Felsschütt-Dämme

Autor(en): **Lüchinger, A.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie**

Band (Jahr): **51 (1959)**

Heft 1-2

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-921269

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Murgenthal auf 850 m³/sec sichergestellt. Die technischen Korrektionen sind so bemessen, daß die später voraussichtlich erwünschte weitere Absenkung der Höchststände in den Seen allein durch eine Änderung des Reglementes möglich ist. Eine zusätzliche Absenkung um etwa 30 cm kann unter Beibehaltung der festgelegten tiefsten Seestände ohne Benachteiligung Dritter durch tiefere Bereithaltungskoten im Reglement erreicht werden und weitere etwa 20 cm sind noch mit entsprechender Herabsetzung der tiefsten Seestände erreichbar. Mit den technischen Korrektionen ist so das Problem für Generationen gelöst, die Bauwerke müssen deshalb von dauerndem Bestand sein, also gut gesichert werden. Die Korrektionsarbeiten der II. Juragewässerkorrektion sind auch im Hinblick auf die zukünftige Schiffahrt Rhone—Rhein eine zweckmäßige Vorbereitung der 90-km-Strecke von Yverdon bis zur Emmemündung.

Die Kosten der reinen Korrektionsarbeiten wurden zu 79,5 Mio Franken devisiert, diejenigen der erforderlichen Anpassungsarbeiten zu 9,2 Mio Franken, so daß für die gesamten Arbeiten der II. Juragewässerkorrektion mit total 88,7 Mio Franken gerechnet werden muß. Es ist zu bedenken, daß es sich um die Regulierung von drei Seen mit zusammen etwa 290 km² Oberfläche handelt und dazu um die Sanierung des Aaretales auf 40 km Länge. Die Kosten verteilen sich auf 10 bis 12 Jahre Bauzeit.

Die Projektierungs- und Bauleitung dankt der interkantonalen Baukommission für den Beschluß zu einer umfassenden Lösung. Mit dem dargelegten Projekt wird dem Seeland der mit technischen Maßnahmen noch mögliche Schutz ohne Benachteiligung der Unterlieger gewährt und mit dauerhaften Arbeiten für Generationen gesichert. Die Opfer, die zur Verwirklichung der II. Juragewässerkorrektion gebracht werden müssen, können deshalb verantwortet werden.

Felsschütt-Dämme

Felsschüttdämme aus Steinbruchmaterial mit Kern- oder Oberflächendichtungen werden in den letzten Jahren in den Vereinigten Staaten von Amerika in größerem Maße gebaut. In Europa ist kürzlich ein Felsschüttdamm von 110 m Höhe mit Betonverkleidung in Portugal fertiggestellt worden; ein Felsschüttdamm von 150 m Höhe mit Dichtungskern soll kommenden Sommer in Österreich begonnen werden. Voraussetzungen für diesen Dammtyp sind auch in der Schweiz vorhanden. Die neuen Möglichkeiten in der Felsgewinnung und der Einsatz von Großgeräten machen Felsschüttdämme heute zu sichern und wirtschaftlichen Talsperrenbauten.

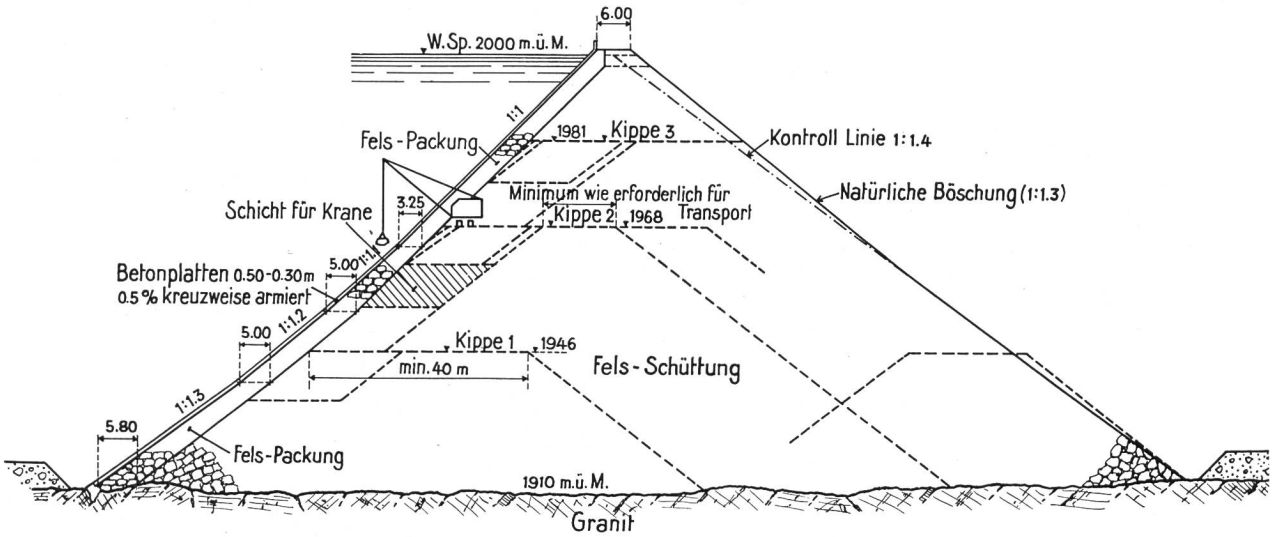
Anläßlich der Versammlung der Amerikanischen Ingenieurgesellschaft im Juni 1958 in Portland, Oregon, wurden die neuesten Erfahrungen über Felsschüttdämme mitgeteilt und in den «Proceedings of the ASCE» publiziert[1]. Die mit amerikanischer Offenheit diskutierten Ergebnisse sind auch für europäische Verhältnisse von großem Interesse und sollen im folgenden kurz zusammengefaßt werden.

[1] Symposium on Rockfill Dams, American Society of Civil Engineers.

Die Wahl des Dammquerschnittes bezüglich Lage und Art der Dichtung ist sehr stark von den Möglichkeiten einer rationellen Baumethode bestimmt. Aus dieser Erwägung heraus haben sich zwei Haupttypen von Felsschüttdämmen durchgesetzt: Dämme mit Beton- oder Asphaltbetondichtung an der wasserseitigen Fläche und Dämme mit zentralem oder wasserseitig geneigtem Dichtungskern.

Der Felsschüttdamm mit wasserseitiger Dichtung bei einwandfreier Ausführung hat einen sehr großen Sicherheitsfaktor. Die ganze Felsschüttung trägt zur Sicherheit gegen Gleiten und Kippen bei. Er ist in dieser Beziehung günstiger als der Felsschüttdamm mit zentralem Dichtungskern. Weitere Vorteile der Dichtung an der Oberfläche sind rascher Bauvorgang und die Unabhängigkeit der Ausführung des Injektionsschirmes von der Schüttung.

Diese Vorteile haben die «Pacific Gas and Electric Co» veranlaßt, Felsschüttdämme mit wasserseitiger Betondichtung zu bauen. Die ersten größeren Ausführungen waren der 100 m hohe Salt Springs Dam, 1931 fertiggestellt, und der 75 m hohe Bear River Dam, 1952



Querschnitt durch einen Felsschütt-Damm mit wasserseitiger Dichtung

fertiggestellt. Auf Grund der guten Erfahrungen nahm die Gesellschaft den Wishon Dam, 90 m hoch, und den Courtright Dam, 95 m hoch, in Ausführung, Fertigstellung 1958 und 1959.

Wishon Dam liegt im Granitgebirge von Kalifornien auf 2000 m über Meer. Der Damm ist wie alle Felsschüttdämme der «Pacific Gas and Electric Co» auf gutem Granituntergrund aufgeführt und aus Granitmaterial geschüttet. Die Länge des Hauptdammes beträgt 420 m, diejenige des Flügeldammes 600 m. Der *Dammquerschnitt* hat eine maximale Höhe von 90 m. Die Kronenbreite mißt 6 m. Die Böschungsneigungen betragen wasserseitig 1:1,3 bis 1:1 und luftseitig natürliche Schüttböschung bis 1:1,4. Die totale Schüttkubatur beträgt 2,8 Mio m^3, die verkleidete wasserseitige Fläche 60 000 m^2.

Der Grundriß des Dammes ist leicht gewölbt mit Rücksicht auf Setzungen und Erreichung von mäßigen Druckbeanspruchungen in der Betonverkleidung. Die Ausführungskosten als Felsschüttdamm wurden auf ungefähr die Hälfte der Kosten einer entsprechenden Betongewichtsmauer geschätzt. Der Bau wurde August 1955 begonnen und Sommer 1958 vollendet, was total 21 effektive Baumonate ergibt.

Die Felsschüttung besteht aus gesundem hartem Stein mit Blockgrößen bis zu 15 t. Es werden mindestens 50% Blöcke von 0,5 bis 10 t und darüber verlangt. Material unter 10 cm ist auf max. 10% der Schüttung beschränkt. Das Hohlraumvolumen der Schüttung beträgt etwa 30%. Die Schütthöhen von 20 bis 40 m werden möglichst hoch gewählt; damit ergibt sich eine gute Zusammenpressung des Materials und ein einfacher Bauvorgang mit minimalen Bauzufahrtsstraßen und geringer Schichtfugenbehandlung. Die Schüttung wird mit starken Hydranten laufend eingeschwemmt, wobei pro m^3 Schüttung 2—3 m^3 Wasser verwendet wird. Der Druck am 50—75 mm Wendrohr beträgt 7 Atmosphären, die Wassermenge 70—150 l/sec.

Mit dem Einschwemmen wird eine gute Kontaktlagerung von Block zu Block im Dammkörper erreicht. Das Wasser schwemmt feineres Material als etwa 100 mm von der Berührungsfläche der größeren Stücke weg und gibt diesen eine dichtere Lagerung. Dabei wird das Feine in die Hohlräume eingeschwemmt. Genügendes Einschwemmen ist ein Haupterfordernis zur Verminderung von größeren Setzungen.

Die Felspackung auf der Wasserseite als Unterlage für die Betondichtung hat eine Stärke von 3—4 m am Fuß, bis 2,4 m an der Krone, senkrecht zur Böschung gemessen. Es werden Felsstücke von 1 bis 10 Tonnen und mehr verwendet; der Durchschnitt beträgt etwa 3 Tonnen. Die Blöcke müssen namentlich in Richtung des Wasserdruckes guten Kontakt erhalten; Zwischenräume in dieser Richtung werden mit Felsstücken ausgezwickelt. Seitliche Hohlräume werden mit minimum 5-cm-Stücken ausgefüllt. Der Einbau der Felspackung erfolgt mit Kranen.

Die Betonabdeckung hat eine Stärke von 50 cm am Fuß und 30 cm an der Krone mit einer kreuzweisen Armierung von je 0,5% in Plattenmitte. Für den Beton wird eine Druckfestigkeit von 200 kg/cm^2 nach 28 Tagen verlangt; das maximale Korn ist 60 mm. Der Fugenabstand beträgt 18 m zwischen Vertikal- und 10 bis 20 m zwischen Horizontalfugen. Die Plattenränder liegen auf Betonrippen auf, die in der Felspackung leicht eingelassen sind. Dazwischen liegen die Platten auf der Felspackung. Die Fugen sind mit Z-förmigen Kupferblechen gedichtet. Mit Rücksicht auf die Setzungsbewegungen enthalten die Horizontalfugen preßbare Holzeinlagen und die $2^1/_2$ cm offenen Vertikalfugen werden mit auspreßbarem Asphalt gefüllt.

Am 75 m hohen *Bear River Dam* wurde nach der ersten Reservoirfüllung im Maximalquerschnitt eine vertikale Setzung von 50 cm gemessen; das sind 0,6% der Dammhöhe. Die maximale Horizontalbewegung in etwa $^2/_5$ Höhe des Maximalquerschnittes betrug 30 cm. Die resultierende Bewegung senkrecht zur wasserseitigen Dammböschung an dieser Stelle erreichte 60 cm. Der Wasserdruck gegen die Dammoberfläche bewirkt eine Bewegung der Felsschüttung von den Flanken weg gegen die Mauermitte. Die Setzungen im Maximalquerschnitt ziehen Bewegungen der anschließenden Dammteile nach sich.

Diese Bewegungen konnten durch die etwa $2^1/_2$ cm offenen Fugenspalten zwischen den Betonplatten aufgenommen werden, ohne daß Risse in den Platten entstanden sind. Am Bear River Dam sind im Laufe des fünfjährigen Betriebes nur zwei Risse entstanden, die mit Asphalt abgedichtet wurden.

Die gesamte Sickerwassermenge des Dammes beträgt etwa 50 Liter/Sek., was unter der vorgeschriebenen Dotierungswassermenge liegt. Da beim Felsschüttdamm keine Gefahr von Auslaugung und Ausschwemmung besteht, ist diese für andere Dammtypen hohe Wassermenge bei diesem Dammtyp absolut zulässig und in Anbetracht der immer steigenden Forderungen nach höheren Dotierwassermengen auch wirtschaftlich vertretbar.

Das Hauptproblem bei diesem Dammtyp mit Oberflächendichtung liegt in der Ausführung der rissefreien Betondichtung auf dem sich setzenden Schüttkörper. Ähnliche Probleme stellen sich auch bei Felsschüttdämmen mit wasserseitig liegendem Dichtungskörper. Auch da müssen Bewegungen senkrecht zum Damm und vor allem seitlich von den Flanken her vom Dichtungskörper ohne Risse aufgenommen werden können. Ein zentraler Dichtungskern ist gegen Bewegungen weniger empfindlich. Aus diesen Gründen werden Dämme über 100 m in Amerika noch mit zentralem Dichtungskern ausgeführt (Trinity Dam in Kalifornien, 160 m hoch; Congar Dam in Oregon, 135 m hoch). Sie sind jedoch teurer als die Ausführungen mit Oberflächendichtung.

Reine Felsschüttdämme haben gegenüber Dämmen aus Bergschuttmaterial den Vorteil der größeren Sicherheit infolge des einwandfrei drainierten Stützkörpers. Es ist der analoge Vorteil, den eine Pfeilerhohlmauer gegenüber einer vollen Gewichtsmauer aufweist. Gegen beide Talsperrentypen, Pfeilerhohlmauer und Felsschüttdamm mit Oberflächendichtung bestehen in der Schweiz noch militärische Bedenken. Beim Felsschüttdamm mit Schütthöhen von 20 bis 40 m und entsprechend kurzen Baustraßen ist die Beanspruchung der Baufahrzeuge bedeutend geringer als auf den vielen, wenige Meter hohen Schichten aus Bergschuttmaterial. Alle diese Vorteile lassen es wünschbar erscheinen, daß auch in der Schweiz, dem idealen Baugrund für Felsschüttdämme, die Ausführung dieses Dammtypus namentlich für kleinere und mittlere Dammhöhen weiter studiert und erwogen wird. *A. Lüchinger, Ing.*