

Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 50 (1958)
Heft: 10

Artikel: Herstellung, Transport und Einbringen von Beton auf grossen Baustellen
Autor: Schmitter, G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-921918>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.03.2025

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

TALSPERREN, WASSERKRAFTNUTZUNG, ENERGIEWIRTSCHAFT

Herstellung, Transport und Einbringen von Beton auf großen Baustellen

Vortrag von Prof. G. Schnitter, gehalten in Locarno an der *Studientagung über aktuelle Betonprobleme* (20./22. März 1958)

I. Einleitung

Bei der Errichtung großer Bauwerke aus Massenbeton, wie Staumauern, Schiffsschleusen, Trockendocks usw., hat sich bei der Ausführung des Massenbetons in den letzten Jahren eine Technik herausgebildet, über welche anlässlich dieser Studientagung über aktuelle Betonprobleme berichtet werden soll. Der persönlichen Erfahrung des Referenten entsprechend, werden dabei als Beispiele Staumauern angeführt.

Der Beton dieser Bauwerke hat folgenden wichtigsten Bedingungen zu genügen:

a) Seine Druckfestigkeit muß den vorhandenen maximalen Spannungen unter Einrechnung einer hinreichenden Sicherheit genügen. Dabei soll der Beton möglichst gleichmäßig in seiner Qualität sein, was am besten dadurch ausgedrückt wird, daß die Streuung der Resultate der Druckfestigkeitsproben möglichst klein ausfallen soll.

b) An die Wetterbeständigkeit und insbesondere an die Frostbeständigkeit müssen in klimatischen Verhältnissen wie den unsrigen die höchsten Anforderungen gestellt werden.

c) Die Wasserundurchlässigkeit muß bei sämtlichen zitierten Bauwerken gewährleistet bleiben.

d) Der Zugfestigkeit des Betons muß ebenfalls gebührend Aufmerksamkeit geschenkt werden. Sie ist insbesondere für das Verhalten des Betons an den Außenflächen in den ersten Tagen nach ihrer Herstellung von Bedeutung (Schalenrisse).

e) Das Betonierprogramm muß im Rahmen des Bauprogrammes der ganzen Anlage die rechtzeitige Fertigstellung der vorgesehenen Arbeiten gewährleisten. Eine vorzeitige Fertigstellung ist nur dann von Nutzen, wenn das Bauwerk auch vorzeitig seinem Gebrauch übergeben werden kann. Ist dies nicht der Fall, so ergibt sich aus der früheren Bereitstellung kein wirtschaftlicher Nutzen, sondern im Gegenteil ein Schaden in Form von vermehrten Bauzinsen und unnötig überdimensionierten Installationen.

f) Schließlich muß das Betonbauwerk zu den wirtschaftlich günstigsten Bedingungen erstellt werden.

Diese Forderungen verlangen bereits vor der Bauausschreibung eingehende Vorbereitung, insbesondere:

Vorkommen der Zuschlagstoffe, deren Gewinnungsstellen, petrographische und granulometrische Zusammensetzung und Eignung, wobei insbesondere von Bedeutung sein wird, ob die Zuschlagstoffe direkt in einer Flußablagerung oder einer Moräne gebaggert werden können oder ob sie aus einem Steinbruch über eine Brechanlage gewonnen werden müssen (Bilder 1 und 2).

Untersuchungen über die günstigste Kornzusammensetzung der Zuschlagstoffe und den Einfluß der Feinstanteile, Wahl des maximal zulässigen Korndurchmessers, Unterteilung in die gewünschten Korngrößen, wobei speziell darauf hingewiesen werden muß, daß eine möglichste Unterteilung der Sandkomponenten von entscheidender Bedeutung für die Qualität des Betons ist. Es zeigt sich immer wieder, daß der Sand 0—3 mm

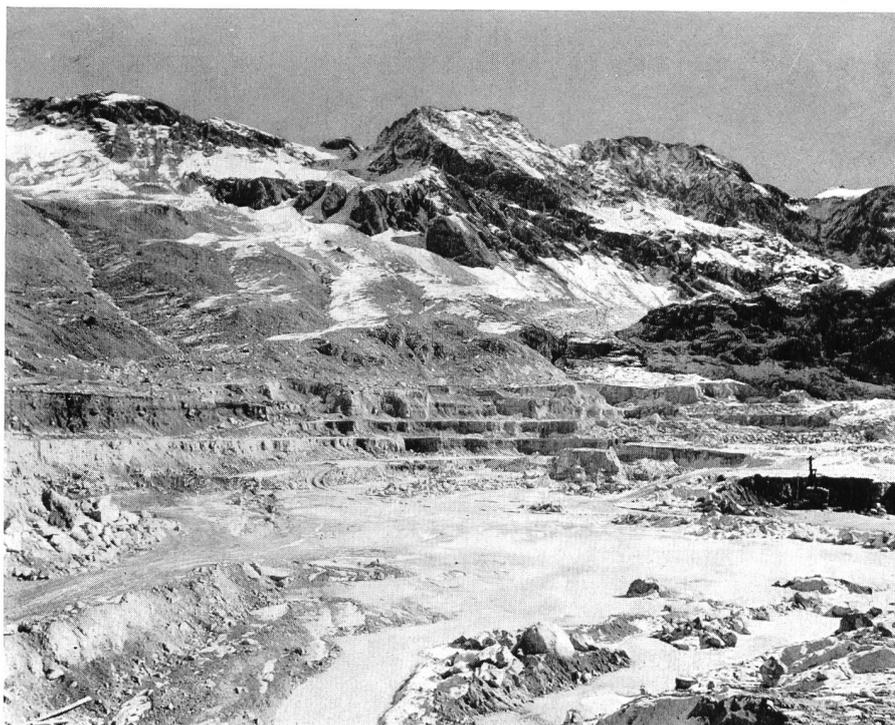


Bild 1
Materialgewinnung aus
Flußablagerung (Mauvoisin)

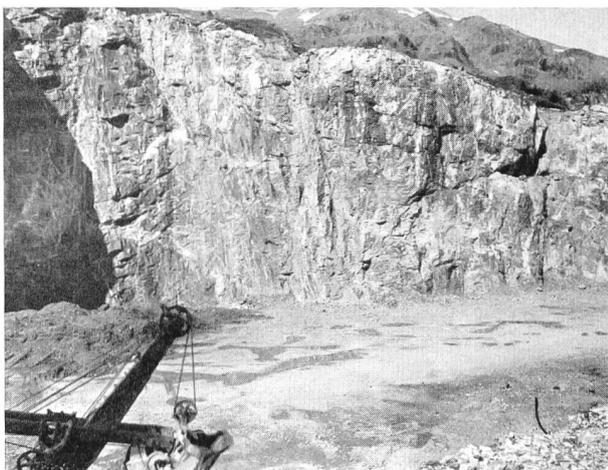


Bild 2 Materialgewinnung ab Felswand (Sperrstelle Zeuzier/Lienne)

resp. 0—4 mm unterteilt werden sollte in zwei Komponenten 0—1 mm (bezw. 0,1—1 mm) und 1—3 mm resp. 1—4 mm.

Wahl des Typus und der Menge des luftporenbildenden Zusatzmittels, wobei bemerkt werden darf, daß die luftporenbildenden Zusatzmittel sich beim Massenbeton bewährt haben. Sie erhöhen seine Verarbeitbarkeit und im allgemeinen auch seine Frostbeständigkeit.

Festlegung des minimalen Zementzusatzes. In dieser Beziehung haben die letzten Jahre gezeigt, daß mit Zementbeigaben ausgekommen werden kann, die noch vor kurzem als unverantwortbar gegolten hätten. Bogenmauern können im Kern mit rund 170 kg Zement/m³ Beton und Gewichtsmauern mit nur 140—150 kg Zement/m³ Beton erstellt werden. Für den Vorsatzbeton hingegen wird man mit Rücksicht auf die Frostbeständigkeit vorsichtshalber nicht unter 240—250 kg/m³ gehen.

Bestimmung des minimalen Wasserzusatzes, der noch eine gute Verarbeitbarkeit des Betons ermöglicht. Bekanntlich ist der Wasserzusatz, oft ausgedrückt durch den Wasser-Zement-Faktor, d. h. das Verhältnis des Gewichts des Anmachwassers zum Gewicht des Zementes, von ausschlaggebender Bedeutung für sämtliche Eigenschaften des Betons, insbesondere für seine Druckfestigkeit. Geringe Änderungen von beispielsweise 5 l pro m³ ergeben bereits einen zu nassen oder zu trockenen Beton.

II. Betonfabrikation

Die Herstellung des Betons auf größeren Baustellen wird heute ausnahmslos in zentralen Betonfabriken vorgenommen (Bild 3). In denselben werden sämtliche Komponenten, die den späteren Beton bilden, also Zuschlagstoffe, Zement, Wasser und Zusatzmittel, gewichtsmäßig zugegeben. Die volumetrische Abmessung, wie sie noch heute auf vielen mittleren Baustellen durchgeführt wird, ist unzuverlässig und führt zu viel zu großen Streuungen. Die zentralen Betonfabriken, sehr oft in Form von Betontürmen gebaut, weisen als Hauptbestandteile einen in verschiedene Abteilungen getrennten Aufgabesilo auf, ein System von Waagen, wobei jede Komponente ihre Waage besitzt, die Betonmischer und einen Übergangssilo zu den Transportgefäßen. Die Entleerung der Aufgabesilos über die Waagen in die Betonmischer geschieht vollautomatisch, die Steuerung erfolgt von einem Kommandopult aus. Dabei besitzen die amerikanischen Betontürme Steuereinrichtungen, die es gestatten, wahlweise bis 12 verschiedene Mischungen vorzunehmen durch einfaches Umschalten von Relais am Schaltpult. Der Übergang von einem Mischungsverhältnis zu einem anderen bedeutet also praktisch keinen Zeitverlust. Das Abwiegen und Entleeren braucht etwa 30 Sekunden, das Mischen selbst 1½ bis max. 2 Minuten, so daß in einem gut organisier-

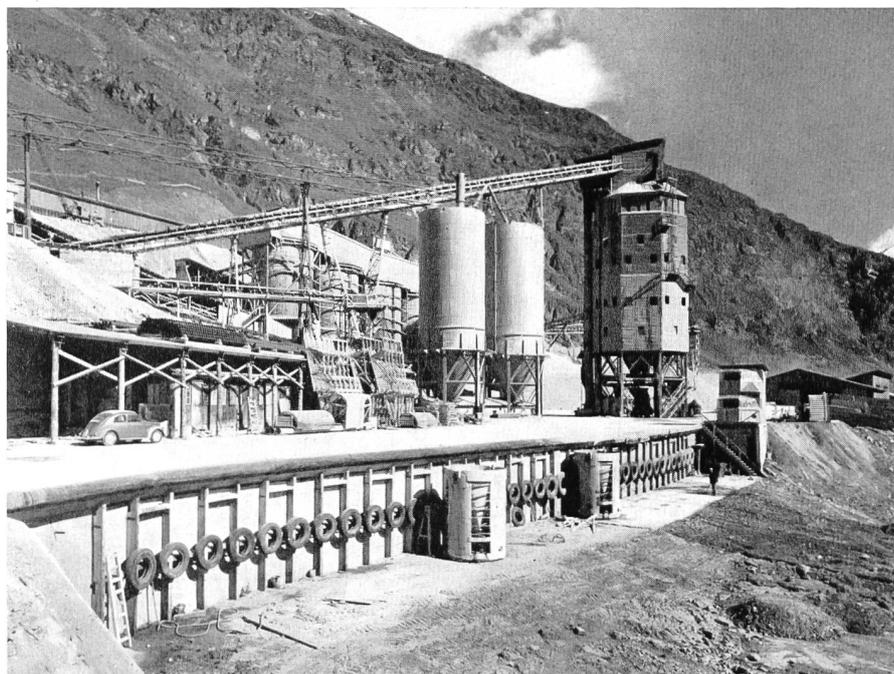


Bild 3
Betonfabrik einer großen Staumauer
(Moiry/Gougra)

ten Betrieb 20 bis 24 Mischungen pro Stunde und Betonmischer erzeugt werden können. So wurden z. B. im Betonturm Mauvoisin mit fünf installierten Betonmischern à 3 m³ im Mittel 5000 m³/Tag, im Maximum rund 8000 m³/Tag hergestellt.

Es ist im allgemeinen üblich, nur einen Betonturm zu installieren und je nach der gewünschten Produktion die Zahl und Größe der Betonmischer zu wählen. Trotzdem es sich beim Betonturm um das Herz der ganzen Betonieranlage handelt, darf diese den ganzen Betrieb stark vereinfachende Konzentration, wie die Erfahrung zeigt, vorgenommen werden. Allerdings müssen der Betonturm selbst, die Wägeeinrichtungen, die Betonmischer, die Verschlüsse und der elektrische Teil robust und so gebaut sein, daß Fehlmanipulationen ausgeschlossen sind.

Die richtige Dosierung des Anmachwassers wird deshalb schwierig, weil die Zuschlagstoffe, vor allem der Sand, einen gewissen, stark wechselnden eigenen Wassergehalt besitzen, der je nachdem größer sein kann als die totale gewünschte Menge von Anmachwasser. Es muß daher die größte Aufmerksamkeit auf eine richtige Entwässerung des Sandes gelegt werden. Dazu sind mehrere Sandsilos im Anschluß an die Aufbereitungsanlage notwendig, die ein genügend langes Abtropfen des Wassers gestatten. Eventuell müssen spülbare Entwässerungsleitungen in den verschiedenen Sandsilos angeordnet werden. Im Betonturm selbst ist die Feuchtigkeit des Sandes ständig zu kontrollieren. Günstig erwies sich dabei der Einbau einer elektrischen Widerstandsapparatur, die auf einfachste Weise dem Mann am Schaltpult gestattet, in jedem Augenblick den tatsächlichen Feuchtigkeitsgehalt des Sandes festzustellen und darnach die Anmachwassermenge abzustimmen.

Bei leicht zerbröckelnden Zuschlagstoffen und in vermindertem Maße ganz allgemein erleidet das Kieskorn beim Transport von der Aufbereitung bis zum Betonturm einen nicht zu vernachlässigenden Verschleiß. Die dadurch entstehenden Feinstsandbestandteile können auf den Beton einen ungünstigen Einfluß haben. Man ist deshalb verschiedenenorts dazu übergegangen, die größeren Komponenten der Zuschlagstoffe kurz vor dem Eintritt in den Betonturm nochmals abzuspritzen und zu sieben, um sie von diesen Feinstbestandteilen zu säubern (allgemeine Praxis in den USA). Bei dieser Maßnahme muß hingegen darauf geachtet werden, daß sie nicht ein erneutes Durchnässen des Sandes zur Folge hat.

An dieser Stelle soll noch auf folgende nützliche Maßnahme hingewiesen werden: Die Betonversuche, die vor und während der Bauausschreibung mit Material aus den vorgesehenen Gewinnungsstellen durchgeführt werden, sind nach erstellter Betonfabrik durch Versuche an Ort und Stelle zu kontrollieren, denn nur diese Großversuche mit den Zuschlagstoffen aus den tatsächlichen Gewinnungsstellen, gewaschen und sortiert in der Aufbereitungsanlage und zu Beton hergestellt im definitiven Betonturm, können letzten Endes ein zuverlässiges Bild über den tatsächlich herstellbaren Beton geben. Solche Großversuche werden vorzugsweise im Herbst vorgenommen, vor Beginn der Großproduktion, so daß während des Winters die Möglichkeit besteht, evtl. Ergänzungen, Verbesserungen oder Umstellungen in der Anlage bis zum Frühjahr vorzunehmen.

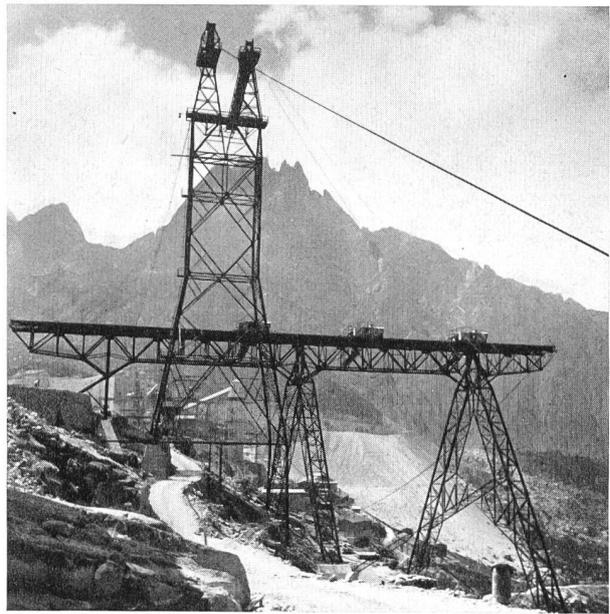


Bild 4 a Kabelkrananlage (Albigna) rechtes Widerlager auf Eisengerüst

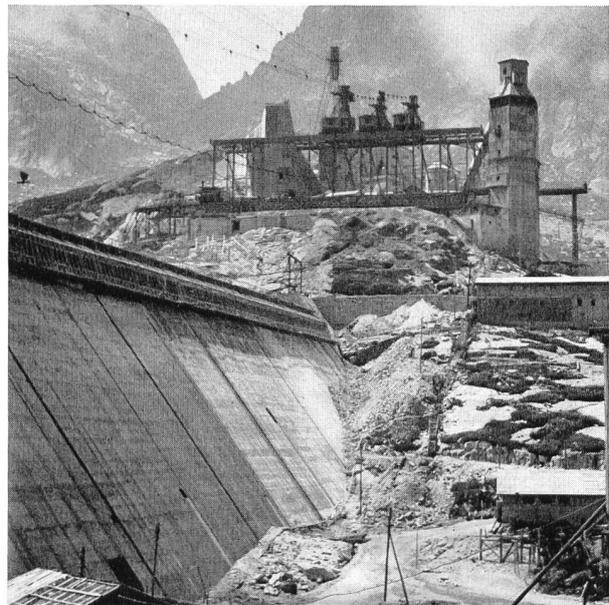


Bild 4 b Kabelkrananlage (Albigna) linkes Widerlager und Betonfabrik

Der Zutransport des Zementes von der Bahnstation auf die Baustelle zu den Zementsilos geschieht in 400- bis 800-kg-Kübeln mit Seilbahn oder bei guten Straßenverhältnissen in großen Zement-Containern mit Lastwagen.

III. Betontransport

Der Zutransport des Betons vom Betonturm zum Bauwerk kann auf verschiedene Arten geschehen, wobei sich im Laufe der letzten Jahre einige Methoden als für unsere Verhältnisse besonders günstig entwickelt haben.

1. An erster Stelle steht beim Bau unserer Stau- mauern das Einbringen des Betons mit Hilfe von Kabelkranen (Bilder 4). Der Kabelkran ist das geeignete In-



Bild 5
Derrick-Kran-Anlage
(Malvaglia/Blenio)
Aufnahme vom
25. Juni 1958

strument für Transporte, bei welchen sowohl der horizontale wie der vertikale Förderweg bedeutend sind. Er eignet sich deshalb für unsere meist mehr oder weniger V-förmig ausgebildeten Täler. Die normale Ausführung besteht aus einem auf beiden Talflanken parallel fahrbaren Kran. Die topographischen Verhältnisse gestatten leider nur selten und auch dann meistens nur mit sehr teuren Kranbahnen diese Lösung. Eine andere Lösung besteht in der Anordnung radial fahrbarer Krane, die nur eine, dafür meist längere Fahrbahn benötigen, aber für die Bestreichung eines Bauwerkes naturgemäß gewissen Beschränkungen unterworfen sind. Die in der Schweiz noch bis zum Bau der Staumauer Oberaar angewandte Methode der Verwendung von feststehenden Kabelkränen mit Betonverteiltbühnen dürfte wohl nicht mehr in Betracht kommen. Der dabei vom Beton zurückzulegende Weg hat Entmischungsmöglichkeit zur Folge und auch die Leistung entspricht nicht jener moderner Kabelkrane. Bei den modernen Kabelkränen, wie sie in Mauvoisin, Grande Dixence und Moiry verwendet wurden (Tragfähigkeit 20 t), kann mit einer Spielzahl von im Mittel 15—16/Stunde in den mittleren Mauerpartien, wobei maximale Spielzahlen von über 20/Stunde nicht selten waren, und von rund 10/Stunde in den tiefsten Partien gerechnet werden. (Drei Kabelkrane in Mauvoisin: Lieferant: Pohlig, Köln; Nutzlast am Haken: 20 t; horizontale Spannung: 514 m; max. Hubhöhe 275 m; Geschwindigkeiten: Katzfahren 6 m/s, Heben leer 2,8 m/s, Senken voll 2,5 m/s, gleichzeitiges Längsfahren und Heben oder Senken möglich.)

2. Handelt es sich darum, den Beton horizontal zu befördern und nur einen relativ geringen vertikalen Förderweg zurückzulegen, so ist die Verwendung von fahrbaren Portalkranen sehr zu empfehlen. Die Portalkrane können sich dabei auf einer Dienstbrücke oder sogar auf der Talsohle bewegen. Bei uns wurde diese

Lösung beim Bau der Staumauer Rossens mit Erfolg angewandt. Seither haben verschiedene Durchrechnungen bei anderen Objekten gezeigt, daß der Kabelkran im Vorteil war. Immerhin ist auch hierbei die Entwicklung im Bau von sehr leistungsfähigen Portalkranen zu berücksichtigen, die eine Spielzahl von 25 bis 30/Stunde gestatten und bei entsprechend großer Ausladung und Betonkübelinhalt ein beträchtliches Leistungsvermögen besitzen. Sie finden beim Bau von Staumauern, Schleusen und Docks im Auslande sehr häufig Verwendung.

3. Die Verwendung von Derrick-Kranen kann sich in speziellen Fällen bei engen Tälern empfehlen. Dabei muß allerdings auf eine günstige Betonzufuhr geachtet werden. Von dieser in Italien häufig angewandten Lösung wird zurzeit bei der Staumauer Malvaglia der Blenio-Kraftwerke ebenfalls Gebrauch gemacht, nachdem sie aushilfsweise bei gewissen Teilen der Staumauer Grande Dixence ausprobiert wurde (Bild 5).

4. Die ebenfalls grundsätzlich mögliche Verwendung von Förderbändern zum Transport des Betons dürfte bei den großen Leistungen, die heute verlangt werden, zu allzu umständlichen Installationen führen, abgesehen davon, daß der Transport des sehr trockenen und grobkörnigen Betons, wie er heute verlangt wird, auf Förderbändern auf Schwierigkeiten stoßen würde. In Deutschland wird das Förderband beim Bau von Trockendocks neben den fahrbaren Portalkranen verwendet.

Als Fördergefäß werden Betonkübel von 3—6 m³ Inhalt mit pneumatisch bedienbarem Verschluß verwendet. Es ist speziell darauf zu achten, daß bei der Entleerung keine Entmischung entsteht. Vom Betonurm führen Transportfahrzeuge auf der sog. Beton-aufgabe den hergestellten Beton zum Kübel des Transportgerätes (Kabelkran oder Portalkran). Als Transportfahrzeug kann ein auf Schienen fahrbarer Plattwagen, auf welchen die Betonkübel gestellt werden, oder

ein Silobus, wiederum auf Schienen oder auf Pneu-
sfahrbar, benützt werden. Die Pneu-
silobusse haben sich ihrer Beweglichkeit wegen sehr gut eingeführt. Sie gestatten auch durch Vermehrung ihrer Anzahl ein leichtes Anpassen an die geforderte Leistung.

Die viel umstrittene Frage, ob die Verwendung von Silobussen wegen des einmaligen Umschüttens des Betons dessen Entmischung erleichtere und darum dem direkten Transport im Kübel des Kabelkranes unterlegen sei, darf auf Grund der Erfahrung als gegenstandslos betrachtet werden. Es muß nur darauf geachtet werden, daß der Inhalt des Silobusses oder seiner Abteilungen genau dem Inhalt eines Betonkübels entspricht.

IV. Einbringen und Verarbeiten des Betons

Bevor über das Einbringen des Betons gesprochen wird, sollte an dieser Stelle über die Schalung und Gerüstung großer Betonbauwerke berichtet werden, doch fällt dieses leider vom Ingenieur so oft vernachlässigte und dem Bauführer und Polier überlassene wichtige Gebiet nicht in den Rahmen dieses Vortrages. Nur soviel sei festgehalten, daß Blockhöhen von 2,5—3 m sich bei uns als wirtschaftlich am günstigsten erwiesen haben. Im Unterschied dazu geht man in den USA nicht über 1,50 m hinaus.

Der Beton wird in Schichthöhen von etwa 60—70 cm eingebracht, so daß nach fertiger Verdichtung 50—60 cm Betonhöhe hergestellt ist. Die Verteilung und Verarbeitung des, wie mehrfach erwähnt, erdfeuchten bis schwach plastischen Betons ist eine der wichtigsten Phasen, und es ist natürlich, daß sich dabei am meisten Differenzen zwischen der Bauleitung und der Unternehmung einzustellen pflegen. Hauptbedingung muß sein, daß der Beton überhaupt verarbeitbar bleibt. Die Verarbeitbarkeit setzt deshalb die unterste Grenze des Wasserzusatzes fest. Es hat sich gezeigt, daß die Verarbeitbarkeit von verschiedenen Faktoren, insbesondere der Form und Menge der Fein- und Feinstbestandteile der Zuschlagstoffe abhängt. Hier soll nur erwähnt werden, daß unsere Kiesgewinnungsstellen in den Alpen oft Mangel am Sandanteil 0—1 mm aufweisen. Es muß deshalb für die Möglichkeit gesorgt werden, diesem Mangel durch künstliche Herstellung des Feinsandes abzuwehren. Dafür haben sich die Stangensandmühlen (Rodmills) besonders gut bewährt. Die Ausbreitung des Betons darf nicht den Vibratoren überlassen, sondern muß anderweitig bewerkstelligt werden. Sehr vorteilhaft hat sich der Einsatz von Kleinbulldozern, z. B. Caterpillar D 2 und D 4, erwiesen. Dieselben besorgen die Verteilung ohne Beeinträchtigung der Kornzusammensetzung durch Verdücken, wie man eventuell befürchten könnte. (Bild 6)

Die erwähnte Konsistenz des Betons verlangt die Verwendung robuster und sehr leistungsfähiger Vibratoren. Sehr gut haben sich die Notz-Vibratoren Typ GF 125 bewährt mit folgenden Charakteristiken: Nadeldurchmesser 125 mm, Nadellänge 1000 mm, Tourenzahl 8900, Gewicht einschließlich des fest angebautelektromotors von 7¹/₂ PS 90 kg. Die einzelnen Vibrationsstellen sollen ungefähr 60—80 cm voneinander entfernt sein. Der Vibrator muß möglichst vertikal eingeführt werden (Winkel gegen die Vertikale etwa 30°) und die eigentliche Vibration sollte nicht zu kurz, aber auch nicht zu lange

währen. Über die genaue Vibrationszeit wird man je nach Zuschlagstoff an Ort und Stelle Versuche machen müssen; sie dürfte zwischen 20 und 30 Sekunden liegen. Diese starke Vibration verlangt eine entsprechend große Anzahl von Vibratoren, die weit über das Maß hinausgeht, welches normalerweise angenommen wird (1 Vibrator bewältigt etwa 20 m³/Stunde). Eine sehr empfehlenswerte Neuerung wurde auf der Baustelle Mauvoisin erstmalig angewandt, indem vier Vibratoren an einem Fiat-Traktor sowohl längs als auch quer zur Fahrtrichtung frei schwingbar aufgehängt wurden. Dies gestattete eine sehr systematische und gleichmäßige Vibration bei gleichzeitiger Einsparung an Arbeitslöhnen (Bild 7).



Bild 6 Ausbreiten des Betons (Zeuzier/Lienne)

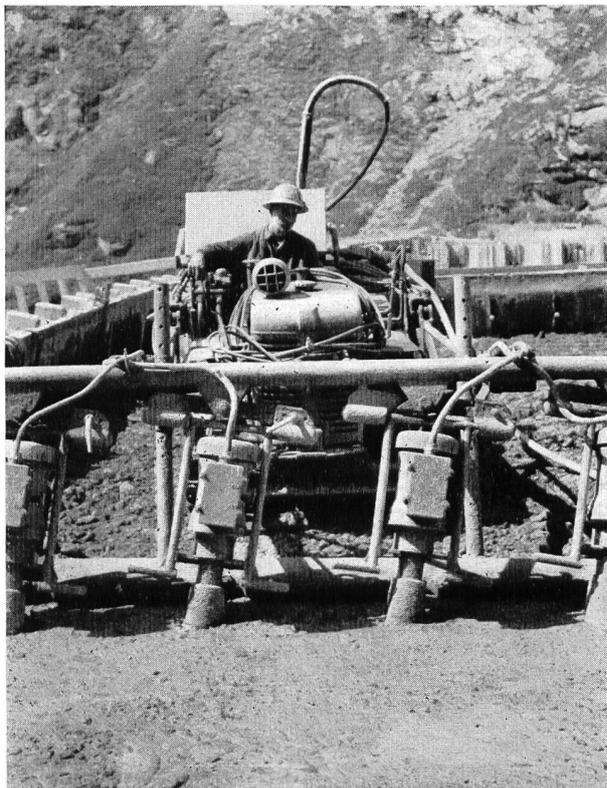


Bild 7 Vibrieren des Betons (Mauvoisin)

Der Vollständigkeit halber muß noch erwähnt werden, daß selbstverständlich zwischen Vorsatzbeton und Kernbeton keine Abschalung, die eine Fuge zur Folge hätte, eingeschaltet werden darf. Der Übergang muß im Gegenteil möglichst unregelmäßig sein und ergibt sich zwanglos dadurch, daß zuerst der Vorsatzbeton und unmittelbar anschließend der Kernbeton eingebracht wird.

Bei den großen Blockoberflächen von 500—600 m² ergibt dies mit einer Schichtstärke von 50 cm 250—300 m³ Beton. Es muß nur darauf geschaut werden, daß die nächstfolgende Schicht nicht später als wenige Stunden auf die vorhergehende Schicht aufgelegt wird, um ein Auflösen der ganzen Blockhöhe in unabhängig voneinander wirkende Schichtpakete zu verhindern. Daraus ergibt sich die erforderliche Leistung der Fördergeräte, z. B. der Kabelkrane. Bei der Staumauer Mauvoisin wurden mit Vorteil auf einem Block zwei Kabelkrane gleichzeitig eingesetzt.

Nach Beendigung eines Blockes ist die Betonoberfläche je nach Außentemperatur 2—5 Stunden nach Einbringen der letzten Mischung sorgfältig zu reinigen durch Abspritzen derselben mit einem starken Wasserstrahl von 5—6 atü Druck (Wasserverbrauch etwa 150 l/Minute). Dabei löst sich alles nicht ganz gut verbundene Material inkl. der Zementschlemme. Eventuell ist die Wirkung des Wasserstrahls durch Druckluft zu verstärken. Es kann mit etwa 1 cm Verschleißhöhe gerechnet werden. Zur Abfuhr des Wassers muß die Betonoberfläche mit etwa 2‰ Gefälle am besten in Richtung Stausee ausgeführt werden. Vor Wiederbeginn der Betonierung des nächsten Blockes ist die Oberfläche erneut gut zu waschen und stark zu nassen und hierauf mit einer etwa 2 cm starken Mörtellage mit Schaufel und Stahlbesen abzugleichen. Diese Methode — sorgfältig ausgeführt — hat sich als ausreichend bewährt. Bekanntlich verlangen die Vorschriften in den USA eine weitergehende Behandlung der Betonoberfläche durch Sandstrahl.

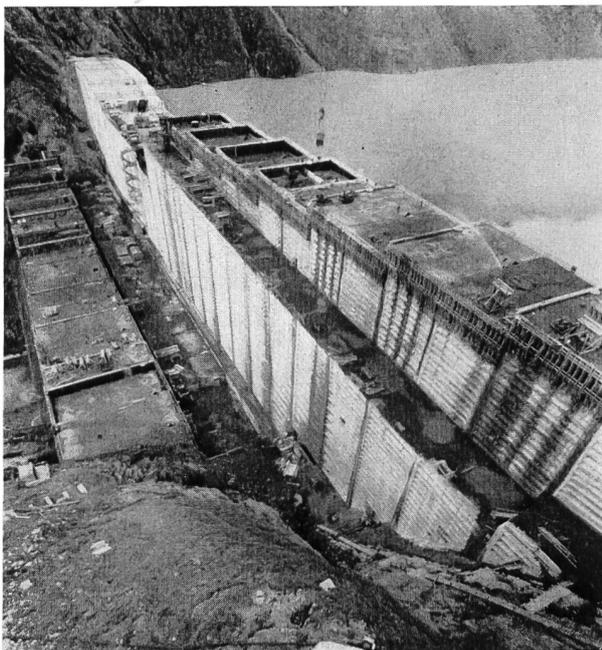


Bild 8 Blockaufbau horizontal (Grande Dixence)

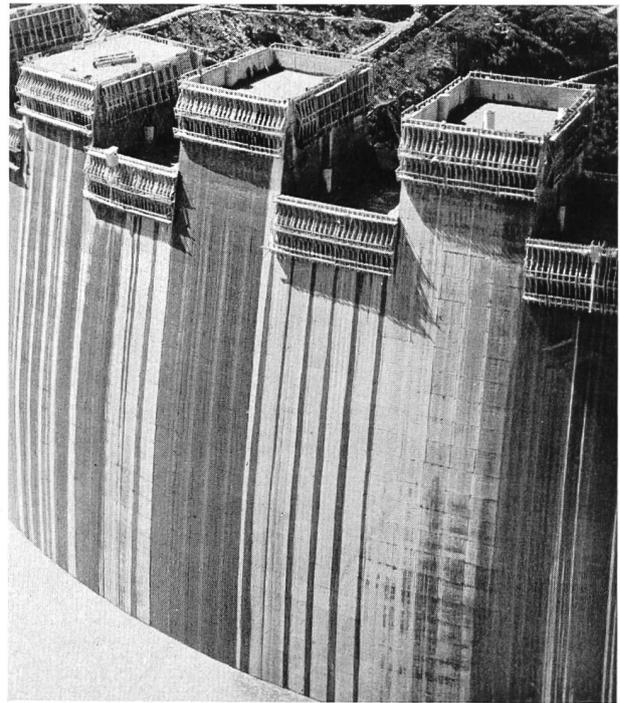


Bild 9 Blockaufbau vertikal (Mauvoisin)

Als Schutz gegen die Winterkälte hat sich die Abdeckung der Betonoberfläche am Ende der sommerlichen Bausaison durch eine etwa 30 cm starke Feinkiessschicht bewährt, wobei eine Zwischenlage starken Kreppapiers das Anfrieren der Kiesschicht an den Beton verhindert.

Frische Betonoberflächen sind durch Berieselung die erste Zeit nach der Betonierung feucht zu halten.

Die Wartezeit zwischen der Betonierung aufeinanderfolgender Blöcke hängt von den Bedingungen der Kühlung und vom Bauprogramm ab. Daraus ergeben sich widersprechende Wartezeiten, weshalb ein Mittelwert festgesetzt werden muß, der in unseren Verhältnissen bei 3—4 Tagen liegen wird, in wärmeren Gegenden aber noch länger sein kann.

Die durch die Hydrationswärme des Zementes aufgeworfenen Probleme der Erwärmung des Betons, seiner natürlichen und künstlichen Kühlung werden in einem getrennten Vortrag behandelt. In diesem Zusammenhang soll lediglich darauf hingewiesen werden, daß sich die künstliche Kühlung mittels von kaltem Wasser durchflossenen Kühlschlangen in unseren Verhältnissen sehr gut bewährt hat. Die Rohr Kühlung erlaubt eine starke Anpassung des Bauprogrammes an die thermischen Erfordernisse und die örtlichen Bedingungen in viel höherem Maße als jede andere bis heute bekannte Methode der künstlichen Kühlung.

Auf ein Problem, das speziell beim Staumauerbau aufgetreten ist, möge noch kurz hingewiesen werden. Bekanntlich ist jede Mauer, sei es eine Gewölbe- oder eine Gewichtsmauer, für irgendeinen Zweck durch Dehnfugen während des Bauzustandes unterteilt. Nun können die einzelnen Blöcke horizontal einer nach dem andern erstellt werden, «horizontaler Aufbau» (Bild 8), oder es können Pfeiler- oder turmartig jeder 2. Block



Bild 10
Blockaufbau vertikal
(Moiry/Gougra)

hochgezogen und nachträglich die Lücken zwischen den einzelnen Türmen ausgefüllt werden (Bild 9 und 10). Im letzteren Falle beträgt die Höhendifferenz zwischen den einzelnen Blocklagen 3—4 oder mehr Blockhöhen. Jedes System hat seine Vor- und Nachteile. Welches die bessere Lösung ist, hängt von den jeweiligen Verhältnissen ab, z. B. davon, ob es sich um eine Gewichts- oder um eine Bogenmauer handelt und vornehmlich von der Placierungsmöglichkeit des Betons. Dieselbe ist charakterisiert durch das Verhältnis der Betonoberfläche in einer bestimmten Höhenlage zur Betonkubatur. In den unteren Partien einer Bogenmauer beispiels-

weise ist dieses Verhältnis meist ungünstig. Am günstigsten dürfte es in den mittleren Höhenlagen sein, um sich gegen die Krone zu etwas zu verschlechtern. Allerdings ist diese Verschlechterung und damit die Reduktion der möglichen Einbringkubatur bei den bis jetzt üblichen großen Kronenstärken nur unbedeutend gewesen. Beim System mit turmartigem Aufbau ist nun die Placierung des Betons etwas anpassungsfähiger und weniger abhängig von den Nachbarblöcken als beim horizontalen Aufbau. Hingegen ist die Übersichtlichkeit und die Begehbarkeit natürlich bedeutend schlechter. Die Placierungsmöglichkeit ist auf der Baustelle Mauvoisin mit Erfolg an einem Tischmodell jeweils studiert und ausprobiert worden. Dies war besonders notwendig wegen der im Grund- und Aufriß gekrümmten Bogenform und der drei radial fahrbaren Kabelkrane.

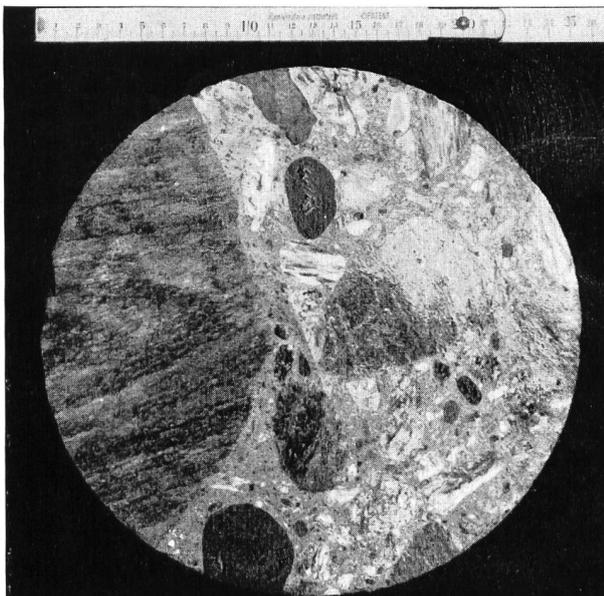


Bild 11 Schnitt Fels-Beton

V. Schlußbetrachtung

Es hat sich gezeigt, daß sich durch eine intensive Organisation und Verwendung der besten auf dem Baumaschinenmarkt vorhandenen Geräte ganz außerordentlich hohe Leistungen bei sehr guter Qualität des Betons erzielen lassen. So wurde auf der Baustelle Grande Dixence in der Bausaison 1957 mit einer Belegschaft von etwas über 1000 Mann mehr als 1 Mio m³ Beton eingebracht, in Mauvoisin mit 550 Mann über 700 000 m³.

Darstellung der Betonierleistung in der Sommersaison 1957:

| | Grande Dixence | Mauvoisin |
|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| Total 1957 | 1 015 000 m ³ | 738 000 m ³ |
| Mittlere Tagesleistung | 6 800 m ³ | 4 700 m ³ |
| Maximale Tagesleistung | 9 150 m ³ | 8 037 m ³ |
| Maximale Monatsleistung | 194 000 m ³ | 173 000 m ³ |

Dabei darf allerdings nicht unerwähnt bleiben, daß solche Leistungen nur dadurch möglich sind, daß im Winter die ganze Bauinstallation eingehend geprüft

und revidiert wird, evtl. schwache Stellen ausgemerzt und ersetzt werden. Dazu braucht es Arbeitskräfte, so daß z. B. auf der Baustelle Grande Dixence auch den Winter hindurch 400—450 Mann Beschäftigung finden. Die Totalkosten der Winterrevision aller Installationen belaufen sich auf den m³ Beton umgerechnet auf Fr. 2.50 bis 3.—.

Die mittlere Druckfestigkeit des Betons betrug dabei — in runden Zahlen ausgedrückt — beispielsweise bei Mauvoisin nach 90 Tagen für Beton P 175 320 kg/cm² bei einer Streuung von 10,5% und für Beton P 250

430 kg/cm² bei einer Streuung von 7%. Dazu ist allerdings beizufügen, daß die Betonzuschlagstoffe in Mauvoisin vorzüglich sind. Immerhin zeigen die Resultate der Staumauer Moiry, mit weniger guten Zuschlagstoffen, Festigkeiten nach 90 Tagen für einen Beton P 160 von 265 kg/cm² und für einen Beton P 250 von 360 kg/cm² (Bild 11).

Bildernachweis:

1/3, 6/11: Photos E. Brügger, Zürich; 4 a/b: Photos Beyeler, Basel; 5: Photo Willi Borelli, Airolo.

Einweihung der Kraftwerke Mauvoisin

Eine lange Kolonne von Postautos und Cars brachte am Morgen des 17. September 1958 mehrere hundert Gäste von Martigny durch das lange Val de Bagnes zur hochgelegenen, in enger Schlucht errichteten großen Talsperre von Mauvoisin. Nach einer Bauzeit von siebeneinhalb Jahren konnten die Kraftwerkanlagen, die teilweise schon längere Zeit in Betrieb sind, mit einer besonders festlichen Zeremonie eingeweiht werden. Zur Feier des Tages schmückte eine große Schweizerfahne, flankiert von den Flaggen der Kantone Wallis und Zürich den Scheitel der riesigen Betonwand, und die Fahnen aller Schweizerkantone flatterten auf der langen Staumauerkrone im regen-

ankündenden Wind; das Wetter war aber noch gnädig, und die Sonne beleuchtete von Zeit zu Zeit kurz die große Menschenmenge, die den einleitenden Fanfarenstößen und der Einsegnung der Staumauer durch S. E. Mgr. Haller, Abt von St-Maurice und Bischof von Bethlehem beiwohnte, den Liedern der Trachtengruppe «Chanson Valaisanne» und der Blechmusik der Talschaft zuhörte und zum Abschluß der Zeremonie andachtsvoll die Hymne «Großer Gott, wir loben Dich» sang.

Hinter der im Oktober 1957 fertig erstellten Talsperre Mauvoisin erreichten die gestauten Wasser erstmals nahezu das Stauziel von 1961,5 m

Kraftwerkgruppe Mauvoisin:

| Kraftwerkstufe | Nutzwasser- menge m ³ /s | Netto- gefälle m | Max. mögl. Leistung ab Generator MW | Mittlere mögliche Energieproduktion in GWh | | |
|-------------------|---|------------------------|---|---|---------------------|------|
| | | | | Winter- halbjahr | Sommer- halbjahr | Jahr |
| Mauvoisin-Fionnay | 34,50 | 300/460 | 127,5 | 181 | 57 | 238 |
| Fionnay-Riddes | 28,75 | 1000 | 225,0 | 423 | 100 | 523 |
| total | | 1300/1460 | 352,5 | 604 | 157 | 761 |

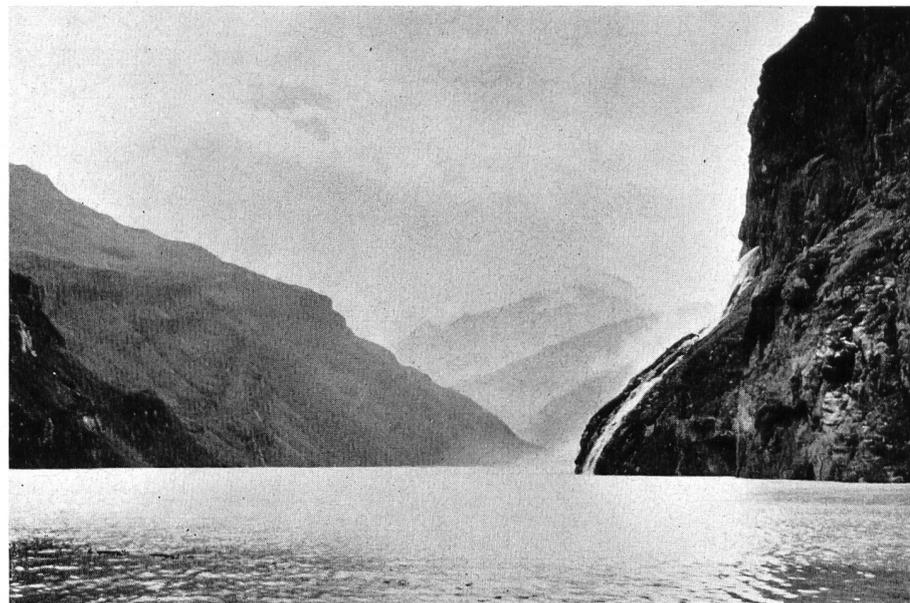


Bild 1
Der im Herbst 1958 erstmals gefüllte Stausee Mauvoisin, rechts Einleitung des vom Corbassière-Gletscher zugeführten Wassers