Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 70 (1952)
Heft: 40

Artikel: Erfahrungen beim Bau des Kraftwerkes Handeck II
Autor: Bächtold, J.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-59684

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: 14.01.2026

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

70. Jahrgang Nachdruck von Bild oder Text nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet
Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich Nummer 40

Erfahrungen beim Bau des Kraftwerkes Handeck II

Von Dipl. Ing. J. BÄCHTOLD, bauleitender Oberingenieur, Innertkirchen [1])

DK 621.311.21 (494.24)

I. Allgemeines

Es ist die vornehmste Aufgabe des Ingenieurs, Bauwerke so zu projektieren und auszuführen, dass mit einem Minimum an Aufwand ein Maximum an Wirkung erzielt wird. So trivial diese Aufgabestellung lautet, so schwierig ist es, ihr konsequent nachzuleben, handelt es sich doch, vor allem bei der Ausführung grosser Werke, nicht nur um technische Massnahmen und wirtschaftliche Ueberlegungen, sondern um kulturelle und menschliche Belange, die sinnvoll aufeinander abzustimmen sind. Bei der Wiedergabe einiger Bauerfahrungen möchte ich daher im Folgenden über den rein technischen Rahmen hinausgehen und einige soziale, ethische und allgemein menschliche Probleme streifen.

II. Vorarbeiten

Im Frühjahr 1947 kamen die umfangreichen Vorarbeiten an den Zufahrtstrassen und bei den zukünftigen Baustellen in Gang. Die Grimselstrasse zwischen Innertkirchen und Rätherichsboden wies noch zahlreiche schmale Stellen und Kurven auf, die verbessert werden mussten. Diese über 50 Korrektionsstrecken stellten interessante Probleme. Wir untersuchten für jede Verbreiterung die wirtschaftlichste Lösung, und es zeigt sich, dass in Steilhängen die talseitige Verbreiterung statt durch Abgrabung und Stützmauern in der Regel wesentlich billiger durch Eisenbetonrahmenkonstruktionen erreicht werden konnte. Selbstverständlich stellen solche z. T. ziemlich komplizierte statische Probleme und erfordern ungleich mehr Projektierungsarbeiten als Stützmauern, die einfach nach den Strassenbaunormalien dimensioniert werden (Bilder 1 und 2).

Die Abgeschiedenheit vieler Baustellen verlangte die Erstellung von fünf grossen Luftseilbahnen neben zahlreichen kleineren Seilbahnen und einer Standseilbahn. Während man früher solche Seilbahnen für Warentransporte baute und die Menschen als sekundäres Transportgut in Zementkübeln oder Warenbehältern und Pritschen mitbeförderte, werden heute von der SUVAL weitgehende Vorschriften für den Personentransport aufgestellt, die von einer pflichtbewussten Bauleitung nicht nur eingehalten, sondern oft überboten werden. Aber alle noch so gut ausgedachten Vorschriften genügen nicht für ein sicheres Funktionieren solcher Bahnen, wenn nicht eine äusserst zuverlässige Bedienungsmannschaft regelmässige, gründliche Kontrollen durchführt.

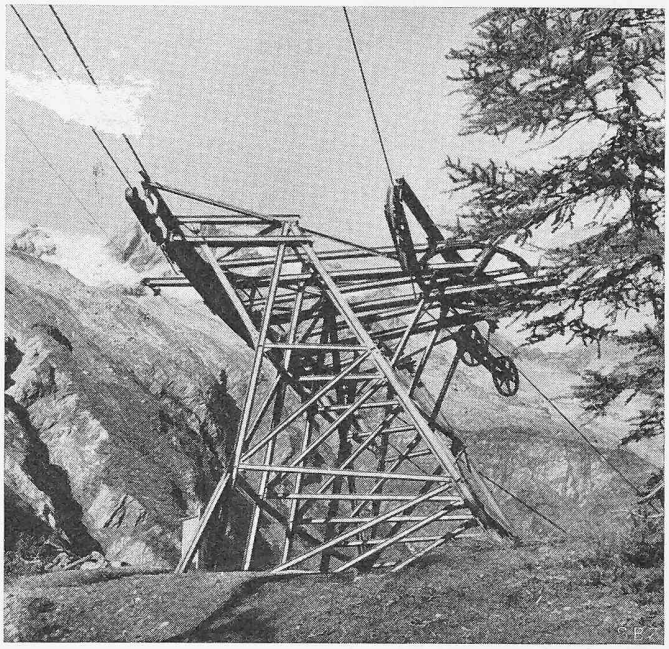

Bild 3. Winkelmast der Gauliseilbahn

Für die Sicherheit, Zuverlässigkeit und Haltbarkeit von Luftseilbahnen sind neben der Lawinensicherheit möglichst ausgeglichene Spannweiten (Seilschwingungen), grosse Umlenkräder, genügend Zugseiltragrollen (zur Vermeidung starker Biegung), gebremste Gegengewichte und sanfte Mast- und Stationsübergänge massgebend. Die Notwendigkeit, lawinensichere Standorte für die Masten zu wählen, führt oft

[1]) Wir bringen diesen Beitrag im Anschluss an die vorausgegangene Projektbeschreibung des Kraftwerkes Handeck II. Der Schluss des Aufsatzes von Ing. H. Juillard folgt nachher. Red.

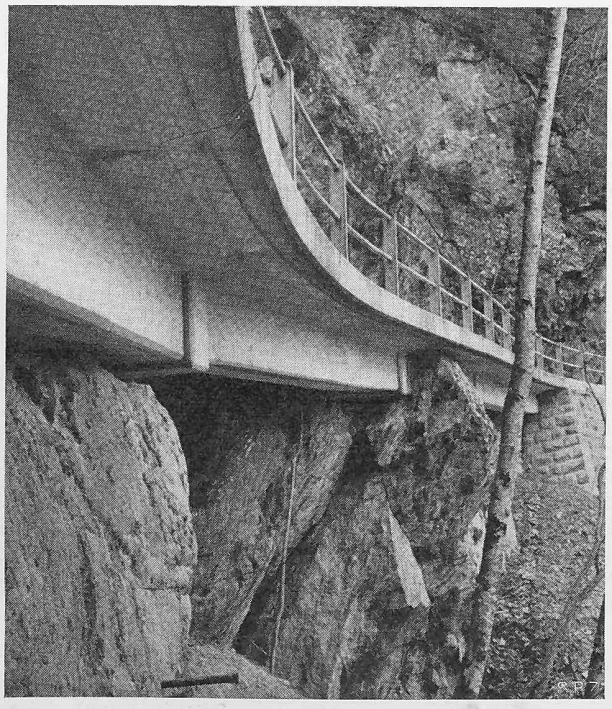

Bild 1. Verbreiterung der Grimselstrasse

Bild 2. Korrektion der Grimselstrasse, Brücke mit vorgespannten Eisenbetonbalken

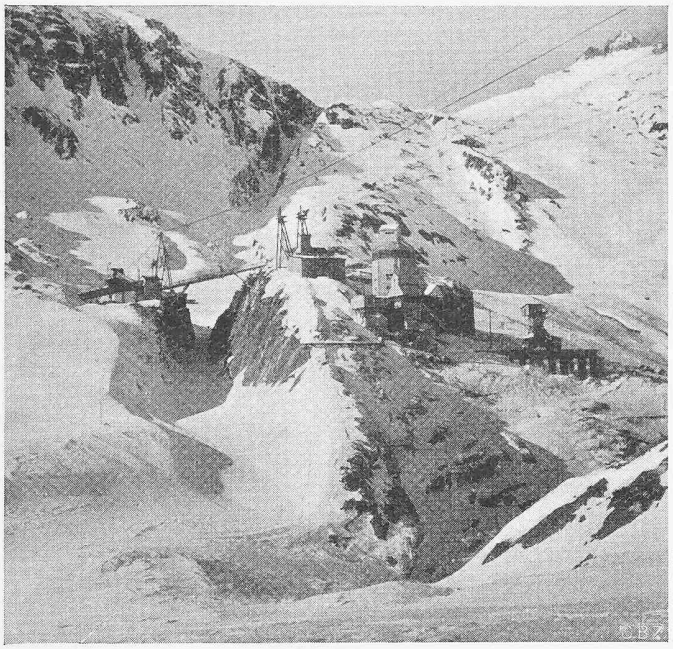

Bild 5. Blick auf den linken Talhang mit der Rinne des Bächlisbaches im Winter; Anlagen für die Betonherstellung

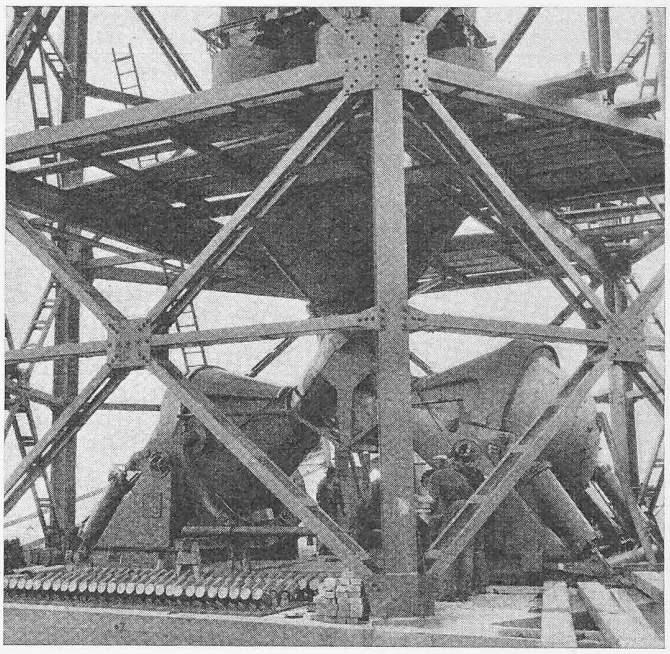

Bild 6. Staumauer Rätherichsboden, Betonmischturm System Johnson; oben automatische Waagen, unten 3 m³-Betonmischer.

zu halsbrecherischen Dispositionen. Winkelpunkte in der Grundrissanordnung der Bahn, die Gefahrenquellen bilden und oft zu Störungen Anlass geben, sind tunlichst zu vermeiden, lassen sich aber nicht immer umgehen (Bild 3).

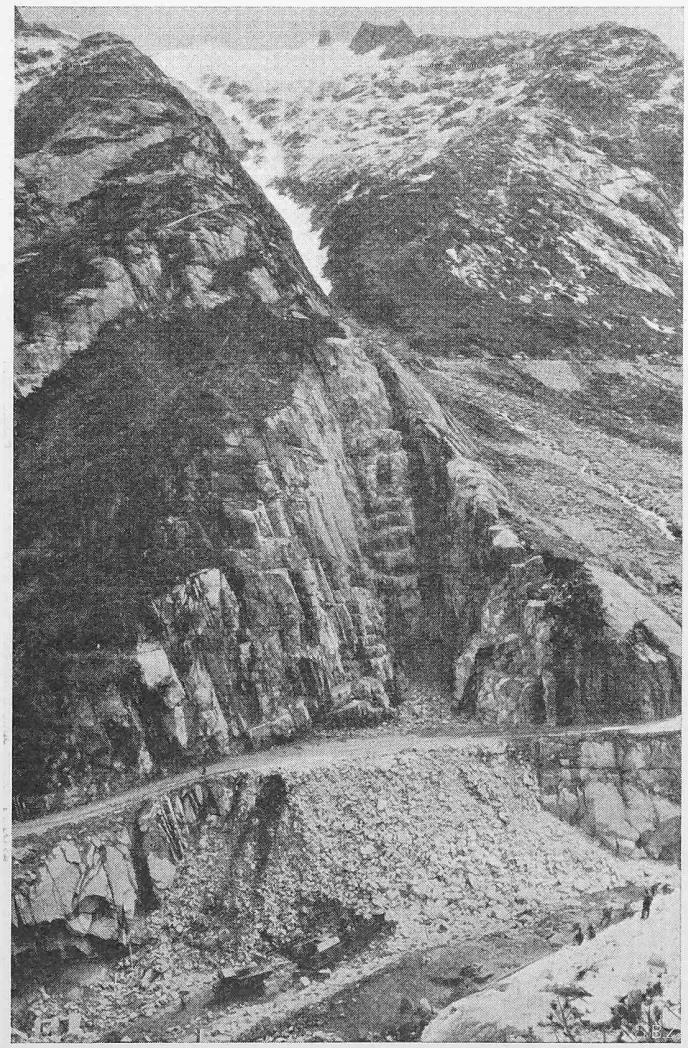

Bild 4. Felsausbruch des rechten Maueranschlusses; im Hintergrund der Gerstenbach

Obschon die Luftseilbahnen für das Kraftwerk Handeck II 160 000 Personen und 26 000 t Waren transportierten, ereignete sich kein einziger Unfall.

Die Versorgung der Baustellen mit elektrischer Energie erfolgte, mit einer einzigen Ausnahme, durch Kabel. Die Bauenergie-Kabel wurden zusammen mit den Steuerungs- und Telephonkabeln im Boden verlegt. Dutzende von Kilometern Kabelgräben mit Flussunterführungen, Bachüberführungen, Felswandtraversierungen bedeuteten kostspielige Vorarbeiten. Doch der Umstand, dass ein Teil dieser Kabel nach dem Bau für Energieversorgung und Steuerung der Abschlussorgane Verwendung fand, rechtfertigte nebst dem Erfordernis der Betriebssicherheit diese teuren Anlagen. Die Wasserversorgung der Hauptbaustellen, die Anlage der ersten Unterkunfts- und Verpflegungsstätten und die Organisation der Zementtransporte gehörten ebenfalls zu den Vorarbeiten, die vor der Vergebung der Hauptarbeiten an die Hand genommen wurden. So konnten die Unternehmungen, denen die Ausführung der Stollen, Kavernen und Staumauern anvertraut wurde, wohlvorbereitete Baustellen antreten.

III. Sperrenbauten

a) Talsperre Rätherichsboden

Für die Ausführung dieser annähernd vollen Gewichtsmauer (siehe Projektbeschreibung) waren ursprünglich fünf Jahre vorgesehen. Dank modernen Installationen konnten die 280 000 m³ Beton in zwei Betonierperioden (1949 und 1950) eingebracht werden, nachdem im vorausgegangenen Jahr die Bauplatzeinrichtungen erstellt und der Fundamentaushub (Bild 4) weitgehend bewerkstelligt worden waren. Eine Studienreise nach den USA, ferner der Besuch zahlreicher in- und ausländischer Baustellen führten uns zu folgenden Richtlinien für die Ausführung der Sperre:

1. Der Massenbeton ist mit möglichst grossem Korn- und möglichst geringem Zementgehalt herzustellen, um Abbindewärme und Schwindmass auf ein Minimum zu reduzieren.

2. Eine besondere Kühlung des Betons in der Mauer ist mit Rücksicht auf die Fugenhohlräume nicht nötig. Auch eine Zugabe von Eis beim Anmachen des Betons kann unterbleiben, denn als Brauchwasser steht Gletscherwasser zur Verfügung mit einer Temperatur von 6 bis 10° C, das sowohl für die Kieswäscherei als auch für die Betonzubereitung verwendet wird.

3. Für den luft- und wasserseitigen Vorbeton genügt es nicht, nur die Zementdosierung zu erhöhen. Zur Erzielung einer sauberen und dichten Oberfläche ist die Verwendung von feinerem Kies (bis max. 60 oder 80 mm Korn) unerlässlich.

4. Um die Ableitung der Abbindewärme zu erleichtern, sind sämtliche Betonoberflächen, vor allem auch in den Fugenhohlräumen, während der ganzen Bauzeit mit Wasser zu berieseln.

5. Der Wasserzusatz zum Beton ist auf ein Minimum zu beschränken. Zur Erleichterung der Verarbeitung, zur Verminderung der Kapillarenbildung und damit zur Erhöhung der Wetterfestigkeit ist wenigstens im Vorbeton ein Lufteinschlussmittel (Airentraining-Mittel) zu verwenden.

Die Erfahrungen bei der Ausführung der Sperre haben gezeigt, dass diese Richtlinien zweckentsprechend waren. Die Verwendung eines Lufteinschlussmittels stiess zunächst auf allgemeinen Widerstand. Trotzdem entschlossen wir uns zum ersten Mal, eine schweizerische Talsperre mit einem solchen Zusatz zu erstellen, und heute hat sich bekanntlich diese Massnahme durchwegs eingeführt. Auf Grund der Erfahrungen in den USA wählten wir als Airentrainer «Darex». Der Wasserzusatz konnte dadurch um 10 bis 15 % reduziert und die Verarbeitbarkeit wesentlich verbessert werden. Der Luftgehalt betrug nach dem Vibrieren noch 2 bis 3 %, also nicht viel mehr als ohne Lufteinschlussmittel. Aus der Staumauer entnommene grosse Betonwürfel ergaben Raumgewichte für den Massenbeton und den Vorsatzbeton von 2,48 bis 2,50 und Festigkeiten für den Vorbeton von über 400 kg/cm² und für den Massenbeton von über 300 kg/cm². Die Wirkung des «Airentrainers» besteht hauptsächlich darin, die im Beton verbleibende Luft statt in Kapillarkanälen in isolierten semimikroskopischen Kügelchen zu konzentrieren. Die Wasseraufnahmefähigkeit sinkt dadurch auf einen Bruchteil, und entsprechend wird die Wetterfestigkeit verbessert. Das für den Massenbeton gewählte Maximalkorn von 180 mm erwies sich bei den zur Verfügung stehenden Aufbereitungsanlagen und für die verlangte Gleichmässigkeit des Betons als obere Grenze. Wenn auf ausländischen Baustellen mitunter noch gröberes Korn gewählt wird, so bedingt dies entsprechend grössere und für unsere Verhältnisse schwer wiederverwendbare Maschinen. Ausserdem wird dabei gewöhnlich auf eine Ausbreitung des Betons vor der Vibration verzichtet, womit auch grössere Kiesnester in Kauf genommen werden müssen. Der Zementzusatz beim Massenbeton wird fast ausschliesslich durch die Verarbeitungsmöglichkeit bedingt. Es taucht daher bei der Ausführung solcher Werke immer wieder der Wunsch auf, es sollte uns, ähnlich wie im Ausland, für den Massenbeton ein billiger, wenig Wärme entwickelnder Zement zur Verfügung stehen.

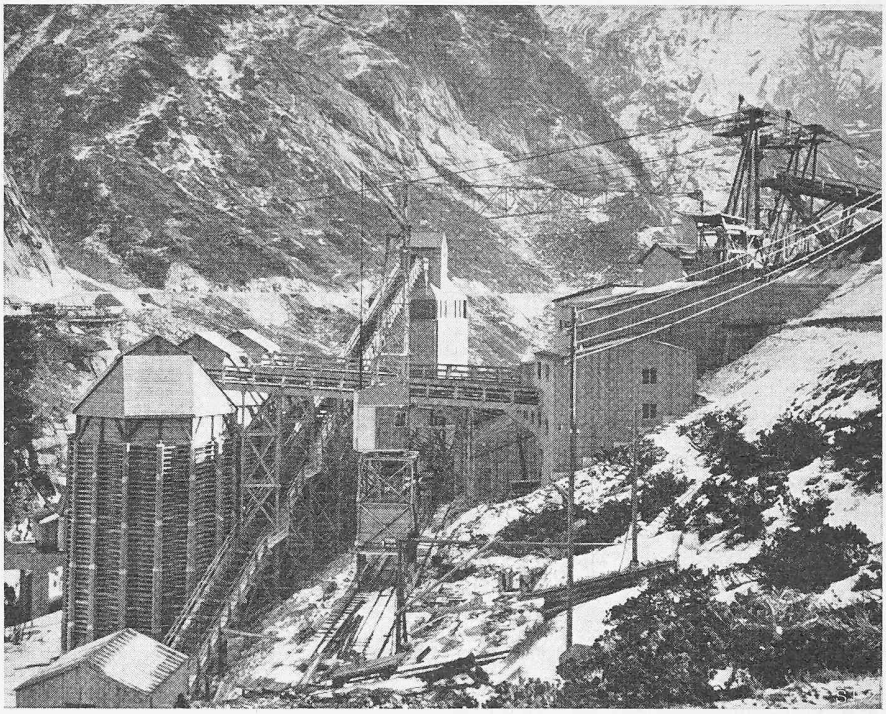

Bild 7. Staumauer Rätherichsboden. Rechts Kiesaufbereitungsanlage. Links Abtropfsilos. Mitte Transportband und Betonmischturm

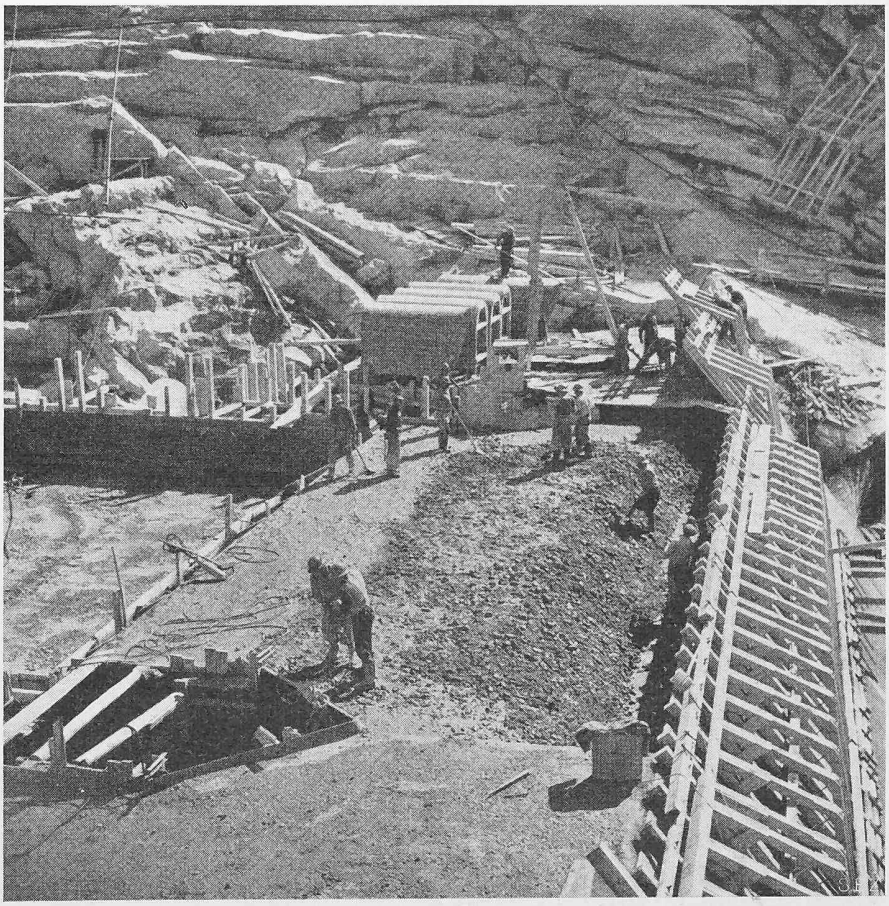

Bild 8. Staumauer Rätherichsboden. Betonierung, Vibration mit Zweimannvibratoren

Wenn die Installationen für den Bau einer Staumauer beendet sind und die Betonierung im Gange ist, dann kann kaum mehr von Ingenieurarbeit gesprochen werden. Vielmehr handelt es sich dann nur noch um einen routinemässigen Arbeitsvorgang, bei dem es auf gewisse einfache Details ankommt. Aber gerade die strenge Beobachtung dieser Einzelheiten verursacht oft viel Mühe. Grösste Sorgfalt ist auf den Anschluss des Betons an den Felsuntergrund und auf die Behandlung der täglichen Arbeitsfugen verwendet worden. Diese Detailarbeit ist ebenso wichtig wie die Verarbeitung des Betons selbst, denn erfahrungsgemäss treten Wasserdurchsickerungen gewöhnlich bei Felsanschlüssen oder in Arbeitsfugen auf. Die einzelnen Mauerblöcke wurden soweit unterteilt, dass die grösste Seite der Betonierfläche höchstens 20 m betrug. Diese Beschränkung der Blocktiefe wird durch die Betonierleistung bedingt. Dadurch wird vermieden, dass der Beton bereits im Abbinden begriffen ist, wenn die nächstfolgende Schicht aufgebracht wird. Die Dicke einer Tagesschicht, der auch die Höhe der

Schalung entsprach, wurde zu 1,5 m gewählt. Sie wurde in drei Arbeitsschichten von je 50 cm Höhe betoniert. Für die Verdichtung kamen Zweimann-Vibratoren zur Anwendung (Bild 8). Kurz nach Beendigung einer Tagesschicht entfernte man mit einem kombinierten Strahl aus Druckluft und Wasser die Zementhaut der Arbeitsfugen. Um ein einwandfreies Verbinden dieser rauhen Oberfläche mit dem frisch aufgebrachten Beton zu gewährleisten, hat man zunächst eine Mörtelschicht vorgelegt und dann die ersten 50 cm Beton aufgebracht. Besser wäre noch, statt Zementmörtel Feinmaterial aus dem Beton vorzulegen, um der Gefahr zu begegnen, dass zu grosse Flächen Mörtel angelegt werden, die dann austrocknen. Immerhin haben Bohrkerne, die aus Betonpartien entnommen wurden, die eine Arbeitsfuge enthielten, eine einwandfreie Verbindung in dieser Fuge gezeigt.

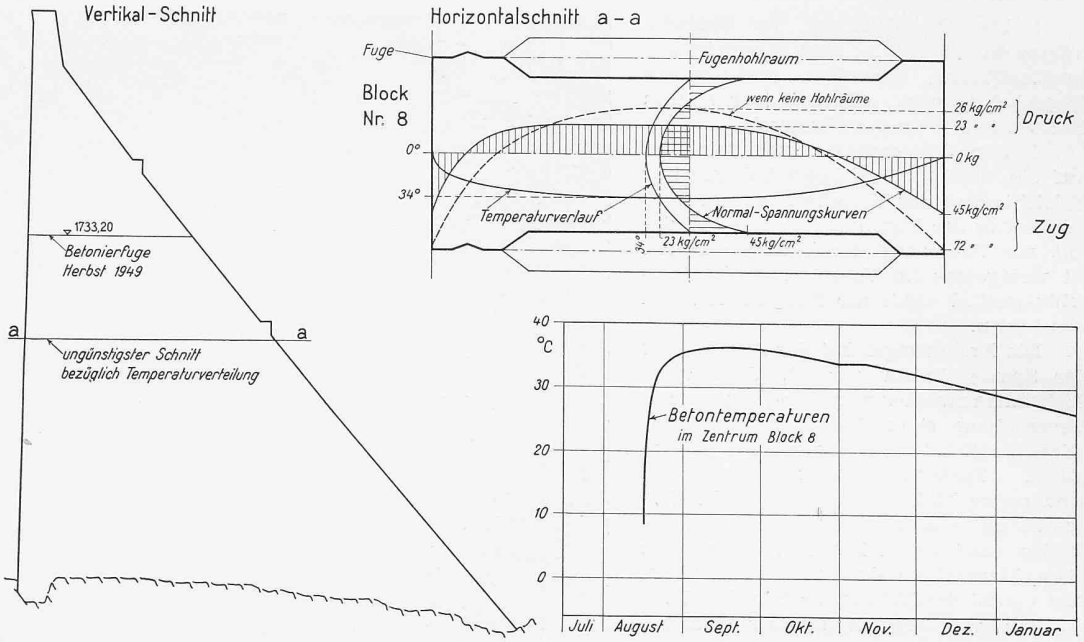

Bild 9. Temperaturen und Temperaturspannungen in der Staumauer Rätherichsboden

Zahlreiche elektrische Widerstandsthermometer (Telethermeter von Huggenberger) ermöglichen eine fortlaufende Kontrolle der im Innern der Mauer herrschenden Temperatur. Bild 9 enthält das Temperatur-Zeit-Diagramm im Zentrum eines Mauerblockes mit der höchsten gemessenen Abbindetemperatur von 37 ° C, ferner ein Diagramm des Temperaturverlaufs im hinsichtlich Temperaturabfall ungünstigsten Horizontalschnitt. In diesem Horizontalschnitt ist auch das Diagramm der Eigenspannungen unter Annahme des Ebenbleibens der Querschnitte eingezeichnet. Die grössten Zugspannungen am Rand betragen 45 kg/cm². Die Biegungszugfestigkeit nach 28 Tagen wurde zu 50 bis 55 kg/cm² ermittelt. Da die Normalspannungen an der Oberfläche, also auch im obersten Horizontalschnitt, null sind, müssen in den Vertikalschnitten Schubspannungen entstehen, die eine Schubverzerrung zur Folge haben. Dadurch werden die Normalspannungen des Diagramms noch etwas herabgesetzt. Diese Spannungsuntersuchung zeigt vor allem den Wert der Fugenhohlräume, sofern diese für eine systematische Kühlung (Wässerung) ausgenützt werden. Ohne solche Hohlräume steigt nicht nur die Temperatur im Innern höher an, sondern die Spannungsverteilung wird ungünstiger, die Zugspannungen werden grösser. In Bild 9 ist die Spannungsverteilung für diesen Fall angenähert eingezeichnet. Aus diesen Spannungsdiagrammen geht hervor, dass in einer massiven Mauer ohne Hohlräume die Zugspannungen an der Oberfläche zu gross werden (Bild 9, 72 kg/cm²), und dass eine Kühlung mit Wasserberieselung den Temperaturabfall gegen die Aussenfläche verschärft und daher die Rissgefahr erhöht. Die Schlussfolgerung aus diesen Messungen und Ueberlegungen lautet daher: Entweder sind genügend zahlreiche und genügend grosse Hohlräume anzuordnen (nicht nur einzelne Kühlschächte) und richtig zu kühlen, oder es ist ein Kühlröhrensystem einzubauen, das eine wirksame Wärmeableitung gewährleistet. Der Temperaturübergang vom Beton in den Felsuntergrund ist, wie die Messungen zeigten, sehr ausgeglichen und ergibt keine grossen Spannungen.

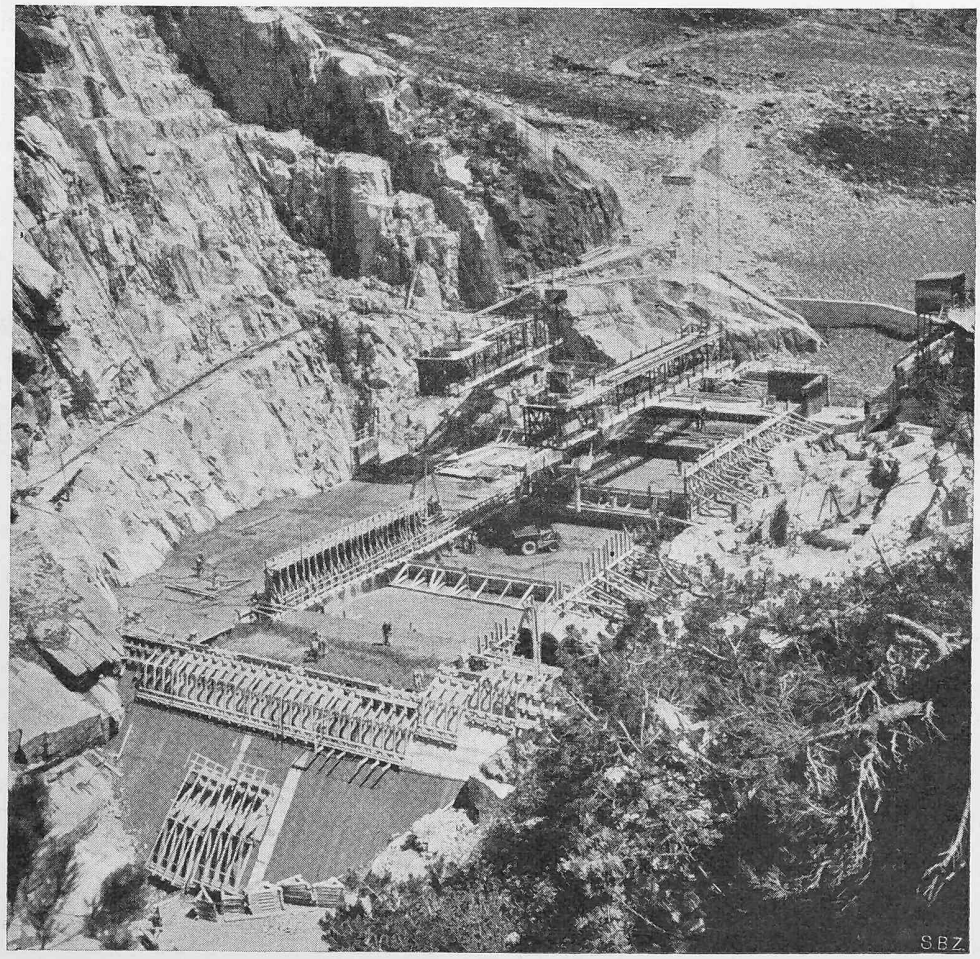

Bild 10. Staumauer Rätherichsboden, Betonierung

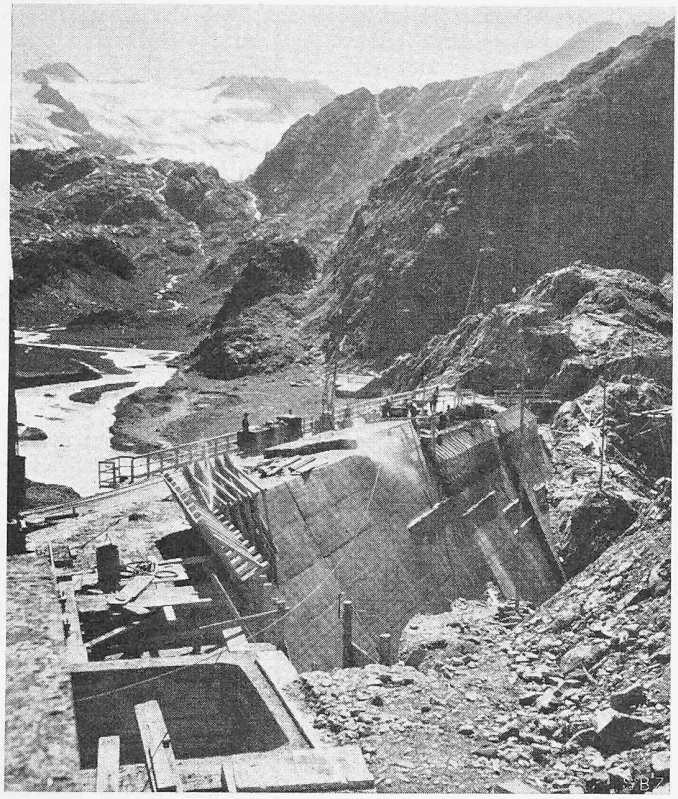

Bild 11. Staumauer Mattenalp, im Vordergrund Betonkern im rechtsufrigen Schuttkegel

Die Materialbeschaffung war für die Ausführung der Staumauer Rätherichsboden sehr günstig. Gründliche Sondierungen und Materialuntersuchungen schon vor der Vergebung der Sperre ergaben, dass unmittelbar oberhalb der Baustelle sämtliches Zuschlagsmaterial mittels Baggerung aus dem Rätherichsboden gewonnen werden konnte. Grosse amerikanische Pneufahrzeuge transportierten das Baggergut nach der Vorbrecherei, wo es mächtige Backenbrecher passierte, die alle Bestandteile von mehr als 180 mm Durchmesser zerkleinerten. Aus der Vorbrecherei gelangte das Kiesmaterial auf einem 300 m langen Band in die Kiesaufbereitungsanlage. Ein Teil dieses Materials wurde nach einem Kiesdepot abgezweigt, das für die Fertigstellung der Mauer nach Staubeginn diente. Aus der Wäscherei und Sortiererei gelangten die fünf verschiedenen Sand- und Kieskomponenten wiederum auf Bändern in fünf hölzerne Silos von zusammen etwa 5000 m³ Inhalt (Bild 7). Unter diesen Abtropfsilos erfolgte die Entnahme auf zwei Transportbändern, die auf die beiden Betonmischtürme führten (Bilder 5 und 7).

Die erstmals in der Schweiz installierte, weitgehend automatisierte amerikanische Betonmischanlage «System Johnson» (Bild 6) besteht aus einer turmartig übereinander angeordneten Folge von Materialsilos (zu oberst), automatischen Waagen, Mischern und Betonsilos. Ein grosser Mischturm, mit einer Kapazität der beiden Betonmischer von zusammen 6 m³, fabrizierte den Massenbeton und ein kleiner Mischturm, mit 1,6 m³ Mischer-Kapazität, den Vorbeton. Mit dieser Installation konnten im Jahr 1949, von Mitte Mai bis Ende Oktober, rd. 200 000 m³ hergestellt und mit Hilfe von vier Kabelkranen und zwei Hängebühnen in die Mauer eingebracht werden (Bild 10; vgl. auch SBZ 1951, Nr. 34, S. 469: Kabelkrane und Betonierbühnen Rätherichsboden, von Th. Wyss).

Besichtigungen von Kraftwerkbaustellen in Italien überzeugten uns von der Zweckmässigkeit des Zementtransportes in Kübeln von 400 kg Fassungsvermögen nach System «Aspi»[2]). Ein Extrazug, beladen mit 800 Kübeln, wurde in den Zementfabriken Holderbank-Wildegg und Siggental abgefüllt und führte jeden Tag eine Reise Interlaken und zurück aus. Die Kübel gelangten von da über Rollenrampen auf Schmalspurrollschemel, die sie nach Innertkirchen brachten. Hier wurde wieder über Rampen auf Lastwagen umgeladen. Der Wagenumlauf geht etwa doppelt so rasch wie beim Sacktransport, die verschiedenen Umladeoperationen benötigten total kaum ein Dutzend Mann gegenüber vier Dutzend Mann beim Sacktransport, und der Zementverlust ist praktisch gleich null.

b) Staumauer Mattenalp

Die Baustelle Mattenalp besass als einzige Verbindung mit dem Tal eine sehr solide Luftseilbahn von etwa 5 km Länge mit einem Tragseil und einem umlaufenden Zugseil. Die Nutzlast war mit 1500 kg Einzellast im Dauerbetrieb angenommen, wobei die Möglichkeit bestand, in Abständen von etwa 2 km drei Gehänge hintereinander auf die Reise zu schicken. Die Schwierigkeit in der Beförderung schwerer Lasten zwang uns, die Installation so einfach wie möglich zu gestalten. So hat man auf die Aufstellung einer Brecheranlage verzichtet und dafür im Innern der Mauer bis zu 10 % der Gesamtkubatur Bollensteine von 20 bis 50 cm Durchmesser in den Beton versenkt. Das Kiesmaterial konnte mittels Stollenbagger aus dem Mattenalpbecken genommen werden. Zur Verwendung kam ein Kies-Sandgemisch von 0 bis 60 mm, zusammengesetzt aus zwei Komponenten. Die Dosierung des Vorbetons betrug 280, die des Massenbetons 200 kg/m³. Mit der Einlage von 15 % Steinen sank die Dosierung auf P 170.

Interessant ist der Anschluss der Staumauer am rechten Talhang. Der Felsriegel, der die Sperre trägt, verschwindet dort unter einem gewaltigen Schuttkegel, der eine tiefe Erosionsrinne überdeckt (Bild 18, S. 528). In diesem Schuttkegel wurde als Dichtungsschirm in Verlängerung der Mauer ein Betonkern nach einem besonderen, vom Verfasser entwickelten Verfahren erstellt. Dieses Verfahren, das erstmals für die Abteufung der bis 30 m tiefen Baugruben auf der Schützenmatte in Bern beim Bau des grossen Gewölbes der neuen Eisenbahnbrücke über die Aare[3]) angewendet wurde, besteht darin, dass an Stelle eines Holzeinbaues ein Beton- oder Eisenbetoneinbau sukzessive mit der Abteufung erstellt wird (Bild 11). Die Betonieretappen haben eine Höhe von ungefähr 1 m, bei nicht standfestem Material entsprechend weniger. Die Hauptvorteile dieses Systems bestehen in der satten Anbetonierung an das Erdreich, wodurch Hohlräume und somit Bewegungen vermieden werden, im Wegfall der Spriessung und jeglicher Umspriessung. Der Betoneinbau braucht bei der Ausbetonierung des Hohlraumes oder bei der Hochführung eines Pfeilers nicht entfernt zu werden. Diese Methode hat sich sehr bewährt und wird daher heute bereits auf verschiedenen Grossbaustellen, wie Marmorera[4]), Maggia usw., angewendet.

In ähnlicher Weise wie die Mattenalpmauer wurden später die Totensee- und Trübtenseesperren erstellt.

Schluss folgt

Caracas (Venezuela)

DK 711.4 (87)

Caracas, das etwa 900 m über Meer liegt, ist durch eine Strasse, die sich an zerklüfteten Hängen entlang windet, mit der Hafenstadt La Guaira und mit dem internationalen Flughafen Maiquetia, der ebenfalls am Meer unten liegt, verbunden. Die vielen Kurven und der rege Verkehr vom Meer und zum Meer gestatten nicht, Caracas auf diesem Wege schneller als in einer Stunde zu erreichen. Zurzeit wird fieberhaft an der neuen Verbindungstrasse gearbeitet, die die Fahrt nach Caracas um eine halbe Stunde verringern wird. Grosse Kunstbauten sind im Entstehen begriffen, und wenn alles gut geht, wird man in 1¼ Jahren — im Tempo des Südens, wo jeder sich einen Sport macht, dem andern vorzufahren — eine Verbindungsstrasse haben, die als wichtigste Verkehrsader für Personen- und Warenverkehr die Hafenstadt, den Flugplatz und das Meer mit der Hauptstadt des Landes verbindet. Die Eisenbahn La Guaira—Caracas fährt nicht mehr, da die Linie baufällig geworden ist.

Caracas selbst, mit seinen fast 750 000 Einwohnern, hat sich zu einer grossen städtebaulichen Tat entschlossen. Von der Plaza el Silencio in Richtung des Parkes Los Caobos hat man, inmitten der Stadt, alte Häuser mit unrühmlicher Vergangenheit ohne grosses Kopfzerbrechen und Formalitäten niedergelegt. An dieser Stelle entsteht nun die Avenida Boli-

[2]) Siehe SBZ 1951, Nr. 46, S. 648, Bilder 12 bis 15. Red.

[3]) Siehe SBZ Bd. 116, Nr. 10, S. 107* (1940).

[4]) Die Baumethode Bächtold ist für Marmorera beschrieben in «Wasser- und Energiewirtschaft» 1952, Nr. 5/7, S. 112. Red.