Der San Gabriel Damm Nr. 2

Autor(en): **Baumann, Paul**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **127/128 (1946)**

Heft 19

PDF erstellt am: **03.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-83932

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

Tabelle 1

	d mm	δ mm	f mm²	$2500/f = \sigma_2$ kg/mm²	$1320/\sigma_z = \sigma_b$ kg/mm²	$E/\sigma_b = D/\delta$	D mm
A-Seile	8	0,5	22,4	110	12	1670	835
	9,5	0,6	32,2	78	17	1170	700
	11	0,7	44	57	23	920	640
	13	0,8	57	44	30	670	530
	14	0,9	72,5	34,5	38	525	475
	16	1,0	89,5	27	49	410	410
B-Seile	15	0,7	85,4	29	46	430	300
	18	0,8	111,6	22,5	59	340	270
	20	0,9	141,2	17,8	74	270	240
	22	1,0	174,4	14,3	92	220	220

also nur für Kreuzschlagseile mit A-, B- und C-Litzen, und für Betriebsbeanspruchungen, die bei laufenden Seilen vorkommen und hauptsächlich aus Zug und Biegung bestehen. Wie Bild 3 zeigt, gilt Gleichung (3) (mit einer andern Konstante) auch für ähnlich aufgebaute Seile.

Für andere Seilkonstruktionen (Seale, Warrington) und andere Betriebsbeanspruchungen (Tragseile, Schwingungen) müssen neue Gleichungen (event. mit neuen Kennziffern) aus den Versuchen abgeleitet werden.

Literaturverzeichnis

[1] Herbst, H.: Bedeutung und Ursache innerer Drahtbrüche bei Drahtseilen, insbesondere bei Förderseilen. «Glückauf» 74 (1938), S. 849/56 und 878/84.

[2] Hütte, Taschenbuch, Bd. 2, S. 811/812 für Aufzüge. DIN Entwurf 3, E 120. Deutscher Kran- und Fördermittel-Verband, Berlin 1933, Seite 22 für Kranseile.

[3] ten Bosch: Die Betriebssicherheit der Drahtseile. SBZ Bd. 118, S. 73* (16. August 1941).

[4] Scoble, W. A.: Reports of the wire ropes research Committee, London. «Proc. Inst. Mech. Engrs.» 1920, S. 835/66; 1924, S. 1193/1290; 1928, S. 353/404; 1930, S. 553/602; 1935, S. 373/478.

[5] Woernle, R.: Ausschuss für Drahtseilforschung des VDI. «Z. VDI» 73 (1929), S. 1623/24; 74 (1930), S. 185/86 und S. 1417/19; 75 (1931), S. 1485/89; 76 (1932), S. 557/60; 77 (1933), S. 779/803; 78 (1934), S. 1492/98.

[6] Drucker D. C. und Tachau, H.: A new design criterion for wire rope. «Journal of applied mechanics». März 1945, A. 33/38.

[7] Hütte, Taschenbuch, 26. Aufl., Bd. II, S. 807/808.

Der San Gabriel Damm Nr. 2

Von Dipl. Ing. PAUL BAUMANN, Ing. E. T. H., Los Angeles, Kalifornien

Anlässlich der Berichterstattung über den San Gabriel Damm Nr. 1[1]) wurde der San Gabriel Damm Nr. 2 als Glied des San Gabriel-Projektes des Los Angeles-Amtes für Hochwasserschutz erwähnt und ein besonderer Bericht darüber angekündigt, der hiemit vorgelegt wird. Der San Gabriel Damm Nr. 2 liegt an der Westgabel des San Gabriel-Flusses ungefähr 13 km oberhalb des Dammes Nr. 1. Mit seinem Bau wurde im Frühjahr 1931 begonnen, also ungefähr zwei Jahre vor Baubeginn des Dammes Nr. 1.

Zuerst wurde der auf der rechten Talseite angeordnete Umleitstollen vorgetrieben (Bild 1). Dieser hat ein Kreisprofil von 4,27 m lichtem Durchmesser; sein Einlauf liegt auf Kote 2165 Fuss ü. M., d. h. etwa 1,5 m unter dem damaligen Flussbett, und sein Gefälle beträgt 1,5 %. Die Tieflegung des Einlaufs war der möglichst vollständigen Entwässerung wegen wünschbar. Sie war dadurch begünstigt, dass das unter dem Damm liegende Flussbettmaterial bis auf den Fels ausgehoben werden konnte, wobei die bergseitige Böschung der Grube bis oberhalb des Einlaufs reichte. Nach Vollendung des Dammes wurde der Umleittunnel der Entnahmeanlage einverleibt.

Der Bau des Dammes Nr. 2 ist deshalb von besonderem Interesse, weil er mit 80 m Höhe der höchste Damm seiner Art ist und weil sich kurz nach Vollendung der Steinschüttung Setzungen von kritischem Ausmass ereigneten, die einen Einblick

[1]) SBZ Bd. 111, S. 193* (9. April 1938).

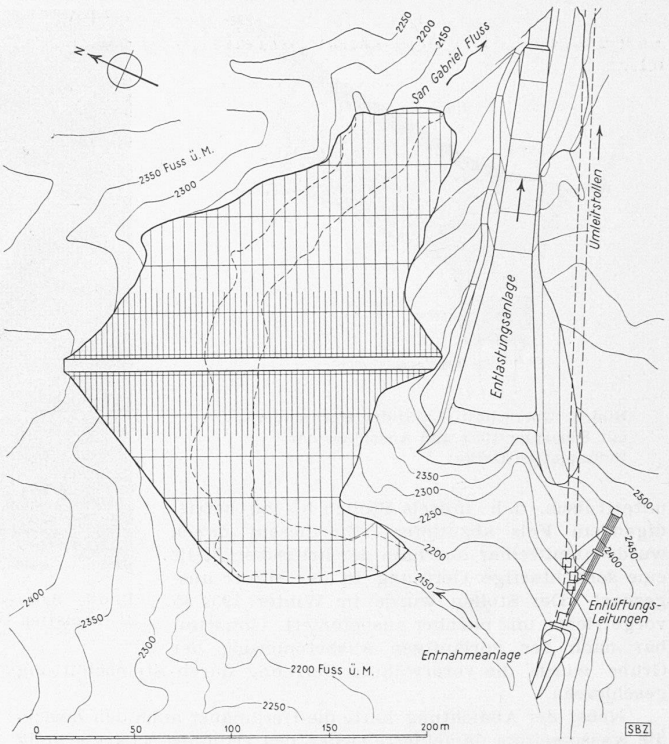

Bild 1. San Gabriel Damm Nr. 2, Lageplan 1 : 3500

in die Struktur derartiger Steingemische gestatten, und damit wertvolle, wenn auch kostspielige Erfahrung vermitteln.

Wie aus Bild 2 ersichtlich ist, setzt sich die Steinschüttung des Dammes vornehmlich aus verhältnismässig grossen Blöcken mit wenig Feinmaterial zusammen. Dadurch blieben die Zwischenräume offen und die einzelnen Steine ruhten grösstenteils infolge gegenseitiger Spitzen- und Kantenberührung aufeinander. Allerdings wurden beim Zunehmen der Last diese Spitzen und Kanten teilweise zerdrückt, sodass einerseits eine Verkleinerung der Zwischenräume und anderseits deren teilweise Füllung durch das zerdrückte und damit an Volumen grösser gewordene Material stattfand. Bei der Schüttung der Steine, die in Stufen von rd. 7,50 m stattfand, wurde kein Spülwasser verwendet.

Zudem ereignete sich auf der rechten Talseite ungefähr 25 m unterhalb der Krone eine Verzögerung in der normalen Einfüllung des Materials, da beim Aushub für die der bergseitigen Kontaktlinie folgende Herdmauer unbefriedigende Felsverhältnisse gefunden wurden, was eine beträchtliche Vertiefung des Aushubs erforderte. Diese Herdmauer wurde im Durchschnitt etwa 6 m tief, d. h. bis in den gesunden Fels hinein eingelassen, zwecks Abdichtung des Dammes gegen Sickerfluss. Um diese Wirkung zu erhöhen, wurden ferner der Mauer entlang Einspritzungen von Zementmilch bis zu rd. 50 m Tiefe vorgenommen. Um den Fortschritt des Baues nicht zu beeinträchtigen, hatte man an dieser Stelle die Steinschüttung gegen das Widerlager abgeböscht, wodurch vorübergehend eine V-förmige Oeffnung, wie sie in Bild 3 angedeutet ist, entstand. Nach erheblicher Abtiefung der Herdmauergrube wurde aber festgestellt, dass befriedigender Fels noch nicht erreicht und dass weiterer Aushub notwendig war. Da aber inzwischen die Steinfüllung bis nahe an die 25 m höher gelegene Dammkrone fortgeschritten und damit eine weitere Verzögerung des Einfüllens der Oeffnung nicht wünschbar war, wurde die Herdmauergrube vorläufig ausbetoniert mit der Absicht, nach Vollendung des Dammes diese

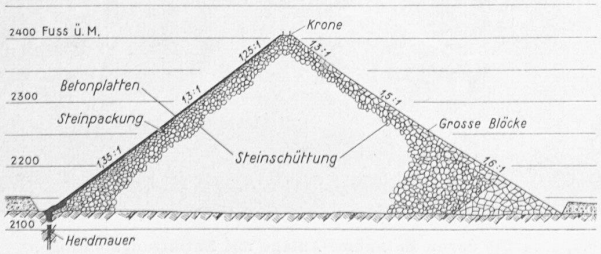

Bild 2. Querschnitt des Dammes, 1 : 3500

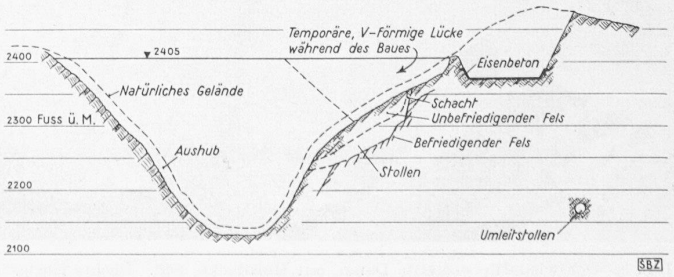

Bild 3. Längsschnitt durch die Dammkrone, 1 : 3500

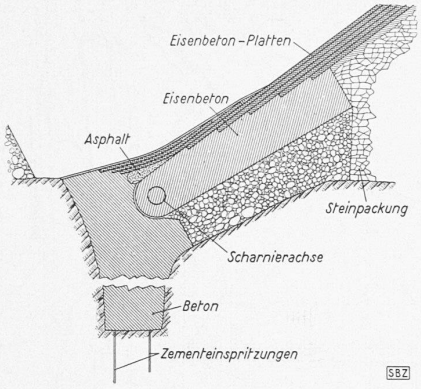

Bild 4. Querschnitt 1 : 250 der Herdmauer mit Scharnierstück und Anschluss der Betonplatten-Decke

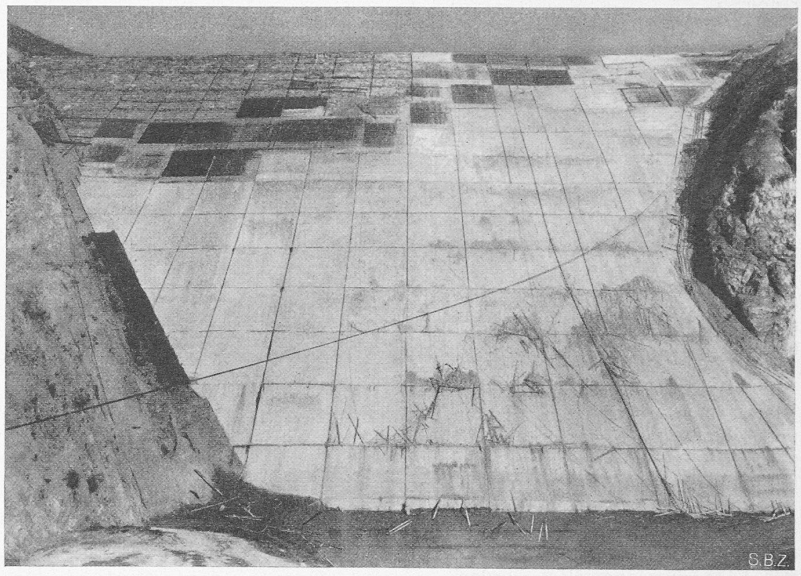

Bild 5. San Gabriel Damm Nr. 2 nach dem Hochwasser von 1933; Betonplatten-Decke zerstört, Damm zusammengesackt

unterirdisch, d. h. mittels Stollen bis zu befriedigendem Fels abzutiefen. Zu diesem Zweck wurde unmittelbar oberhalb der kritischen Stelle eine schachtartige Oeffnung in der Mauer ausgespart. Der Stollen wurde im Winter 1934/35 vorgetrieben und nachher ausbetoniert. Unmittelbar nach der vorläufigen Ausbetonierung der Grube wurde die vorerwähnte Oeffnung durch Steinschüttung geschlossen.

Nebst der Abdichtung hatte die Herdmauer auch den Zweck, die wasserseitige, lamellierte Decke des Dammes scharnierartig aufzunehmen, wie aus Bild 4 hervorgeht. In Bild 4 ist auch die wasserseitige Abdeckung des Dammes mittels Betonplatten aus Gunit, sowie Anzahl und Dicke dieser Deckenlamellen ersichtlich. Mit ihrer Herstellung wurde bereits — von unten her natürlich — begonnen, als die Steinfüllung etwa $^3/_5$ ihrer vollen Höhe erreicht hatte. Kurz vor Ende des Jahres 1933 war die Decke zu etwa 75 % vollendet.

Am 31. Dezember 1933 brach ein tropischer Sturm von Süden her über Südkalifornien herein, der ausserordentliche Regenmengen mit sich brachte. In der Umgebung des Dammes fielen über 30 cm in 24 Stunden. Diese natürliche Spülung der Steinmasse hatte Setzungen von ungefähr 4 m, d. h. etwa 5 % der maximalen Höhe zur Folge. Dadurch entstand eine Ausbauchung im untern Teil des Dammes. Die lamellierte Decke wurde dabei teilweise zerstört, besonders in der Nähe der Widerlager, wo notwendigerweise diagonale Zugspannungen auftraten, was aus Bild 5 ersichtlich ist. Besonders zerstörende, lokale Setzungen ereigneten sich an der Stelle der vorerwähnten, mit grosser Schütthöhe eingefüllten Oeffnung in der Nähe des rechten Widerlagers. Die Dichte der Steinmasse war hier besonders gering.

Bevor mit der Reparatur, bzw. dem Ersatz der Betonplatten-Decke begonnen wurde, fand man es angezeigt, weitere und womöglich endgültige Setzungen durch künstliche Spülung der Steinmasse zu erzeugen. Dazu wurden durch Zentrifugalpumpen gespeiste Druckleitungen verwendet, die das Spülwasser über die ganze Steinmasse verteilten. Dieser Vorgang wurde bis Ende Juli 1934 fortgesetzt. Zu dieser Zeit hatten die Setzungen durchwegs rd. 6 % der ursprünglichen Dammhöhe und allem Anschein nach die Grenze der unmittelbar zu erwartenden Ausmasse erreicht. Weitere Setzungen von erheblicher Grösse waren wohl infolge zukünftiger Wasserlast, aber nicht infolge des Eigengewichts der Steinmasse zu erwarten.

Eine genaue Vermessung des Dammes, die jetzt gemacht wurde, diente als Grundlage für den Entwurf der Reparaturarbeiten. Zur Zeit, als der Verfasser mit dem Amt für Hochwasserschutz in Verbindung trat, im Oktober 1934, war dieser Entwurf nahezu vollendet. Er sah das Verlegen von losem Steinmaterial auf der Unterwasserseite, sowie von Trockenmauerwerk vornehmlich aus grossen Blöcken an der Krone des Dammes vor, zwecks Wiederherstellung der ursprünglichen Dicke und Höhe. Die Entfernung der lamellierten Betonplatten-Decke (mit Ausnahme eines verhältnismässig kleinen Teils) und die Verlegung einer provisorischen Holzdecke waren ebenfalls vorgesehen. Bild 6 zeigt die Ausführung dieses Entwurfes. Vor dessen Ausführung wurde jedoch eine Aenderung in der Anordnung der Holzdecke vorgenommen, die in Bild 7 dargestellt ist. Sie bezweckt vor allem die Beweglichkeit der Decke angesichts der zu erwartenden Setzungen infolge Wasserlast und beruht auf dem Prinzip der «Wakefield»-Spundwand, nur dass die «Pfähle» hier horizontal verlegt, anstatt vertikal getrieben wurden. Diese Anordnung hatte zudem den Vorteil sehr rascher Verlegung. Sie hat sich seit ihrer Vollendung im Frühjahr 1935 bestens bewährt.

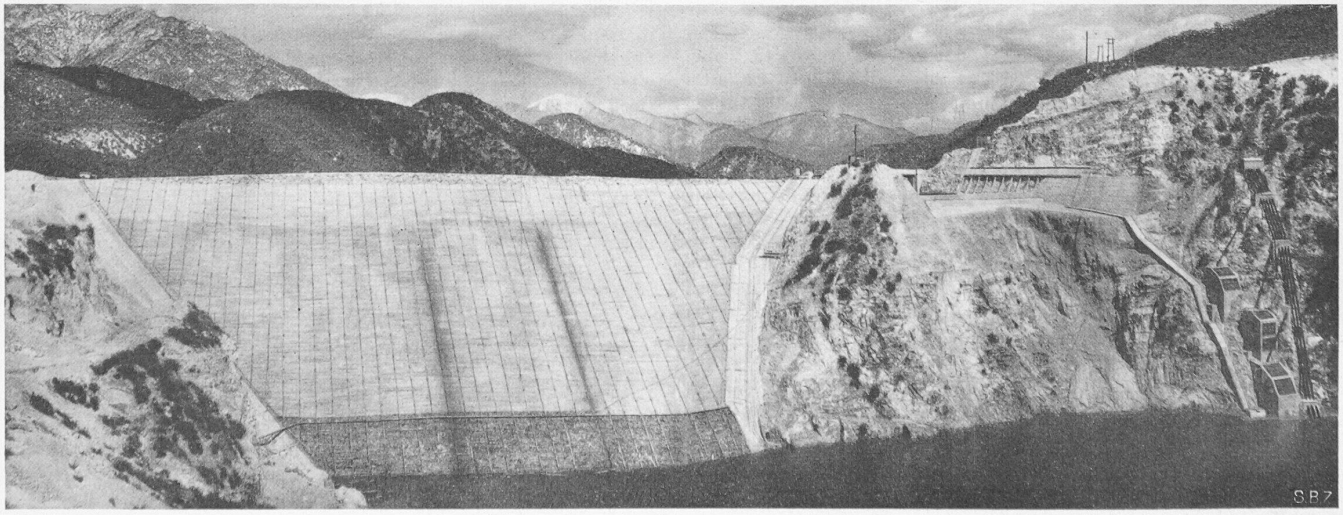

Bild 9. Der wiederhergestellte Damm mit Holzdecke, 1935. Rechts Entlastungsanlage, rechts davon Entnahme-Anlage mit Entlüftungsleitungen der Drosselklappen. Im Hintergrund der schneebedeckte San Antoniogipfel, 3200 m ü. M.

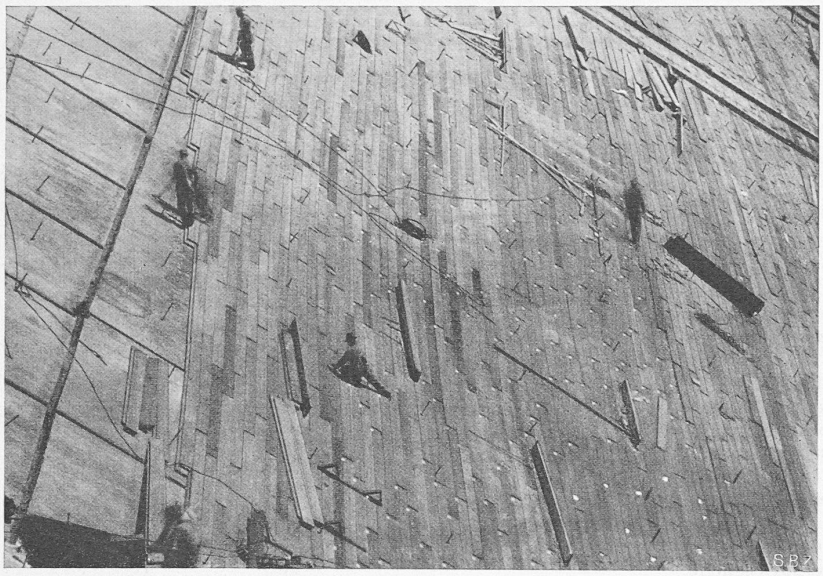

Bild 6. Verlegen der «Wakefield»-Bohlen in fertigen Einheiten mit 10 cm Längsfugen und 1 cm Querfugen

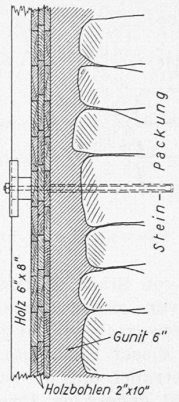

Bild 7. Holzdecke, Querschnitt 1 : 50

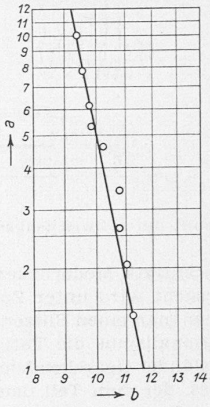

Bild 8. Setzungskurve des S. Gabriel-Dammes Nr. 2. *a* Volumen der Steinfüllung in 100000 Kubikyards, *b* Volumen einer Durchschnittsladung eines 12 Kubikyard-Lastwagens nach Verlegung in der Steinfüllung

Heute kann man feststellen, dass die Lebensdauer dieser Holzdecke mindestens 12 Jahre sein wird. Nachdem dieser Holzbelag das Ende seiner Lebensdauer erreicht haben wird, ist vorgesehen, ihn durch einen durch Fugen in rd. 10 m Abstand unterteilten Eisenbetonplatten-Belag zu ersetzen.

Bild 9 zeigt den Damm unter teilweiser Wasserlast. Während des Hochwassers am 2. März 1938 flossen über 700 m³/s durch die Entlastungsanlage ab. Dabei stieg das Wasser bis drei Meter unter die Dammkrone, sodass nahezu volle Wasserlast wirksam war. Die dabei beobachteten, vertikalen Setzungen waren von der Grössenordnung von einem Zentimeter.

Die Dichtigkeit der Holzdecke wurde erstmals im Winter 1935/36 geprüft und zwar unter etwas mehr als $^1/_3$ und wiederum im Winter 1936/37 unter $^2/_3$ des maximalen Wasserdruckes. Dabei erreichte der Durchfluss nahezu 4 m³/s, während er unter fast vollem Druck im März 1938 infolge künstlicher Abdichtung sowie natürlicher Verschlammung nur noch etwa 0,5 m³/s betrug.

Bild 8 zeigt das Ausmass der Eigensetzungen des Dammes während des Baues, ausschliesslich der Setzungen infolge Regen- und Spülwasser. Daraus lässt sich erkennen, dass das Mass der Eigensetzung S in Prozent des Steinvolumens als Funktion des Volumens V durch die Gleichung

$$S = \frac{100\,K\,V^n}{C}$$

ausgedrückt werden kann. In diesem Fall bestimmen sich die Konstanten C, K und n zu bzw. 12, 0,85 und 0,49. V ist in $^1/_{100\,000}$ Kubikyards auszudrücken. Diese Kurve ist eine Parabel. Ihre Tangente

$$\frac{dS}{dh} = \frac{100\,n\,K\,V^{n-1}}{C} = \frac{3{,}5}{V^{0{,}51}}$$

beschreibt die Aenderung des Schwindens mit dem Volumen, d. h. mit der Höhe des Dammes. Also betrug die Eigensetzung für ein Volumen von 10^6 Kubikyards, d. h. eine Höhe von 260 Fuss, ungefähr 22 %.

Auf Grund von Versuchen an trocken und nass verlegtem Steinmaterial während des Baues des San Gabriel-Dammes Nr. 1 wurde festgestellt, dass die Setzungen infolge nasser Verlegung, d. h. infolge Bespülung von je 1 m³ Steinschüttung mit 2 m³ Wasser, diejenigen infolge trockener Verlegung im Mittel um etwa 5 % überstiegen. Da die endgültigen Setzungen des Dammes Nr. 2 infolge Regen- und Spülwasser 6 % betrugen, lässt sich wohl daraus die Lehre ziehen, dass die Setzungen infolge Spülwasser nahezu die selben sind, ungeachtet dessen, ob es am Anfang oder am Ende der Verlegung der Steinmasse angewandt wird.

Wie aus Bild 1 und 9 ersichtlich, ist die Entnahmeanlage in sechs Stufen angeordnet. Jeder Auslass weist eine hydraulisch betätigte Drosselklappe von 210 cm lichtem Durchmesser auf. Zu deren Schutz gegen Geschiebe und Schwemmsel waren ursprünglich käfigartige Grobrechen angeordnet. Auf Grund der Erfahrungen, die während des katastrophalen Hochwassers vom März 1938 gemacht wurden, hat man diesen Typus von Grobrechen durch den sog. Turmtypus ersetzt, wie er s. Z. im Zusammenhang mit der Entnahmeanlage des San Gabriel-Dammes Nr. 1 beschrieben worden ist. Bild 10 zeigt den diesbezüglichen Umbau der untersten zwei Stufen des San Gabriel-Dammes Nr. 2. Die Verstärkung der Rechenstäbe, sowie deren ganz bedeutend vergrösserter Zwischenraum (der ursprünglichen Anordnung gegenüber), der sich zudem in der Fliessrichtung vergrössert, dürfte von besonderem Interesse sein. Diese Grobrechentürme sind so angeordnet, dass sie mit fortschreitender Verschlammung des Stauraumes erhöht werden können. Dazu wird der untere, vollwandige Zylinder erhöht durch Ausbetonieren der Oeffnungen nach Entfernung der Rechenstäbe. Zugleich wird oben ein «Stockwerk» angesetzt und die unten entfernten Rechenstäbe daselbst installiert. Das Mauerwerk aus Eisenbeton ist für einen Flüssigkeitsdruck infolge vollen Reservoirs von 1,43 spezifischem Gewicht, und die Rechenstäbe sind für einen solchen von 1,00 berechnet.

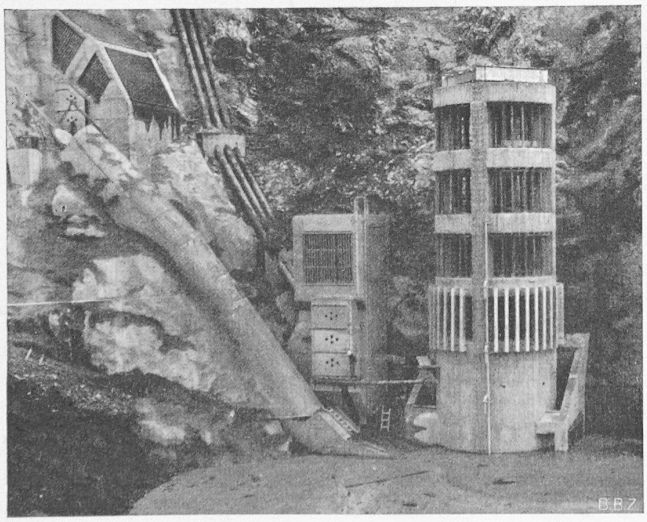

Bild 10. Neuer Grobrechenturm, ausgeführt im Jahr 1939

Photos Los Angeles County Flood Control District

Technisches Personal nach Afghanistan

Vor einiger Zeit kündigte eine Pressemeldung den Besuch einer afghanischen Delegation in der Schweiz an, die technisches Personal und Lehrkräfte anzuwerben beabsichtigt. Es dürfte in diesem Zusammenhang von Interesse sein, etwas über die Erfahrungen zu vernehmen, die von Schweizern in afghanischem Regierungsdienst gemacht wurden. Zu Beginn des zweiten Weltkrieges bestand nämlich in Afghanistan eine kleine schweizerische Kolonie, die mit Familienangehörigen 24 Personen umfasste. Alle haben inzwischen das Land wieder verlassen.

In den orientalischen Ländern ist die Entwicklung der letzten Jahrzehnte in immer stärkerem Mass charakterisiert durch einen Drang nach Selbständigkeit, der aber vielfach in einen engstirnigen Nationalismus, verbunden mit Selbstüberschätzung ausmündet. Während nun die Verselbständigung oft durch ein