Der Erddamm Oroville in Kalifornien

Autor(en): **Schnitter, N.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **80 (1962)**

Heft 46

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-66268

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

sen Leistungsfähigkeit. Die nachfolgenden Programme können z. B. im IBM-Rechenzentrum bereits heute oder in nächster Zukunft verwendet werden: Trägerrost, Plattenberechnungen, Einflusslinien für Durchlaufträger, Durchlaufträger Biegelinie, Unverschieblicher Stockwerkrahmen, Verschieblicher Stockwerkrahmen, Querschnittswerte, Spannbetonträger, Fachwerke, Fachwerkdreigelenkrahmen, Windscheiben, Kranbahnträger, Degeneration für Pfahlwerke, Wendeltreppen, Allgemein statisch unbestimmte Rechnungen, Wasserschlossberechnungen, Lineare Gleichungssysteme, Matrizenrechnungen, usw.

Für die Verwendung von Programmen aus den Bibliotheken der Rechenzentren wird meistens keine Gebühr erhoben. Der Auftraggeber bezahlt nur Vorbereitungsarbeiten und Maschinenbenützungszeit. Die Resultate treffen beim Kunden, dessen Arbeitsaufwand sehr klein ist, wenige Tage nach Erteilung des Auftrages ein.

2. *Programmierung für spezielle Berechnungen*

Für Aufgaben, deren Häufigkeit die Erstellung eines Bibliothekprogrammes nicht rechtfertigt, steht ein Stab von Ingenieuren und Mathematikern zur Verfügung, die auf Wunsch in Zusammenarbeit mit dem Kunden ein entsprechendes Programm erstellen. Zu diesem Problemkreis gehören entweder kleinere Berechnungen, die häufig auftreten, oder es handelt sich um sehr komplexe Arbeiten, denen mit manuellen Mitteln nur sehr schwer beizukommen ist. Die Kosten für die Programmierung dieser Probleme schwanken sehr stark. Je nach Kompliziertheit und Grösse der durchzuführenden Berechnungen bewegen sich diese zwischen einigen hundert bis einigen tausend Franken.

Die technischen Mitarbeiter in den Rechenzentren beraten die Interessenten in diesen Fragen und stellen ihnen Kostenvoranschläge für allfällig durchzuführende Programmierarbeiten auf. Diese Programme sind Besitz der Kunden. Sie gelangen also nachher nicht in die Programmbibliothek. Dem Eigentümer ist es freigestellt, sie gegen Entgelt an Dritte zur Benützung weiterzugeben.

3. *Der Kunde programmiert seine Probleme*

Grössere Firmen der Baubranche oder Ingenieurbüros, die sich vorwiegend auf Berechnungen spezialisiert haben, bilden einen ihrer Mitarbeiter für die Programmierung aus. Die Fabrikanten elektronischer Rechengeräte haben Programmiersprachen entwickelt, die für den Ingenieur als Werkzeug zur Lösung seiner Probleme auf Elektronenrechnern gedacht sind. So verfügt z.B. IBM über die Fortran-Sprache, die ein einfaches Niederschreiben des Programms in einer der Algebra sehr ähnlichen Schreibweise erlaubt. Pro Jahr werden mehrere Kurse durchgeführt, in denen die Teilnehmer in drei Tagen diese Programmiersprache in Theorie und Praxis kennen lernen. Diesen Benützern stehen die Anlagen der Rechenzentren zu reduzierten Ansätzen zur Verfügung. Sie führen ihre Arbeiten selbständig durch.

Dieser kurze Ueberblick zeigt die Möglichkeiten, die ein Rechenzentrum für das Bauwesen bietet.

Aus dem Einsatz dieses neuen Hilfsmittels ergibt sich gegenüber manuellen Berechnungen eine erhebliche Einsparung an Arbeitszeit. Die Berechnungen gelangen innert kürzester Frist zur Durchführung. Die Resultate werden einwandfrei dargestellt und zeichnen sich durch eine höhere Genauigkeit aus. Die Selbstüberwachung der Rechenanlage bietet Gewähr für die arithmetische Richtigkeit der berechneten Werte.

In der gleichen Zeit können also durch das Ingenieurbüro mehr Offerten ausgearbeitet werden. Die Berechnungen können ohne Verzögerung in einigen Varianten durchgeführt werden. Bei Aenderungen im Bauprojekt tritt keine grosse Verzögerung wegen unvorhergesehenen manuellen Berechnungen auf.

Besseres und schnelleres Disponieren, rationellere Planung, sowie raschere Auftragserledigung und Offertstellung sind die wesentlichsten Vorteile, die sich aus der Zusammenarbeit mit einem Rechenzentrum ergeben. Eine grosse Zahl von Ingenieurbüros und Baufirmen nimmt daher bereits heute die Dienste der Rechenzentren für ihre Berechnungen in Anspruch.

Der Erddamm Oroville in Kalifornien

DK 627.824.3

Der Erddamm Oroville am Nordast des Feather Flusses in Nordkalifornien wird bei seiner Fertigstellung 1967 mit 224 m grösster Höhe das höchste Bauwerk seiner Art zumindest in der freien Welt [1]) sein. Technisch von besonderem Interesse ist dabei, dass als Schüttmaterial nur kohäsionsloser Flusskies zur Verwendung gelangen wird. Das gesamte Schüttvolumen von 60 Mio m³ sichert dem Bauwerk zudem auch in bezug auf den Arbeitsumfang den vierten Rang [2]), während die kurze Fertigstellungsfrist neue Rekorde an Einbauleistung erfordern wird.

Der durch den Erddamm Oroville gebildete Speicher von 1940 Mio m³ Nutzinhalt wird das Herzstück eines grosszügigen Projektes des Staates Kalifornien bilden, durch welches Ueberschusswasser aus dem relativ niederschlagsreichen nördlichen Teil des Staates in die ariden, wegen ihrer starken Entwicklung aber äusserst wasserhungrigen südlichen Gebiete abgeleitet werden soll. Für die in der Luftlinie gemessen rund 700 km weite Wasserbeförderung wird bis zur Mündung des Sacramento das natürliche Flussystem benutzt werden, von da an ein Aquädukt mit verschiedenen Verzweigungen und zahlreichen Pumpanlagen zur Ueberwindung der Küstengebirge und der Gebirgszüge nördlich Los Angeles. Der Gesamtausbauplan sieht bis zum Jahre 1990 die Bereitstellung an den Verbrauchsstellen von jährlich fast 5 Mrd m³ Wasser bei Baukosten von rund 8 Mrd sFr. vor. Neben seiner Funktion im Rahmen dieses Riesenplanes wird der Oroville-Damm aber auch dem mehr lokalen Hochwasserschutz dienen, sowie eine ansehnliche Energieproduktion gestatten. In einer unter der linken Dammhälfte angeordneten Kavernenzentrale sollen sechs Maschinengruppen von insgesamt 600 MW Leistung installiert werden, wovon übrigens die Hälfte mit reversiblen Pump-Turbinen ausgerüstet sein werden.

Die Hauptdimensionen des Erddammes Oroville lauten: Grösste Höhe 224 m, Kronenlänge 2073 m, Kronenbreite 24,4 m, grösste Fussbreite 1067 m (= 476% der Höhe), Kubatur 60 Mio m³.

Der Querschnitt grösster Höhe ist in Bild 1 dargestellt. Der Dammkörper liegt durchwegs auf dem aus Amphibolit bestehenden Felsuntergrund auf. Sein Aufbau zeigt einen leicht wasserseits geneigten, relativ schlanken Dichtungskern, dessen Volumen nur 11 % der gesamten Dammkubatur ausmacht. Im Bereich des Flussbettes ruht der Kern nicht direkt auf dem Felsuntergrund, sondern auf einem rund 200 000 m³ umfassenden Betonpfropfen. An den Kern schliessen beidseits relativ mächtige Filter- oder besser gesagt

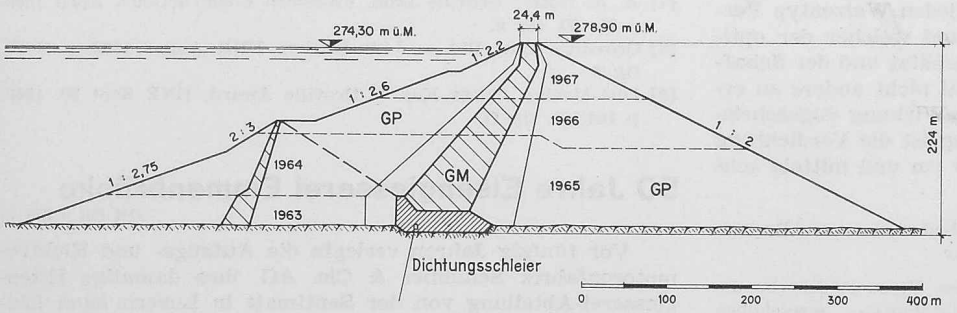


Bild 1. Höchster Querschnitt des Erddammes Oroville in Nordkalifornien, mit Angabe der Bauetappen. Masstab 1:9000.

[1]) In der Sowjetrepublik Tadschikistan ist angeblich am Flusse Vakhsch der Steindamm Nurek in Bau, der eine Höhe von 300 m bei einer Baumasse von 45 Mio m³ erreichen soll.

[2]) Nach den Erddämmen Fort Peck (USA), Mangla (Pakistan; im Bau) und Oahe (USA) mit 96, 77 bzw. 70 Mio m³.

Uebergangszonen an. Ein sekundärer Dichtungskern befindet sich noch im Fuss des wasserseitigen Stützkörpers, da dieser Teil während des Baues als oberwasserseitiger Fangdamm dienen wird.

Die Dammbaumaterialien müssen über die ungewöhnlich grosse Entfernung von rund 18 km von den flussabwärts der Sperrstelle gelegenen Gewinnungsstellen herbeigeschafft werden. Als Kernmaterial finden natürliche Flussalluvionen, schluffige Kiessande der Klasse GM, Verwendung. Für die restliche Dammschüttung werden hingegen ausgedehnte Ablagerungen aus der Zeit der Goldbaggerungen benutzt (man erinnert sich hier, dass im nahen Sacramento noch das Fort des Schweizer Generals J. A. Sutter steht, der durch den Goldrausch zu Grunde gerichtet wurde). Bei den Goldbaggerungen wurden die Flussalluvionen in zwei Komponenten zerlegt und das saubere Ueberkorn über den Feinteilen abgelagert. Ersteres, der Klasse GP, stellt ein ideales Stützkörpermaterial dar, da es sowohl eine hohe Durchlässigkeit als auch Scherfestigkeit aufweist. Das Material für die Uebergangszonen (GP) wird durch passende Mischung von Ueberkorn und Feinteilen mittels entsprechender Anordnung der Baggerschnitte gewonnen.

Neben umfangreichen Eisenbahn- und Strassenverlegungen sowie zahlreichen Sondierungen umfassten die Vorarbeiten für den Dammbau auch die Erstellung und Prüfung von Versuchsschüttungen für alle drei Materialzonen im praktisch niederschlagsfreien, sehr heissen Sommer 1960. In 15 Versuchsschüttungen von insgesamt mehr als 40 000 m³ Inhalt wurden über 150 verschiedene Kombinationen von Verdichtungsgeräten, Schichtstärken, Passenzahlen und Wassergehalten untersucht.

Im Stützkörpermaterial (GP) wurden als Verdichtungsgeräte drei Vibrations-Glattwalzen in V-Formation (zwei Fabrikate), eine 30-t-Vibrations-Pneuwalze und eine 100-t-Pneuwalze, je von D9-Raupen gezogen, einander gegenübergestellt. Die Versuchsergebnisse fielen in dem Sinne enttäuschend aus, dass sich im untersuchten Variationsbereich von Schichtstärke (30 bis 60 cm) und Anzahl der Durchgänge [3]), nämlich einer bis vier, keine eindeutige Neigung zu Gunsten einer bestimmten Einbauart feststellen liess. Auch Veränderungen des Einbauwassergehaltes, der Frequenz und Fahrgeschwindigkeit bei den Vibrationswalzen oder des Pneudruckes bei den Pneuwalzen zeitigten keine entscheidenden Unterschiede in den erzielten Trockenraumgewichten[4]). Lediglich die ebenfalls untersuchten Verdichtungsarten nur durch Befahren mit einer D 8-Raupe oder nur durch Einspülen mit einem Druckwasserstrahl (bei 4,5 m Schichtstärke) erwiesen sich als weniger wirksam. Für die Ausführung ist die Verdichtung des Stützkörpermaterials in Schichten von 60 cm und mittels zwei Durchgängen von Vibrations-Glattwalzen vorgesehen. Die Uebergangszonen sollen analog eingebaut werden, nur dass die Schichtstärke auf 40 cm zu vermindern ist.

In den Versuchen mit Kernmaterial (GM) kamen eine 100-t-Pneuwalze und zwei parallel laufende Schaffuswalzen (6 t/m Walzenbreite Gesamtgewicht) je von D 9-Raupen gezogen sowie eine Plattenwalze mit zugehörigem Zugfahrzeug (Hyster DW 20 A mit 13 t Zulast) zum vergleichsweisen Einsatz. Wiederum ergaben sich in den untersuchten Bereichen von Schichtstärke (15 bis 25 cm) und Anzahl der Durchgänge (1 bis 8 bei der Pneuwalze, 8 bis 14 bei den zwei andern Walzentypen) keine entscheidenden Unterschiede in der erzielten Verdichtung. Mit Mühe und Not liessen sich aus allen verfügbaren Ergebnissen für jeden Walzentyp Verdichtungskurven konstruieren, auf Grund welcher der optimale Wassergehalt auf etwa 6,5 % geschätzt und der Schaffusswalze, wie in dem kiesigen Material nicht anders zu erwarten, die verhältnismässig geringste Wirkung zugeschrieben werden konnte. Für die Ausführung ist die Verdichtung des Kernmaterials in Schichten von 25 cm und mittels acht Durchgängen der 100-t-Pneuwalze vorgesehen. Zudem soll das Maximalkorn auf 76 mm beschränkt werden, und sowohl eine Regulierung des Einbauwassergehaltes auf der Schüttung als auch eine Aufrauhung der verdichteten Schichtoberflächen werden sich als notwendig erweisen.

Die Arbeiten für den Erddamm Oroville gelangten im Frühling 1962 zur Ausschreibung. Auf Grund der billigsten Offerte stellen sich die Gesamtkosten des Dammes ohne die Nebenanlagen auf 440 Mio SFr. oder 7,30 Fr. pro m³ Dammschüttung. Einige der wichtigsten Einheitspreise, einschliesslich rd. 15 % Zuschlag für die Bauinstallationen, lauten:

Lockergesteinaushub:		8,90 Fr./m³
Felsausbruch:	Dammfundament	32,50 Fr./m³
	Injektionsstollen	94,— Fr./m³
	Umleitstollen	130,— Fr./m³
Fundamentinjektion:	Bohrung	51,40 Fr./m
	Anschluss	54,60 Fr./Bohrung
	Injektion (ohne Zement)	385,— Fr/m³ Mischg.
Dammschüttung:	Kern	7,90 Fr./m³
	Uebergangszone und Stützkörper	5,15 Fr./m³
Beton (ohne Zement):	Pfropfen unter Dammkern	193,— Fr./m³
	Verkleidung Injektionsstollen	227,— Fr./m³
	Verkleidung Umleitstollen	325,— Fr./m³
Lieferung und Verarbeitung von Zement		146,— Fr./t
Lieferung und Verlegen von Armierungseisen		1,53 Fr./kg
Handlangerlohn		13,90 Fr./h

Diese Ausführungen beruhen auf den nachstehend aufgezählten Publikationen sowie zusätzlichen direkten Angaben der Projektierungsabteilung des Kalifornischen Wasserwirtschaftsamtes, dem hier auch für sein Einverständnis mit deren Veröffentlichung gedankt sei.

Niklaus Schnitter, dipl. Ing.

Literaturangaben

[1] California Dam Will Be Highest Earthfill — 730 Feet, ENR («Engineering News Record»), Dec. 4, 1958, p. 24/25, fig. 4.

[2] *I. B. Mackintosh:* Feather River Project. «Water Power» 1959, p. 64—69, fig. 4.

[3] *J. I. Burns, K. B. Mayo & W. A. Arvola:* Hydrology and Flood Control Features at Oroville Dam, «Transactions ASCE (American Society of Civil Engineers)» 1961, Part IV, p. 473—491, fig. 11.

[4] *H. O. Banks:* California's Water Plan, «Civil Engineering», Dec. 1960, p. 52—55, fig 3.

[5] *W. G. Schulz, D. P. Thayer & J. J. Doody:* Oroville Underground Power Plant. Seventh International Congress on Large Dams, Rome 1961, Report 57, p. 13, fig. 4.

[6] *W. G. Schulz, D. P. Thayer & J. J. Doody:* Oroville Dam and Appurtenant Features, «Proceedings ASCE», July 1961, Paper No. 2852, p. 12, fig. 3.

[7] *A. R. Golze:* Oroville Dam, «Western Construction», April 1962, p. 25—30, fig. 6.

[8] Oroville's Low Bid — $ 121 Million. ENR Aug. 2, 1962, p. 19/20, fig. 3.

[9] Dirt-Moving Prices Key to Oroville Award, ENR Sept. 20, 1962, p. 102/105, fig. O.

3) Ein Durchgang = eine vollständige Bedeckung oder Bestreichung der zu verdichtenden Schichtoberfläche.

4) Bestimmt mittels etwa 50 cm tiefen Versuchslöchern, die innerhalb eines Stahlrings von 1,8 m Durchmesser ausgehoben wurden. Volumenbestimmung vor und nach Aushub durch Auskleidung mit doppelter Polyethylenblache und Auffüllen mit Wasser.

50 Jahre Eisengiesserei Emmenbrücke

DK 061.5:621.74

Vor fünfzig Jahren verlegte die Aufzüge- und Elektromotorenfabrik Schindler & Cie. AG. ihre damalige Eisengiesserei-Abteilung von der Sentimatt in Luzern nach Emmenbrücke, da der bisherige Standort eine Ausdehnung des Werkes nicht mehr zuliess. In Emmenbrücke bot eine genü-