

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 98 (1980)
Heft: 1-2

Artikel: Gekühlter Beton für den Staudamm von Itaipú
Autor: Weber, Rudolf
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-74027>

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: 17.02.2026

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

Gekühlter Beton für den Staudamm von Itaipú

Bei mehr als 40 Grad im Schatten werden 12 Mio Kubikmeter Beton mit Eis angerührt, der Kies zuvor in eisiger Luft gebadet. Nur so kann die grösste Betonmauer der Welt innerhalb von zehn Jahren, der halben sonst nötigen Zeit, gegossen werden - der *Staudamm von Itaipú*, dem weltgrössten Wasserkraftwerk.

Wasserkraftwerk der Superlative

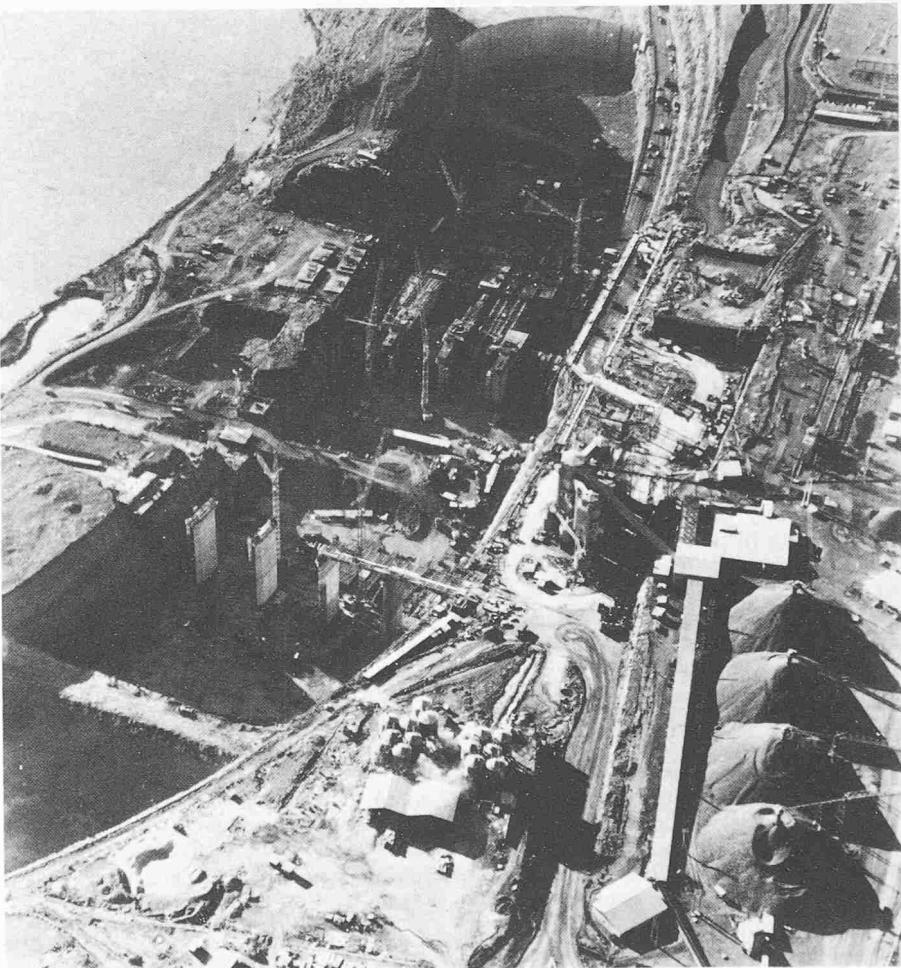
Mit einer mittleren Wasserführung von mehr als 8000 m³ in der Sekunde ist der *Rio Paraná* einer der wasserreichsten Ströme überhaupt. Auf einer Länge von 190 km bildet er die Grenze zwischen Brasilien und Paraguay und zugleich ein recht enges Flusstal mit über 100 m Gefälle. Dieses Potential an Wasserkraft nicht zu nutzen, käme dem Verzicht auf die Ausbeutung einer unerschöpflichen Öl-Lagerstätte gleich, rechtfertigten die beiden Länder ihr gemeinsames Kraftwerkprojekt, als es im Jahre 1966 ins Leben gerufen und von Kritikern eine Nummer zu gross befunden wurde. Nach jahrelangen Vorarbeiten der Ingenieure fiel anfangs der 70er-Jahre die Entscheidung über den Standort von Staumauer und Maschinenshaus: Nahe dem Dreiländereck mit Argentinien und unweit der berühmten Wasserfälle des *Rio Iguacu* liegt im Paraná eine kleine Felseninsel, der die Guarani-Indianer den Namen Ita-Ipyte gegeben hatten, «Rauschen des Wassers über den Steinen» – daraus ist Itaipú geworden (betont wird jeweils auf der letzten Silbe).

Der Bau dieses Wasserkraftwerkes der Superlative begann im Jahre 1975. Es sind zwölf Mio Kubikmeter Beton, wovon allein zwei Drittel zur 1,5 km langen und stellenweise 176 m hohen Hauptstaumauer gegossen werden sollen. Hinter dieser Masse verbirgt sich ein Verfahren der Betonaufbereitung, das seinerseits nach Superlatten verlangt: Die – ebenfalls grösste- «Betonküche» der Welt arbeitet mit gekühlten Zutaten, damit das Produkt beim Eingießen in die Schalungen eine Temperatur von plus sieben Grad Celsius nicht überschreitet – wie es die Bauherren vorschreiben. Was steckt hinter dieser Auflage?

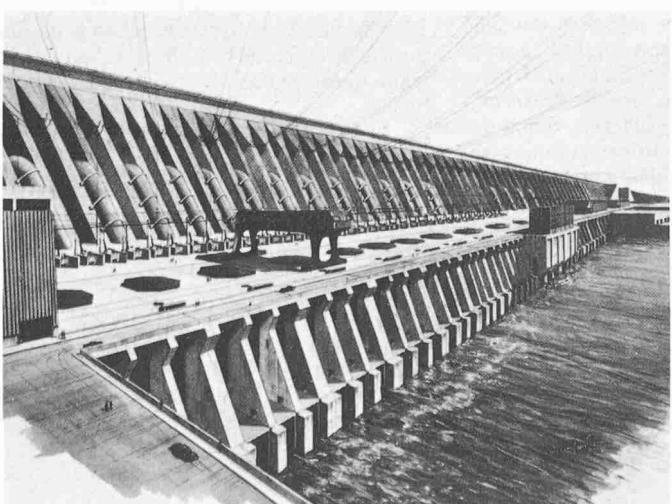
Heisses Klima verlangt kalten Frischbeton

Beton entwickelt während dem Erstarren Wärme. Je nach Zementsorte macht der Temperaturanstieg 20 bis 40 Grad aus. Giesst man einen dicken Block, wird zwar seine Oberfläche von der Umgebungsluft ab-

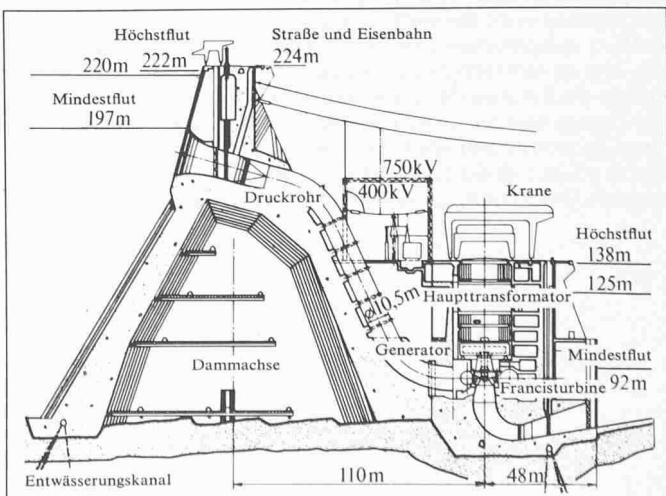
gekühlte, sein Inneres bleibt jedoch warm, weil Beton ein schlechter Wärmeleiter ist. Kalte Schale und warmer Kern – das heisst unterschiedliche Volumenänderungen, der Block kann feine Risse bekommen. Und die sind in einer Mauer, hinter der 29 km^3 Wasser 120 m hoch aufgestaut sind, nicht erwünscht. Ein Ausweg bestünde darin, den Beton in dünnen Lagen zu vergießen und nach jeder Schicht tagelang zu warten; denn ungefähr die Hälfte der Wärme entsteht in den ersten vier Tagen (die andere Hälfte während des folgenden Jahres). Würde man



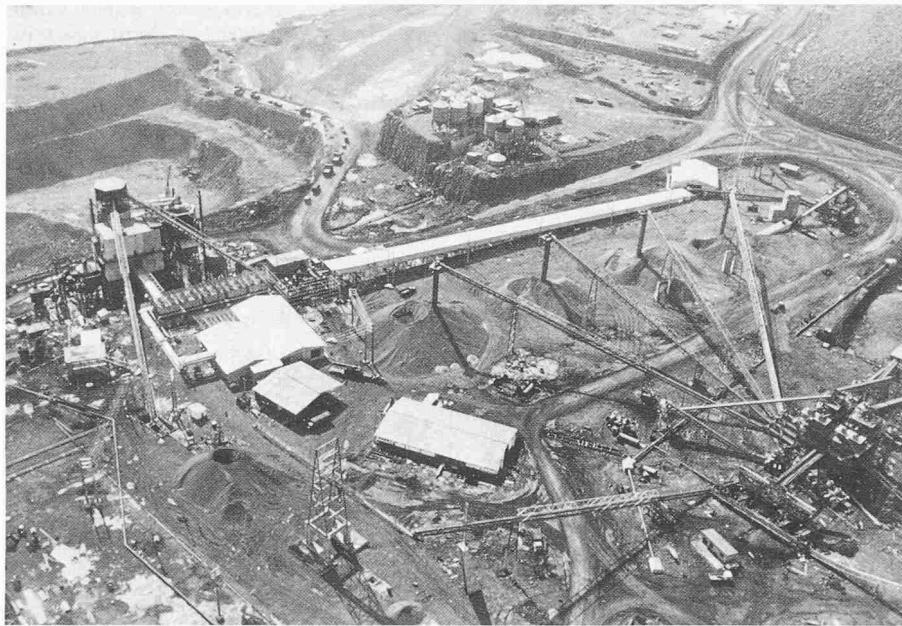
Eine der beiden Kältezentralen (Vordergrund) mit dem 200 m langen Tunnel zur Vorkühlung des Kieses. Zwischen der Zentrale und dem Flussbett des Rio Parana (links oben) der 2 km lange und 150 m breite Umlenkanal; durch ihn fliesst seit November 1978 das Wasser, damit die Fundamente der Hauptstaumauer betoniert werden können



Architektur skizze des 1500 m langen Beton-Hauptdams mit dem vorgelagerten 960 m langen Maschinenhaus



Querschnitt durch Beton-Hauptdamm und Maschinenhaus



Die Kältezentrale auf dem brasilianischen Ufer mit dem 200 m langen Tunnel zur Vorkühlung des Kieses

in Itaipú so verfahren, wäre die Staumauer erst in ungefähr 20 Jahren fertig. Der Terminplan sieht jedoch vor, dass der erste Turbogenerator schon im Jahre 1983 Strom erzeugt und dass das Kraftwerk 1988 voll in Betrieb steht.

Die Erklärung für diese Halbierung der sonst nötigen Betonierzeit liegt in der Temperatur des frischen Betons. Bei sieben Grad ist die Wartezeit viel kürzer, denn die Temperaturen in den Betonblöcken steigen dann nicht über jene der schwülen Luft am Rio Paraná, die nicht selten um die 40 Grad liegen.

Um den Beton so kalt servieren zu können, bedarf es einer ganzen Reihe von Massnahmen. Sie beginnen mit der Positionierung der Mischzentralen: drei (jede von ihnen kann pro Stunde 180 m³ Beton liefern) auf jeder Seite des Flusses und je eine mit Ammoniak arbeitende Kältezentrale. Das sichert so kurze Wege, dass sich der Frischbeton beim Transport allenfalls um ein Grad erwärmt. Er darf also den Mischer nicht wärmer als sechs Grad verlassen.

zutat richtet sich der erste grosse Kälteangriff. Zwei Förderbänder transportieren je 650 Tonnen je Stunde durch einen 200 m langen Gang (je einen pro Flussufer); dabei wird der Kies mit 2,5 Grad kaltem Wasser berieselt, so dass am Ende des Tunnels die Temperatur im Kern der Kieselsteine auf sechs bis neun Grad gesunken ist – bei den kleinen Kieselsteinen tiefer als bei den grossen. Der grobe Kies erhält anschliessend noch ein Bad in minus 17 Grad kalter Luft. Er hat nun minus sieben Grad erreicht und kommt zusammen mit den anderen Betonzutaten in die Mischtrömmeln. Dabei wird das Mischwasser, zuvor auf plus fünf Grad gekühlt, im zweiten grossen Kältestoss mit Scherbeneis von minus fünf Grad ergänzt. Die Scherben haben (zum leichteren Schmelzen) die Form von zwei Millimeter dünnen und drei Zentimeter langen Plättchen. Die beiden Eisfabriken von Itaipú produzieren davon täglich je 650 Tonnen.

Kostspielig, dennoch wirtschaftlich

Das Ergebnis dieses Kühl-Aufwands: Betonmischung I beispielsweise, die nur feine Kiese enthält, verlässt den Mischer mit 5,84 Grad; Mischung II mit groben Kiesen kommt auf 5,89 Grad. Das sind freilich theoretisch errechnete Werte; jene der Praxis mögen davon ein wenig abweichen, zumal das Abmessen der Zutaten nicht automatisch, sondern von Hand vorgenommen wird (bei einem so rauhen Geschäft traut man der

Daten des Wasserkraftwerk-Projektes Itaipú

Paraná-Fluss	
Mittlere Wassermenge	8 460 m ³ /s
Maximale gemessene Wassermenge	28 400 m ³ /s
Staubecken	
Normaler Wasserspiegel	220m ü.M.
Länge	170 km
Oberfläche	1 460 km ²
Wasserinhalt	29 · 10 ⁹ m ³
Staudamm	
Länge des Hauptdammes (Beton)	1 500 m
Kote der Dammkrone	224 m ü.M.
Kleinste Kote der Dammfundamente (min)	48 m ü.M.
Grösste Dammhöhe	176 m
Länge des Seitendamms (Beton)	770 m
Länge des gesamten Dammkomplexes (Beton + Fels/Erde)	7 655 m
Maschinenhaus	
Anzahl der Turbogeneratoren	18
Grösste Wassermenge je Turbine	750 m ³ /s
Durchmesser der Druckleitungen	10,5 m
Normale Zulaufhöhe	112 m
Nennleistung je Turbogenerator	700 MW
Gesamtleistung	12 600 MW
Einige Bauzahlen	
Aushub in Erdreich	23 Mio m ³
Aushub in Fels	45 Mio m ³
Notwendige Betonmenge	12 Mio m ³
Notwendige Menge Armierungsstahl	130 000 t
Notwendige Menge Baustahl	285 000 t

Automatik nicht ganz).

Die Betonkühlung in solchen Dimensionen ist nicht billig. Sie kostet «einige Prozent» der Gesamtbausumme von Itaipú, die immerhin rund 15 Mia Franken beträgt. Doch die Verkürzung der Bauzeit für die Staumauer um ein Jahrzehnt auf ein Jahrzehnt macht die Ausgaben für die Kältekühlung mehr als wett.

Die Kompressoren und Kühltürme für die Ammoniak-Kälteanlagen wurden von der Firma Sulzer in Winterthur geliefert. Ihre brasilianische Tochter Sulzer do Brasil leitet zudem das Firmenkonsortium, das die gesamten Betonkühlungen innerhalb eines Jahres plante und erstellte. Ein weiterer Schweizer Konzern, Brown Boveri, ist zu 30 Prozent an der maschinellen Ausrüstung des Kraftwerkes beteiligt, deren Gesamtwert ca. 1,5 Mia Franken ausmacht. So wird die Industria Eletrica Brown Boveri São Paolo neun der geplanten 18 Hydrogeneratoren bauen.

Rudolf Weber

Adresse des Verfassers: Dr. R. Weber, dipl. Ing., Alte Bruggerstr. 8, 5605 Dottikon