

# Der Necaxa-Damm

Autor(en): **Hugentobler, Willi**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt**

Band (Jahr): **4 (1911-1912)**

Heft 19

PDF erstellt am: **05.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-920570>

## **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.

### Der Necaxa-Damm.

Von Willi Hugentobler, Ingenieur, St. Gallen.

#### Allgemeines über hydraulisch angefüllte Dämme.

Die hydraulisch angefüllten Dämme gehören in die Klasse der Erddämme. Ihre Eigenart besteht darin, dass alles Material mit Hilfe der Kraft und Geschwindigkeit des Wassers vom anstehenden Berge abgelöst, geleitet, sortiert und in den Damm eingeschwennt wird. Im Prinzip ist es möglich, auf diese Art Dämme von jeder gewünschten Höhe zu bauen, vorausgesetzt, dass brauchbares Material vor-

IV. Die Krone des Dammes muss so weit über dem höchsten Wasserspiegel liegen, dass ein Überfluten des Dammes durch enorme Hochwasser, oder grossen Wellenschlag absolut unmöglich wird. Es muss deshalb ein für die grössten Hochwasser berechneter Überlauf des Reservoirs vorgesehen sein.

V. Der Damm muss so aufgebaut werden, dass nach seiner Vollendung kein Setzen, keine Risse, überhaupt keinerlei Bewegung des Materials mehr vorkommt.

Diese letzte Bedingung ist es, welche eigentlich allein die Art des Baues bestimmt. Da alles Ma-



Der Necaxa-Damm. Figur 3. Der Necaxa-Damm von unten gesehen.

handen ist, und dass der Untergrund des Dammes die nötigen Vorbedingungen für einen Erddamm besitzt.

Die Bedingungen für den Bau eines hydraulisch angefüllten Dammes sind die folgenden:

I. In praktisch erreichbarer Tiefe muss ein wasserundurchlässiger Fundamentgrund vorhanden sein.

II. Das Material zum Bau des Dammes muss, wenn richtig eingeschwennt, eine absolut wasser-dichte Masse bilden; speziell muss der „Kern“ aus wasserundurchlässigem Material eingefüllt werden.

III. Die Böschungen müssen flach genug gehalten werden, um eine absolute Standfestigkeit des Dammes zu sichern, auch bei Durchnässung, sei es vom Wasser des Reservoirs oder von starken, lang anhaltenden Regenfällen.

terial mit Wasser eingeschwennt wird und der Kern des Dammes anfänglich ganz flüssig ist, so ist während des Baues das Hauptaugenmerk darauf zu richten, dass das Wasser aus dem Damme weggeleitet, und doch ein völliges Eintrocknen des Kernes vermieden wird.

Die beiden äussern Böschungen des Dammes; ungefähr die äussern Drittel, müssen aus Stein, Kies und Sand erstellt werden, erstens um dem Wasser des Lehmkerns ein langsames Durchsickern zu ermöglichen, zweitens um dem Lehmkern, der für sich anfänglich nicht stehen könnte, den genügenden Halt zu geben. Das Durchsickern des Wassers aus dem Kern muss sehr langsam vor sich gehen, damit der Lehm, welcher im Wasser aufgelöst eingeschwennt wird, genügend Zeit zum Setzen hat, und doch muss

die Drainierung aufhören, bevor der Lehm zum Trocknen kommt. Das durchsickernde Wasser enthält noch Lehm genug, um die Poren im Sand und Kies langsam zu verstopfen. Die Hauptkunst beim Bau ist es nun, darauf zu sehen, dass dieses Undurchlässigwerden der beiden Steinböschungen in dem Momente eintritt, wo der Lehm die richtige Kompaktheit angenommen hat, um dem Drucke des Wassers im Reservoir den nötigen Widerstand entgegenzusetzen zu können, als Wasser absolut undurchlässige Masse. Es ist daher sehr notwendig, von Zeit zu Zeit Materialproben des Kernes zu machen, um darnach die Geschwindigkeit des Aufbaues zu regulieren.

Einer der grössten Dämme, welcher ganz hydraulisch angeschwemmt wurde, ist der Necaxa-Damm, von der Mexican Light and Power Co. bei Necaxa in Mexiko gebaut, zum Aufstau eines 43,000,000 m<sup>3</sup> haltenden Reservoirs (siehe Schweizerische Wasserwirtschaft, III. Jahrgang, No. 13 und 14).

#### Dimensionen und Fundamentgrund des Dammes.

Die Höhe des Dammes vom Flussbette bis zur Krone beträgt 60 m, die Kronenweite 16,5 m, die Länge des Dammes, gemessen auf der Krone, 400 m. Die wasserseitige Böschung (wir wollen sie obere Böschung nennen) beträgt 3 : 1, die luftseitige Böschung (untere Böschung) 2 : 1. Das gibt eine Weite des Dammes von Fuss zu Fuss von ungefähr 300 m. Der ganze Damm hat eine Volumen von 1,640,000 m<sup>3</sup> (siehe Figur 1).

Der Fundamentgrund des Dammes ist von eigenartiger geologischer Beschaffenheit an der Berührung des Kalksteins und dem das ganze Tal ausfüllenden Lavastrom. Die Lava zeigt die verschiedenartigsten Stadien der Verwitterung, vom harten Basalt bis zur sandartigen Asche, in übereinander liegenden Schichten, von denen einige sehr porös sind, andere sich als wasserdicht und fest zeigen.

Die ganze Basisfläche des Dammes wurde von Pflanzen, Wurzeln, Humus und losem Material gereinigt, ungefähr 0,5 m bis zu 1 m tief. Das mittlere Drittel, auf welchem der Lehmkern sich erheben musste, wurde noch weiter ausgegraben bis auf Basalt oder anderes festes Material 3—5 m tief. Um aber das Durchsickern des Wassers unter dem Damme ganz zu verhüten, wurde längs der Mittellinie des Dammes ein Graben ausgehoben (für eine Betonkernmauer) bis auf harten Fels oder wasserundurchlässiges Material. Dabei war notwendig, in der Talsohle bis 15 und 21 m tief zu gehen, an den seitlichen Abhängen bis 6 m. Dieser Graben wurde dann mit wasserdichtem Beton ausgefüllt, 2 m dick am Grunde, 1 m an der Oberfläche und die Mauer liess man 2 m das gereinigte Bett überragen. Daneben wurden zu beiden Seiten dieser Betonkernmauer, im mittleren Drittel des Dammes, noch zwei weitere

Graben ausgehoben, parallel mit ersterem, bis zur Lehmschicht des Grundes. Diese Graben wurden dann mit sogenanntem Lehmputz ausgefüllt, um eine recht innige Verbindung des Dammkernes mit dem Untergrund zu erhalten. Die Abräumungsarbeiten nahmen zwei Jahre in Anspruch. Es wurde neben Handarbeit mit zwei Dampfschaufeln und Eisenbahnzügen gearbeitet und im ganzen gegen 200,000 m<sup>3</sup> ausgegraben.

Da während des Baues, speziell des Fundamentes, das Wasser des Flusses abgeleitet werden musste, so wurde vor Beginn der Fluss mittelst eines provisorischen Kanales in die zwei Rohre von 8' dm. geleitet, welche als definitiver Auslauf des Reservoirs das Wasser der Hochdruckleitung zuführten.

#### Das Schwemmverfahren.

Das Prinzip des Schwemmprozesses besteht im wesentlichen darin, dass mittelst einer Art Hydrant, Monitor genannt, das Wasser unter Hochdruck zum Ablösen des gewünschten Materials vom Berge benutzt wird; durch dasselbe Wasser wird das Material dann in Rohre oder offene Holzkanäle geleitet und in diesen dem Damme zugeführt und am gewünschten Bestimmungsorte deponiert.

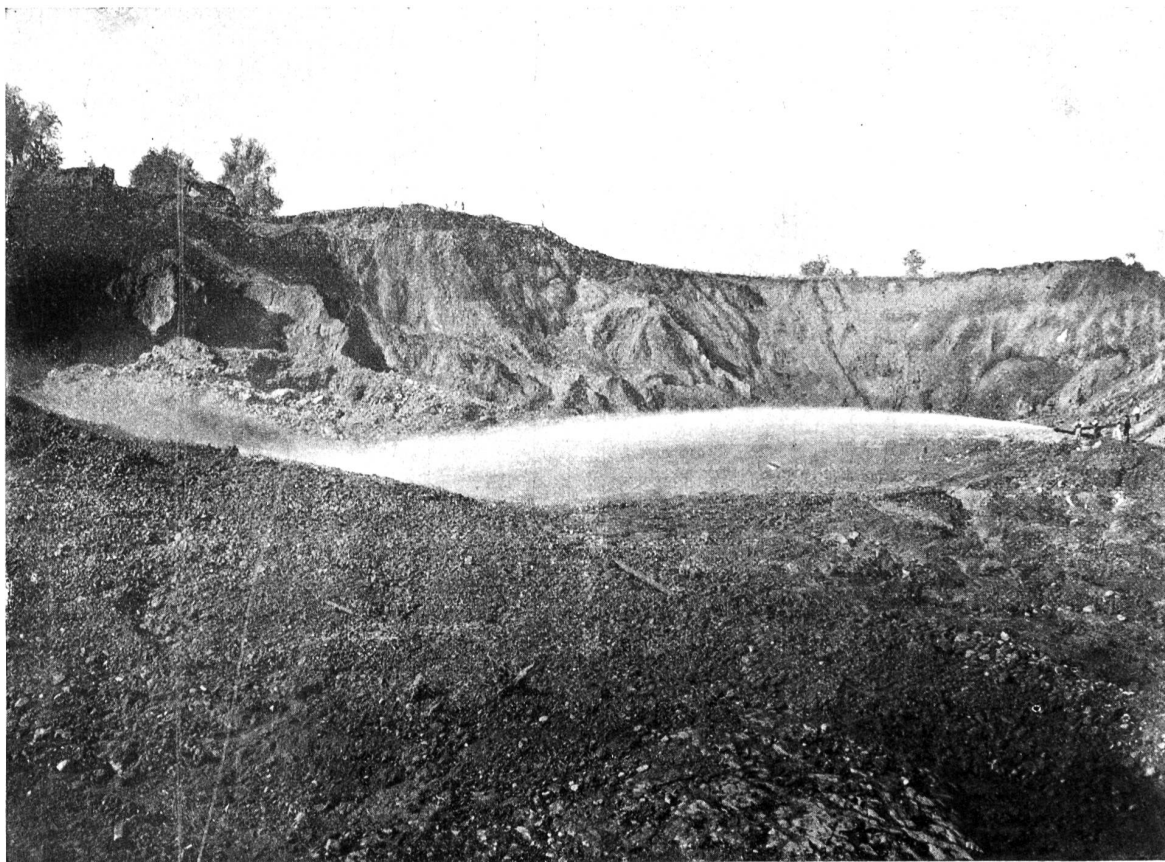
Figur 2 zeigt einen solchen Monitor in Tätigkeit. Der Monitor wird direkt mit der Hochdruckleitung durch ein Kugelgelenk verbunden. Das Gewicht des Monitors wird durch einen mit Steinen angefüllten Holzkasten ausbalanciert. Die Auslaufspitze ist ebenfalls wieder mit einem Kugelgelenk befestigt und mit einem Eisenhebel versehen, mittelst welchem der ganze schwere Apparat mit Leichtigkeit gelenkt werden kann, da bei ganz kleiner Bewegung der Spitze der hohe Druck des Wassers ein Ausschlagen des Monitors in entgegengesetzter Richtung ermöglicht. Die Öffnung der Spitze kann nach Belieben geändert werden. Es kamen in Necaxa Auslaufstücke von 10—15 cm dm. in Anwendung.

Zur Erzielung eines grossen Wasserdruckes wurde der Necaxafluss 15 km talaufwärts durch ein kleines Wehr gestaut und das Wasser in einem 1,5 m<sup>3</sup> haltenden Kanal der hohen Berglehne auf der linken Seite des Tales entlang geführt, wodurch ein Gefälle von 140 m vom Kanal bis zum Monitor erreicht wurde. Da der Kanal durchschnittlich 1 m<sup>3</sup> Wasser führte, und bei dem Drucke von 140 m pro Monitor 0,3—0,4 m<sup>3</sup>/sek. gebraucht werden, so konnten während des Baues immer zwei, sehr oft drei Monitoren arbeiten. Figur 3 zeigt den Damm, von unten gesehen, und im Hintergrunde den Kanal längs der Berglehne. Das herunterfliessende Wasser (oben rechts) ist der Überlauf des Kanales, dort befindet sich auch der Einlauf in die Druckleitung zu den Monitoren.

Die hohe Berglehne links vom Damme besteht fast ausschliesslich aus hartem Kalkfelsen mit ganz

wenig Erd- und Lehmüberdeckung, und es wurde von dieser alles schwere Material gewonnen für die beiden äusseren Böschungen des Dammes, während der flachere Hügelzug zur Rechten des Dammes fast ganz aus Lehm besteht, der ein vorzügliches Material für den Dammkern schaffte. Es wurde deshalb eine Rohrleitung von 45 cm dm. vom Kanal herunter geleitet und unten in zwei Zweige verteilt, von denen der eine zwei Monitoren im Felsbruch, der andere über den Damm geleitet, den Monitor der Lehmgrube zu bedienen hatte.

Figur 4 zeigt einen Monitor in Funktion in der



Der Necaxa-Damm. Figur 4. Schwimmen in der Lehmgrube.

Lehmgrube, Figur 5 zwei solche im Felsbruch. Der Fels ist ziemlich kompakt, teilweise aber durch vulkanische Eruption gebrochen und verworfen. Der grosse Druck des Wasserstrahles (140 m) und die Geschwindigkeit desselben von 60—80 m pro Sekunde ermöglichte ein Abbrechen selbst des sehr festen Felsens. Aber um Zeit zu gewinnen, wurden dann und wann kleinere Tunnels mit Querstollen in den Fels getrieben und diese mit Pulver gesprengt, wodurch in kürzerer Zeit viel Steinmaterial dem Kanal zugeführt werden konnte. Es wurde gerechnet, dass diese Sprengarbeit nur etwa 2—3 Rappen pro  $m^3$  Fels kostete.

(Schluss folgt.)



## Konstruktive Behandlung hydrotechnischer Aufgaben.

Von Ingenieur Hans Mettler, Zürich.

(Schluss.)

3. Aufgabe (Figur 3): Aus dem Abfluss und den Pegelschwankungen eines Sees oder Staubeckens möchte man die Zuflüsse während einer Hochwasserperiode ermitteln und zugleich alle in Betracht kommenden Elemente graphisch darstellen. Rechnung und Darstellung geben dann in übersichtlicher Weise den gegenseitigen Zusammenhang der einzelnen Faktoren.

Über einer nach Tagen von Mittag zu Mittag geteilten Abszisse trägt man zuerst unten den bekannten Abfluss und oben den Pegelstand ein. Massgebender Pegelstand ist derjenige, welcher dem Schwerpunkt der Wasseroberfläche entspricht oder doch jenem möglichst nahe kommt, keinesfalls aber ein solcher hart am Ausfluss. Bei Hochwasser bestehen nämlich in vielen Seen beträchtliche Gefälle zwischen oberem und unterem Seende. Es ist nun notwendig, statt des Pegelstandes den Kubikinhalte des Staubeckens einzuführen. Dies geschieht derart, dass man die Hilfe einer Kapazitätskurve und einer Übertragungslinie in Anspruch nimmt, wobei die erstere einfach eine Vergleichung von Wasserspiegelhöhe und Inhalt vorstellt. Die Kurve selbst kann auf verschie-