit, unter welcher bis auf den anstehenden Fels Schlammsandschichten mit einzelnen

Abb. 4
Stausee, Lageplan mit eingezeichneten Sondierstellen.



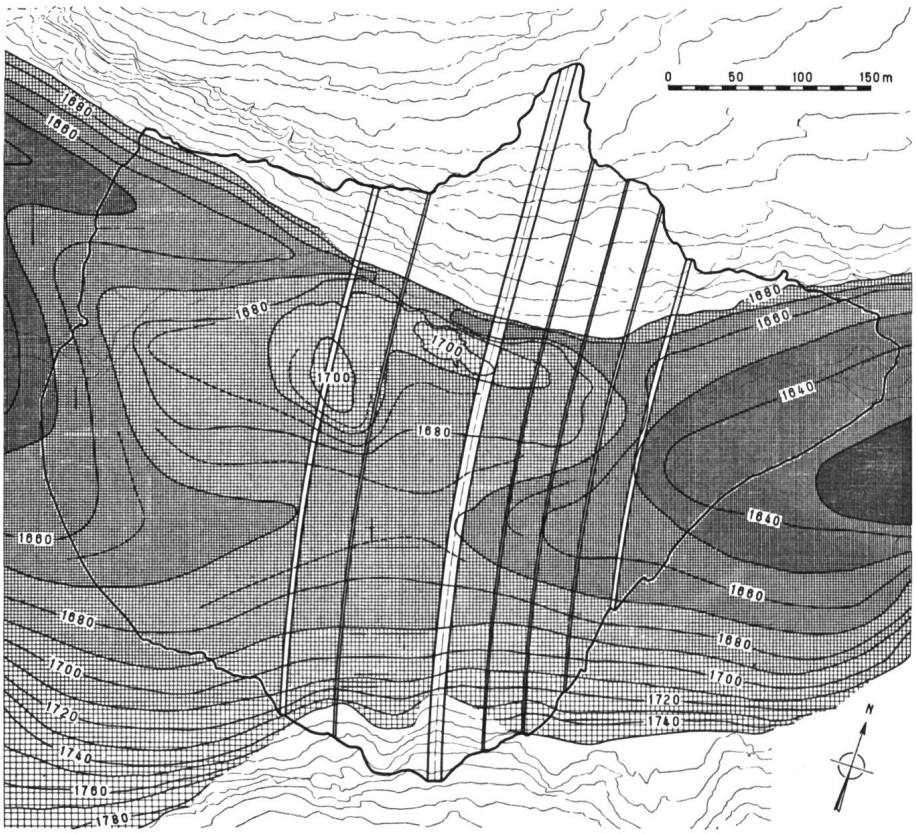


Abb. 5
Staudamm, Topographie der Felsoberfläche nach geoseismischen Sondierungen.

Torflagen folgen. Diese Zone kann zu Grundbruch neigen und führt lokal zu ungünstigen Stabilitätsverhältnissen des Dammes, so daß sie eventuell entfernt werden muß.

Die Untersuchungen zur Abklärung der zur Verfügung stehenden Kernmaterialien ergaben, daß auf Grund der Kornzusammensetzung an erbohrten Bodenproben in den obersten 10 m des Talbodens genügende Materialmengen von günstiger Körnung vorhanden sind. Da es sich vor allem um kohäsionslose Materialien handelt, können sie aber ohne Zuschlagsstoffe zu Dichtungszwecken nicht verwendet werden.

In den mit Hilfe von Sondierstollen untersuchten Schuttkegeln, die hauptsächlich für den Aufbau der Stützkörper gedacht sind, wurde bis in größere Tiefe ein sehr grobkörniges, blockiges Material festgestellt, dessen Zwischenräume zum größten Teil mit Kies und Sand aufgefüllt sind. Es liegen somit ausreichende Mengen von durchlässigem Material von hoher Scherfestigkeit vor.

Zusammenfassend sind die Verhältnisse wie folgt zu beurteilen:

Der Untergrund auf der Wasserseite ist nicht besonders günstig für das Abstellen eines Dammkörpers. Die dortigen Materialvorkommen weisen teilweise eine große Strukturempfindlichkeit auf und zeigen nur geringe Scherfestigkeit, besonders in Tiefen von über 20 m ab Oberkante Terrain. Der natürliche Sperriegel (ein flacher Granitbuckel) ist dagegen für das Abstellen eines Dammkörpers sehr günstig und der Anschluß an den Fels ist relativ leicht zu finden. Der Untergrund auf der Luftseite ist stark abfallend und bietet hinsichtlich Festigkeitseigenschaften voraussichtlich keine Schwierigkeiten. Es war demnach wünschenswert, den Damm einerseits möglichst weit gegen die Luftseite zu verschieben, um den Zonen mit geringer Scherfestigkeit auszuweichen. Anderseits konnte infolge des stark abfallenden Geländes eine Verschiebung nach der Luftseite nicht beliebig weit erfolgen, hauptsächlich wegen der ins Gewicht fallenden Vergrößerung der Dammkubatur. Die definitive Lage des Dammkörpers stellt also einen Kompromiß dar.

Staudamm-Querschnitt

Leider konnten in der nächsten und weitern Umgebung keine tonigen Materialien gefunden werden, sondern, wie schon angedeutet, nur größere Vorkommen von Feinsanden in der Alluvion der Göschenenalp. Der dichtende Teil des Dammes ist deshalb in Verbindung mit einem ortsfremden Material vorgesehen worden.

Es mußte zwangsläufig ein Dammtyp gewählt werden, dessen Stützkörper aus Schutthalden-Materialien aufgebaut sind und dessen Dichtungsschicht eine möglichst geringe Kubatur aufweist. Wegen der hohen Anforderungen, die an die Dichtung gestellt werden müssen, und da auch gleichmäßigen Setzungen größte Bedeutung beizumessen ist, kam nur ein Dammtyp in Frage, der als Folge seines Aufbaues sich möglichst symmetrisch verhält. Diese Anordnung hat aber den Nachteil, daß für die Aufnahme des Wasserdruckes nur eine Hälfte des Dammquerschnittes zur Verfügung steht und daß die Feststellung von

Schäden am Diaphragma und deren Reparatur später kaum mehr möglich ist.

a) Dichtungskern

Der reine Sand, wie er in der Alluvion vorliegt, eignet sich infolge seines günstigen Kornaufbaues für den Dichtungskern. Leider ist er zu durchlässig und starker Ausschwemmungsgefahr unterworfen. Um diese Eigenschaft korrigieren zu können, wurden von der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH in Zürich Versuche mit den Zuschlagsstoffen, Opalinuston (einem natürlichen gemahlenen Tonschiefer) und Bentonit, durchgeführt. Die Versuche zur Bestimmung der Durchlässigkeit an Sandproben mit Ton- oder Bentonitzusätzen zeigten die interessante Feststellung, daß für den maßgebenden Bereich ungefähr viermal mehr natürlicher Ton zum reinen Sand beigemischt werden muß, als dies bei Bentonit notwendig ist, um die gleiche Dichtigkeit zu erhalten.

Der Einbauwassergehalt ist von großer Bedeutung. Es konnte festgestellt werden, daß bezüglich Durchlässigkeit ein Minimum erzielt werden kann, wenn der Einbauwassergehalt 1—2 % höher liegt als der in bezug auf die Verdichtbarkeit günstigste Einbauwassergehalt. Dagegen nimmt bei diesem erhöhten Wassergehalt von 2 % die Scherfestigkeit vor allem als Folge erhöhter Porenwasserspannungen um 30—50 % ab.

Langfristige Versuche mit einer Versuchsdauer von über 100 Tagen bei stark erhöhtem Sickergefälle (J = 80:1) zeigten kein Zunehmen der Durchlässigkeit. Unter der Voraussetzung eines geeignet aufgebauten Filters ist deshalb keine Ausschwemmung des Materials des Dichtungskerns zu befürchten.

Die Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau der ETH hat bei der Anwendung von Opalinuston oder Bentonit als Dichtungsmittel folgenden Querschnitt für den Dichtungskern vorgeschlagen:

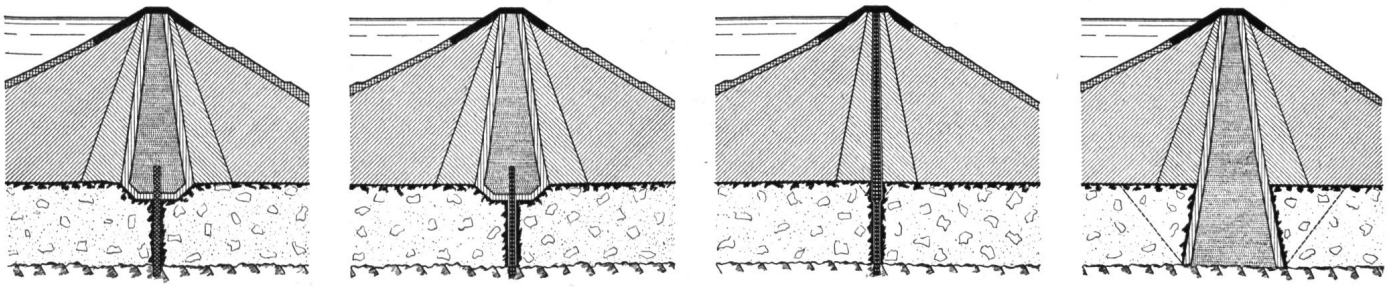
— Zusatz von im Mittel 4 Gewichtsprozenten Bentonit
oder
im Mittel 16 Gewichtsprozenten Opalinuston, bezogen auf die Komponenten 0—10 mm, unter Zulassung einer max. Korngröße von 100 mm Ø beim Alluvionmaterial,

— Mittleres Sickergefälle im Dichtungskern konstant 3:1, definiert als Höhe zur Breite des Kerns im betreffenden Schnitt.

Der Ausbildung der Dammabdichtung von der Terrainoberfläche bis zum Fels wurde größte Bedeutung beigemessen. Es wurden folgende Möglichkeiten (Abb 6) untersucht:

Herdmauern aus Zement-Beton werden heute in vielen Ländern nur noch in geringem Umfange angewandt. Die Beanspruchung einer Zement-Beton-Herdmauer für den Staudamm Göschenenalp mit einer max. Höhe von 52 m ist aber enorm, so daß trotz äußerst starker Armierung Schäden in dieser Herdmauer entstehen könnten und ihr Zweck dann in Frage gestellt ist. Wir haben diese Möglichkeit aus diesem Grunde fallen gelassen und versucht, mit einer *Asphalt-Beton-Herdmauer* die Abdichtung zu projektieren. Hier kann sich die Herdmauer äußeren Beanspruchungen anpassen. Unbefriedigend ist aber auch bei dieser Lösung der Übergang von der Herdmauer zum eigentlichen Bentonit- oder Ton-Kern.

Aus diesen Überlegungen heraus wurde versucht, die Damm-Abdichtung mit nur einem Dichtungsmittel auszuführen, also entweder mit einem *Asphalt-Betonkern* oder mit einem *Bentonit- bzw. Ton-Sandkern.* Aus bautechnischen und wirtschaftlichen Erwägungen heraus wurde beschlossen, von der Anwendung von Asphalt-Beton Abstand zu nehmen und als Abdichtung einen Bentonit- oder Ton-Sandkern vorzuziehen. Dieser Kern zeigt wesentliche Vorteile sowohl in erdbaumechanischer als auch in baulicher Beziehung. Er kann in gleicher Form und gleichem Aufbau bis auf die undurchlässige Zone geführt werden, wobei jegliche Diskontinuität im Dichtungskörper vermieden werden kann. Die spezifische Beanspruchung der Dichtung ist daher auf der ganzen Dammhöhe dieselbe, woraus sich praktisch die gleichen Sicherheiten gegen Bruch als Folge von innerer Erosion usw. ergeben. Die zu Undichtigkeiten neigenden Anschlüsse sind auf ein Minimum reduziert und beschränken sich auf den Anschluß an den Fels.



Zement-Beton, Herdmauer. Asphalt-Beton, Herdmauer. Asphalt-Beton-Kern. Bentonit- oder Ton-Sand-Kern.

Abb. 6 Staudamm-Querschnitt, Varianten der Dammabdichtung.

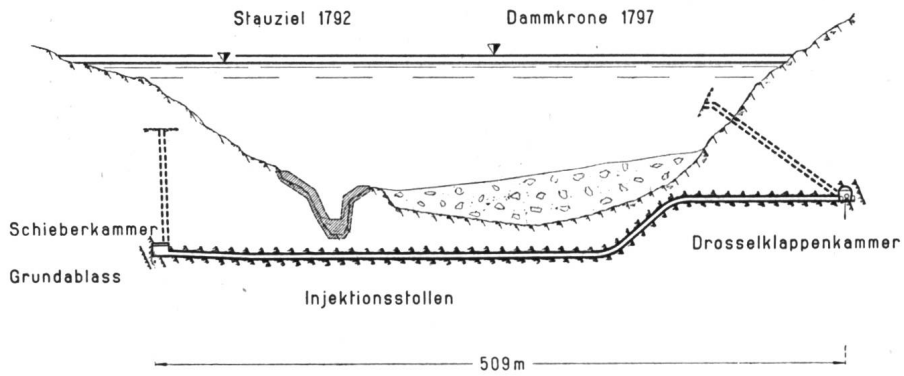


Abb. 7
Staudamm-Längsschnitt.

Um den Aushub im bestehenden Terrain reduzieren zu können, wurde noch ein *Bentonit- oder Ton-Sandkern von reduzierter Breite* im bestehenden Terrain untersucht. Das besondere Merkmal dieses Vorschlages ist die stark erhöhte Beanspruchung des Materials infolge Sikkerströmung. Um dennoch die Sickerverluste niedrig zu halten, wurde der Dichtungsmittelzusatz stark erhöht. Soweit man aber das Verhalten der Dichtungsmittel heute beurteilen kann, nimmt mit wachsendem Bentonit- resp. Tongehalt die Durchlässigkeit nicht proportional, sondern immer weniger ab. Die Herdmauer kann demnach nicht einfach unter Hinzugabe eines höheren Dichtungsmittelzusatzes beliebig schlank ausgebildet werden. Obwohl auch bei Versuchen an Sickergefällen bis zu J = 50:1 keine ungünstigen Resultate auftraten, muß man doch berücksichtigen, daß die Bedingungen in Natur örtlich viel ungünstiger sein können. Die Gefahr der inneren Erosion, die zu Undichtigkeiten führt, bleibt bei reduzierter Korngröße auch bei höherem Zusatzmittelgehalt bestehen.

Aus diesen Überlegungen heraus wurde jede Reduktion fallen gelassen und definitiv ein Bentonit- oder Ton-Sandkern mit einem Sickergefälle von J = 3:1 festgelegt (Abb. 8). Die minimale Breite des Kerns auf der Höhe des Stauspiegels beträgt 5,50 m. Der Bentonit- oder Tonzusatz zum aufbereitenden Kies-Sandmaterial mit einer max. Korngröße von 100 mm beträgt, wie bereits erwähnt, 4 resp. 16 Gewichtsprozente (bezogen auf die Komponenten 0—10 mm).

b) Filterschicht

Zum Schutze des Dichtungskernes gegen Ausschwemmung, speziell der Randpartien, ist es erforderlich, eine Filterschicht einzubauen, die einen Übergang zwischen dem feinen Kernmaterial und dem groben Stützkörpermaterial darstellt. Es sind bis heute nur Tastversuche über die erforderliche Zusammensetzung dieser Filterschicht durchgeführt worden. Es steht aber jetzt schon fest, daß sich das Alluvionmaterial, in der richtigen Kornzusammensetzung eingebaut, dazu gut eignet.

c) Alluvionmaterial

Als weitere Übergangszone zwischen Filterschicht und Stützkörpermaterialien wird Material mit einer maximalen Korngröße von 200 mm eingebaut. Dieses Material kann größtenteils aus der Alluvion gewonnen werden.

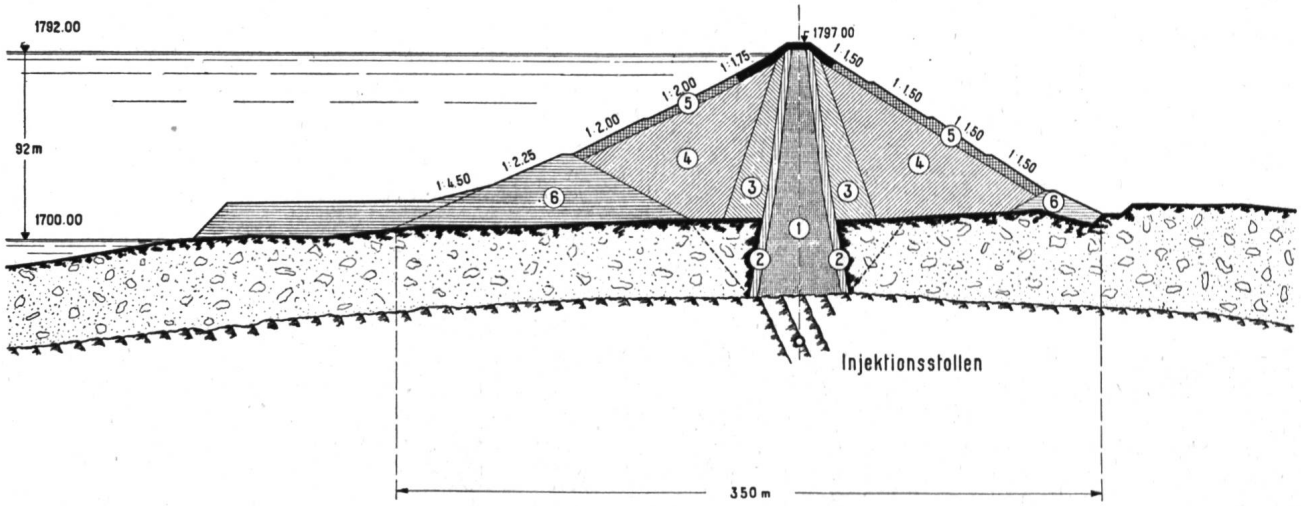


Abb. 8 Staudamm-Querschnitt.

1 Dichtungskern
2 Filterschicht
3 Alluvionmaterial
4 Bergschuttmaterial, Blöcke max. ¼ m³
5 Bergschuttmaterial, Blöcke max. ¾ m³ (gepackt)
6 Bergschutt- und Stollenausbruchmaterial, Blöcke max. ¾ m³

d) Stützkörpermaterial

Abbaustellen für die Stützkörpermaterialien befinden sich in genügendem Umfange in der Nähe der Sperrstelle. Die Durchlässigkeit der vorhandenen Materialien ist ausreichend, ebenso die Scherfestigkeit und die Druckfestigkeit. Die Kornverteilung läßt den Schluß zu, daß das Material voraussichtlich ohne weitgehende Aufbereitung eingebaut werden kann. Da gemäß den Alluvialbohrungen am wasserseitigen Dammfuß ungünstige Untergrundverhältnisse (Torf- und Schlammsandschichten) vorhanden sind, muß das Alluvialmaterial zum Teil entfernt werden. Eine Eventuallösung besteht in der Aufbringung einer Auflast am Dammfuß, um ein Ausquetschen des Untergrundes zu vermeiden.

Der Aufbau des projektierten Erddammes auf der Göschenenalp ist auf Grund der ausgeführten Versuche des Erdbaulaboratoriums an der Eidg. Techn. Hochschule festgelegt. Mit den Bauarbeiten wird voraussichtlich im Jahre 1954 begonnen. Gleichzeitig wird ein umfangreiches Versuchsprogramm durchgeführt, das unter anderem auf der Göschenenalp zum Zwecke der Ausarbeitung der Bauvorschriften Großversuche vorsieht.

Energieerzeugung und Atomkraftwerkbedarf in der Schweiz

Referat von Dipl. Ing. *A. Winiger*, Delegierter des Verwaltungsrates der Elektro-Watt AG, Zürich, anläßlich der ordentlichen Generalversammlung vom 9. Okt. 1954.

DK 620.9 (494)

Wir haben in unserem Geschäftsbericht wie üblich eine graphische Darstellung über die Erzeugung elektrischer Energie während der letzten Jahrzehnte gegeben. Ihr ist unter anderem zu entnehmen, daß die Vereinigten Staaten von Amerika an der Spitze der energieverbrauchenden Länder stehen und daß die Zunahme der Energieerzeugung weitgehend einem Gesetz folgt, das am Ende jeder zehnjährigen Periode eine Verdoppelung der Produktion erwarten läßt. Es unterliegt keinem Zweifel, daß sich diese Entwicklung nicht bis ins Unendliche fortsetzen kann, wenn auch zurzeit noch kein Tendenzumschwung in Erscheinung tritt (s. Abb. S. 266).

Ein instruktives Bild von der zunehmenden Bedeutung der Elektrizität in der Wirtschaft vermittelt eine Arbeit des «Edison Electric Institute», in der die Entwicklung in den Vereinigten Staaten, welche heute allein über 40 % der gesamten Elektrizitätserzeugung der Erde aufbringen, dargestellt ist. Vor 75 Jahren brachte Thomas Alpha Edison seine erste Glühlampe zum Leuchten. Drei Jahre später, nämlich 1882, wurde in der Pearl Street Station in New York City die erste thermische Zentrale und in Appleton im Staate Wisconsin die erste Wasserkraftanlage in Betrieb gesetzt. In der Zeitspanne von 1882 bis 1954, das heißt in den letzten 72 Jahren, stieg die zur Verfügung stehende Leistung von 900 kW auf über 100 Mio kW und die Zahl der Abnehmer von 59 Bezügern auf rund 50 Mio. Während der gleichen Periode ging der Kohlenverbrauch pro erzeugte Kilowattstunde von 4,5 kg auf annähernd 1/3 kg zurück. Die letzten Zahlen sind ein Maß für die erstaunliche Entwicklung der Technik zu immer größeren und immer wirtschaftlicher arbeitenden Stromerzeugungseinheiten.

Auf Grund der bisherigen Entwicklung und der konjunkturpolitischen Aussichten der nächsten Jahre haben die Amerikaner versucht, eine Prognose für die Zunahme des Umsatzes an elektrischer Energie für die Zeit von 1955 bis 1975 aufzustellen. Die Tastversuche dieser in die Zukunft vorgestreckten Fühler sind natürlich mit der notwendigen Dosis Skepsis zu interpretieren; sie geben aber doch einen Fingerzeig über die Größenordnungen, mit denen gerechnet werden muß. Das «Power Survey Committee» kommt nach sorgfältigen Schätzungen über den mutmaßlichen Wirtschaftsablauf der nächsten Jahre zum Schluß, daß sich die Zunahme der Bedürfnisse an elektrischer Energie von 1955 bis 1975 zwischen zwei Grenzlinien bewegen dürfte, die einer mittleren jährlichen Zunahme von im Minimum 5,4 % und im Maximum 6,8 % entspräche. Vergleichsweise sei erwähnt, daß in den vergangenen 15 Jahren die mittlere Zunahme 7,8 % betrug, während eine Zunahme von 7,4 % einer Verdoppelung innerhalb von 10 Jahren gleichkommt. Geht man vorsichtshalber von den Minimalziffern aus, so rechnen die amerikanischen Elektrizitätswerke damit, daß der Bedarf an elektrischer Energie im Jahre 1975 rund 3,2mal größer sein wird als im Jahre 1955.

Die Schweiz hat in den letzten 15 Jahren eine mittlere jährliche Erhöhung des Verbrauchs von 5,6 % zu verzeichnen, also ungefähr 70 % der amerikanischen. Nehmen wir an, daß dieses Verhältnis auch in der Zukunft eingehalten werden könnte, so würde sich für die Schweiz eine mittlere jährliche Zunahme von *3,8* % ergeben. — Beiläufig sei erwähnt, daß der Stadtrat von Zürich in seiner Botschaft an die Stimmberechtigten über den Bau der Bergeller Kraftwerke für das Gebiet der Stadt Zürich bis zum Jahre 1962 mit einer mittleren Zunahme des Verbrauchs von 3 bis 4,5 % rechnet. — Bleiben wir bei unserem Vergleich mit der Entwicklung in den Vereinigten Staaten, so kämen wir bei einer mittleren jährlichen Zunahme von 3,8 % im Jahre 1975 auf einen Verbrauch an elektrischer Energie, der 2,2-mal so groß wäre wie der heutige, entsprechend einem Zuwachs von 120 %. Wenn auch betont werden muß, daß es sich um grobe Schätzungen handelt, so darf diesen Überlegungen doch entnommen werden, daß aller Wahrscheinlichkeit nach die Schweiz schon im Jahre 1975 einen Energiebedarf aufweisen wird, den unsere Wasserkräfte, die heute zu rund 50 % ausgebaut sind, nicht mehr decken können. Je nach Umständen sollten uns bereits im Zeitabschnitt 1970 bis 1975 neue Energiequellen zur Verfügung stehen, wenn wir nicht Gefahr laufen wollen, nach Ausbau unserer Wasserkräfte in übertriebenem Maß auf den Bezug von Fremdenergie aus dem Ausland angewiesen zu sein. Ein im üblichen Rahmen sich abspielender Energieaustausch über un-