

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 69 (1951)  
**Heft:** 11

**Artikel:** Staumauer und Kraftwerk Castelo do Bode in Portugal  
**Autor:** Schnitter, Erwin  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-58825>

#### **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:** 20.02.2026

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

## Staumauer und Kraftwerk Castelo do Bode in Portugal

DK 627.82(469)

Von ERWIN SCHNITTER, Lissabon, Oberingenieur der A.-G. Conrad Zschokke, Genf

Schluss von Seite 132

In der Staumauer ist ein von der Firma *Schindler* in Luzern gelieferter Aufzug eingebaut mit einer Tragkraft von 1000 kg. Er führt Waren und Personen von der Talsohle (Kote + 48,5) bis hinauf auf den Kamm der Mauer (Kote

+ 116,5) und erreicht damit eine Förderhöhe von 68 m. Unterwegs sind zwei Haltestellen eingebaut, damit die beiden Kontrollgänge bequem erreicht werden können. Ein weiterer Schindler-Aufzug von ebenfalls 1000 kg Tragkraft übernimmt in der Zentrale den Transport von Menschen und Material zwischen den sechs Stockwerken.

Wir wenden uns nun der Ausführung der beschriebenen Bauten zu.

Zunächst wurde die Baustelle trockengelegt und gesichert durch folgende Anlagen: Ein Umlaufstollen im rechten Talhang, 225 m lang, 12 m breit und 10 m hoch konnte 2000 m<sup>3</sup>/s abführen. Oberwasserseitig wurde die Baugrube durch eine Betonmauer von 35 m Höhe und 150 m Kronenlänge abgeschlossen; deren Wasserseite ist ein Vertikalzylinder mit 65 m Radius, die Luftseite ist 5:1 geneigt, die Stärke beträgt 7 m im Fundament, 2 m an der Krone. Im Unterwasser wurden zwei Spundwände gerammt, eingefüllt, durch Felschüttung verstärkt und mit Betonüberbau versehen. Im Schutze dieser Anlagen wurde der Rohaushub mit einfachen Mitteln durchgeführt.

Die weiteren Bauarbeiten bildeten den Gegenstand einer internationalen Ausschreibung, wobei die Installationen durch den Bauherrn schon disponiert und die gesamten Baumaschinen einer englischen Gruppe in Auftrag gegeben waren. Als Ergebnis dieser Ausschreibung übertrug die HEZ die gesamten Bauarbeiten einer hiefür gebildeten Arbeitsgemeinschaft der Firmen *Moniz da Maia, Duarte e Vaz Guedes Lda., Lisboa* und *A.-G. Conrad Zschokke, Genf*. Die erstgenannte Firma war schon auf der Baustelle tätig als Unternehmung für die hiervor genannten Arbeiten.

Anfangs 1948 wurde die Ausführung der Installationen in Angriff genommen, wozu innerhalb einiger Wochen eine Belegschaft von 1000 Mann aufgebaut wurde. Ende Juni konnte mit der Betonierung des Mauerfundamentes begonnen werden. Vertragsgemäß sollten Ende 1950 die Bauarbeiten so abgeschlossen sein, dass anfangs 1951 die Energieerzeugung beginnen kann. Es mussten demnach in 2 1/2 Jahren 500 000 m<sup>3</sup> Beton hergestellt werden. Hierfür wurde das im folgenden beschriebene Werkzeug aufgebaut.

Der gesamte benötigte Kies konnte in guter Qualität dem Flussbett entnommen werden. Mit Zentrum 2,5 km unterhalb der Staumauer liegen auf 3 km Flusstrecke bis 12 m mächtige Alluvionen, deren Herkunft aus Granit, kristallinen Schiefern und Gneisen einen harten Kies und quarzreichen Sand sicherstellen. Längs dem rechten Ufer wurden sechs Kabelbagger (Bild 10) aufgestellt mit 28 m hohen Türmen 1,2 m<sup>3</sup> Kübeln, Zwei-Trommelwinden mit 110 PS-Elektromotor. Ein solcher Kabelbagger (*John Henderson & Co., Ltd., Aberdeen*) leistete im durchgehenden Betrieb 30 t/h; ihrer fünf speisten die Betonieranlage, die im Mittel 1300 m<sup>3</sup> Beton pro Tag herzustellen vermochte.

Diesel-Camions *Euclid* mit 6 m<sup>3</sup>-Kippkästen fuhren den Kiessand zur am Fluss zentral gelegenen Aufbereitungsanlage (Bild 11), wo er gewaschen und nach den Größen 4, 10, 25, 50, 100 und 200 mm getrennt wurde. Die Aufbereitungsanlage (*Frederik Parker, Ltd., Leicester*) bestand aus drei zu einer Gruppe zu-

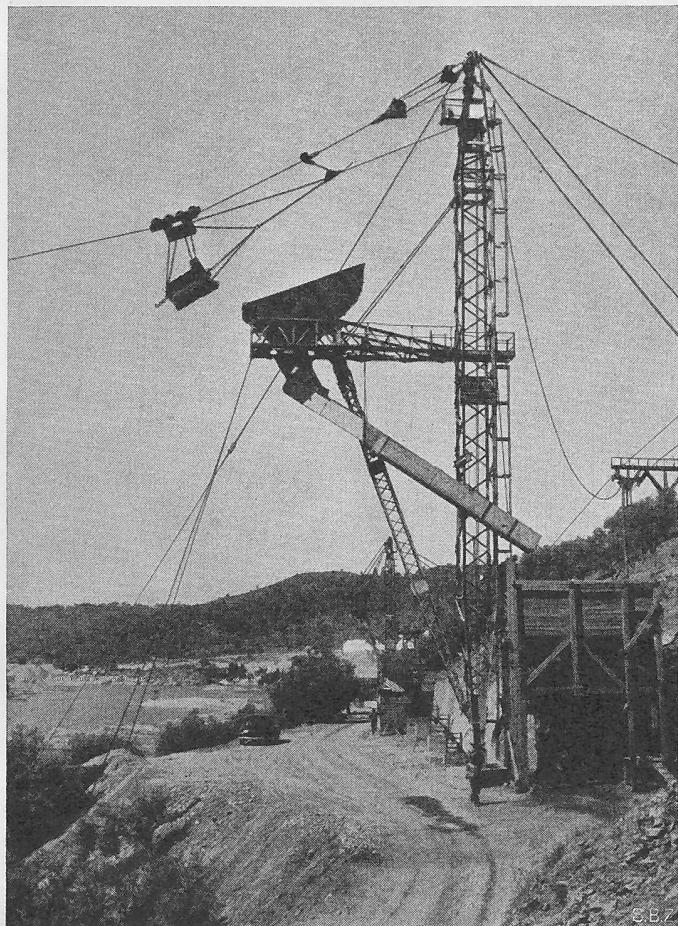


Bild 10. Kabelbagger mit Belade-Silo für Euclids

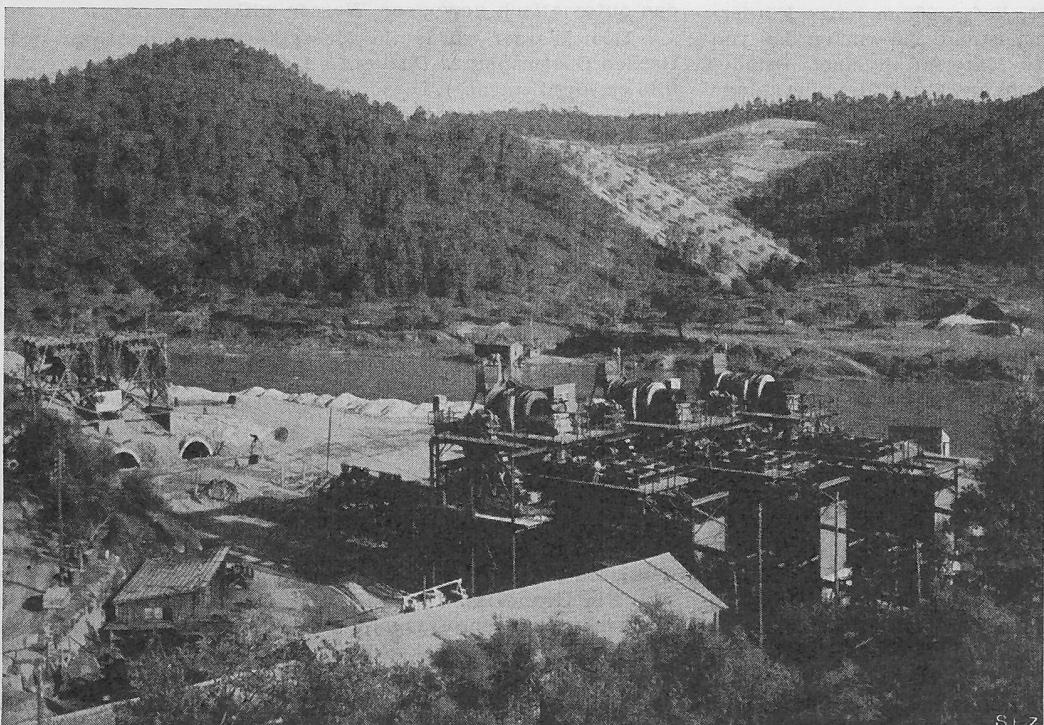


Bild 11. Aufbereitungsanlage aus drei Einheiten. Links Tunnel für Kieslager

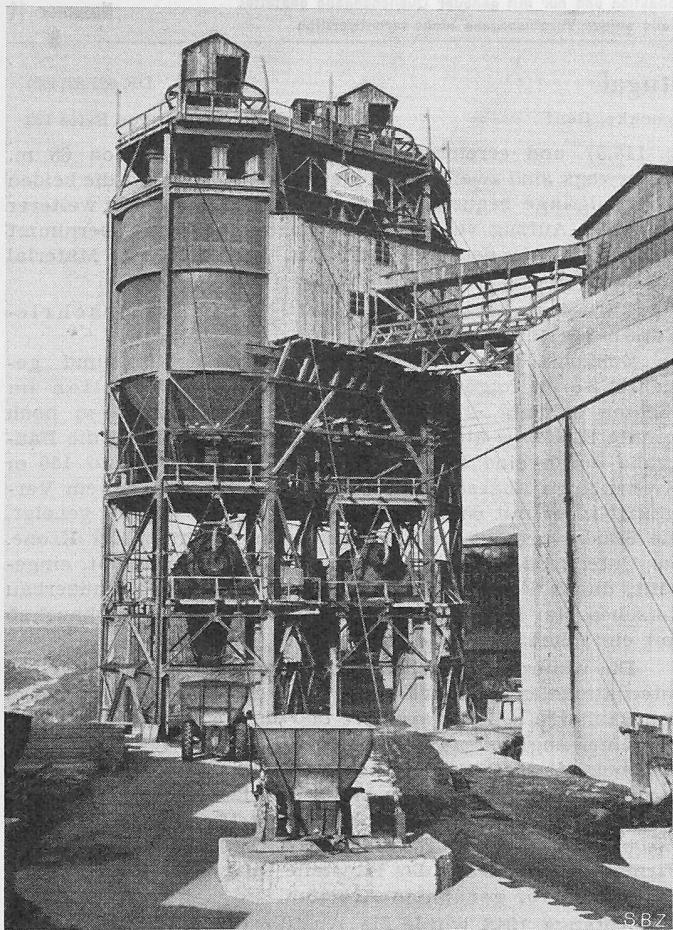


Bild 12. Betonieranlage mit angebauter Eiserzeugung

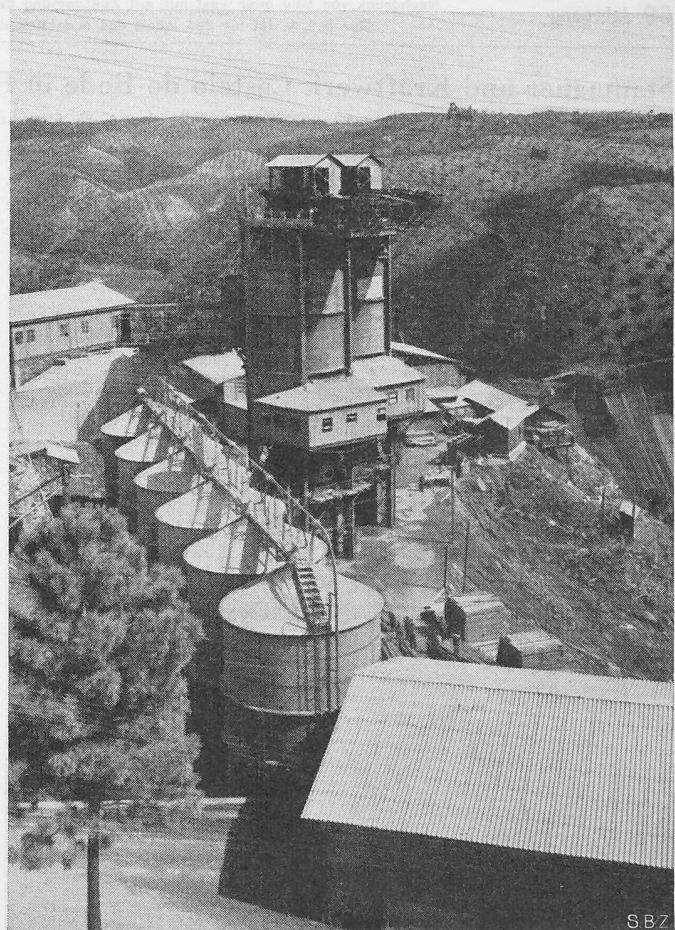


Bild 13. Zementsilos; dahinter Betoniertürme mit Endstation der Luftseilbahn

sammengebauten Einheiten für je 100 t/h, jede mit sechs eisernen 40 m<sup>3</sup>-Silos, Waschtrommel, Vibrationssieben und Sand-Rückgewinnungs-Bagger. Ihre Beschickung erfolgte über schräge Förderbänder, 75 cm breit.

Zwischen die drei Einheiten griffen zwei kurze Luftseilbahnen, die das Material nach dem anschliessenden Lager für sechs getrennte Körnungen förderten, wo es über zwei nebeneinanderliegende Tunnel von 144 m Länge abgeworfen wurde. In diesen Eisenbetonrohren (2,8 m hoch, 3,4 m breit), als Dreigelenkbogen ausgebildet, liefen 160 m lange Förderbänder (76 cm breit), je 200 t/h leistend. Sie warfen das von der Betonieranlage angeforderte Material in einen Belade-Silo ab, der die beiden Luftseilbahnen zur Betonieranlage bei der Staumauer beschickte. Diese Einseil-Bahnen, 100 t/h fördernd, waren 2050 m lang bei 105 m Steigung.

Zum Mischen und Einbringen des Betons wurden zwei vollständig getrennte Systeme aufgebaut; eine untere Anlage neben Maschinenhaus und Mauerdock und eine obere Anlage neben dem rechten Widerlager, 16 m unter Mauerkrone.

Zunächst wurde in raschem Zuge die untere Betonieranlage, 60 m<sup>3</sup>/h, erstellt. Die Zuschlagsstoffe kamen in Euclids auf 2,2 km langer Piste an; die Dosierung erfolgte volumetrisch; die zwei Betonmischer, 1,5 m<sup>3</sup>, entleerten in 1,9 m<sup>3</sup>-Kübel *Blaw Knox*, die den beiden Turmkranen zugefahren wurden. Als erste Arbeit im Bereich der Staumauer war der Aufbau dieser Krane vorgenommen worden, unmittelbar neben dem Maschinenhaus in 40 m gegenseitigem Abstand. Mit 32 m Turmhöhe über dem Fundamentsockel, 4 t Tragkraft bei 40 m Ausladung und 7 t bei 35 m, beherrschten sie das Staumauerfundament und das Maschinenhaus bei einer Leistung von 25 m<sup>3</sup> Beton/h. Diese sehr kräftig gebauten, leistungsfähigen Krane (*Butters Bros. & Co., Ltd., Glasgow*) besaßen ein Konstruktionsgewicht von 130 t je Kran.

Während diese untere Anlage die in der engen Talschleife liegende Baustelle erschloss und den Einbau der fünf grossen Druckleitungen bediente, wurde die obere Betonieranlage, 120 m<sup>3</sup>/h (Bild 12) aufgebaut und im Februar und März 1949 in Betrieb genommen. Diese durch *Blaw Knox* (London) ge-

lieferte Anlage umfasste zwei Stahltürme, 30 m hoch, 8 m Ø, mit Silos für 810 t, eingeteilt in einen zentralen Raum für Zement und sieben radiale Zellen für Sand und Kies, die durch die auf der Turmplatte endenden Luftseilbahnen beschickt wurden. An die Siloschnauzen waren die automatischen, druckknopfgesteuerten Waagen aufgehängt; sie wurden über Schwachstrom-Relais mittels Druckluftkolben betätigt. Das abgewogene Material gelangte über einen Sammeltrichter in eine der beiden Mischmaschinen, 1,5 m<sup>3</sup>, wo das automatisch gewogene Wasser zufloss.

Dem Wasser wurde im Messgefäß über einen automatischen Dosierapparat *Darex-AEA* zugegeben im Betrage von 0,46 cm<sup>3</sup>/kg Zement<sup>1)</sup>. Dieser Zusatz rief im Betonanteil unter 1 1/2" Ø ein Porenvolumen von 4% ± 1,5% hervor, wodurch trotz geringer Sand- und Wasserzugabe eine gute Verarbeitbarkeit dieses Betons erzielt wurde. Bei der Anfertigung eines *Darex*-Dosierapparates ist zu beachten, dass *Darex* ein Elektrolyt ist; Gefäss, Schwimmer, Messleitungen und Hahnen müssen deshalb aus dem selben Metall hergestellt werden, da bei Ausführung in zwei Metallen Elektrolyse eintritt, und das edlere Metall zum unedleren hinübergreift. Dadurch werden in einem Messgefäß aus Eisenblech die aus Bronze und Kupfer bestehenden Hahnen, Leitungen und Schwimmer löchrig.

Auf der Schattenseite der beiden Türme wurde nachträglich eine Eiserzeugungsanlage (*Escher Wyss, Zürich*) zur Erzeugung von Splittereis, 36 t/Tag, eingebaut. Diese Anlage arbeitet mit Freon als Kälteträger. Zwei Kältekompessoren, 60 PS, *General-Electric, USA*, waren zum voraus bezogen und auf dem bestehenden ersten Widerlagerblock in 20 m Entfernung aufgestellt worden. Jede der zwei Eiserzeuger-Einheiten besteht aus zehn Wänden zu zehn konzentrischen Rohren, Ø 50 und 60 mm, von 2,8 m Höhe über 1 × 1 m Grundriss. Das Spiel ist folgendes: komprimiertes Gemisch von Freon-Gas und -Flüssigkeit wird im Raum zwischen den konzentrischen Rohren hochgepresst und expandiert hier auf — 12%. Im innern Rohr rieselt Wasser herab, das sich nun als Eis an der Wand ansetzt, einen Hohlzylinder von 50 mm Ø und regelbarer Dicke bildend. Nach 10 bis 15 min

<sup>1)</sup> Näheres hierüber siehe SBZ 1950, Nr. 27, S. 368\* und Nr. 34, S. 468.

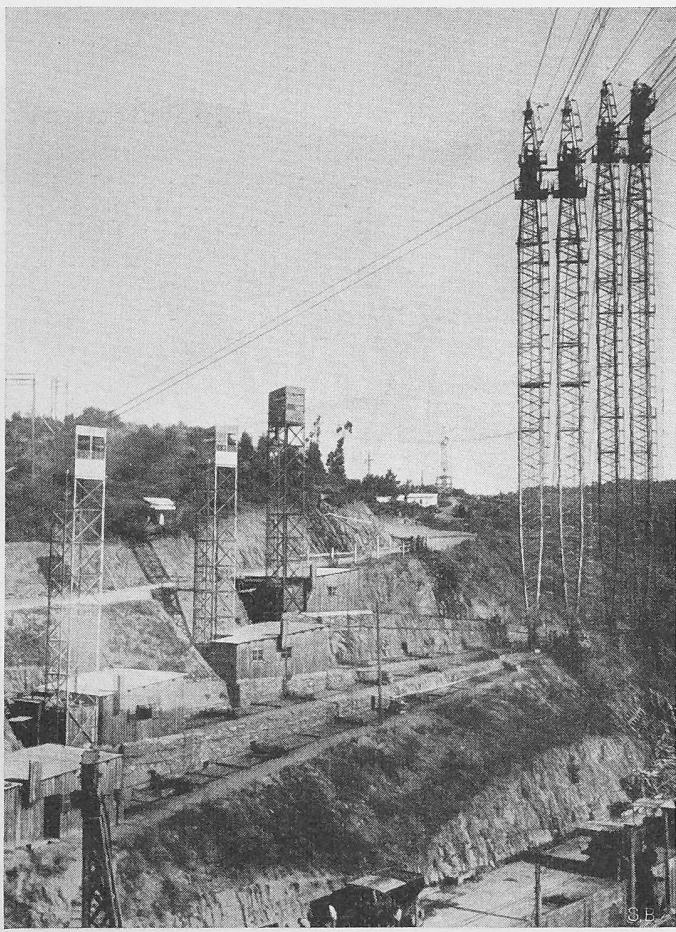


Bild 14. Kabelkran-Türme mit Seilführung zu den Winden, deren Führerstand 15 m erhöht angeordnet ist

wird durch automatische Umschaltung heißes Freon-Gas von oben in den Expansionsraum gepresst. Die Eisröhre taut ab, rutscht herunter und wird durch rotierende Messer in Splitter von der gewünschten Grösse geschnitten. Nach einer Minute wird automatisch auf den Gefriervorgang umgeschaltet.

Das Splittereis hielt sich in dem aus 5 cm-Brettern ohne weitere Isolation erstellten Silo gut, ohne Schmelzwasser zu ergeben, da sich hier bald ein entsprechendes Klima einstellte.

Wie viel Anmachwasser durch Eis ersetzt werden kann, ist durch die Notwendigkeit bedingt, dass das Eis während des Mischvorganges schmelzen soll. Diese Dosierung hängt deshalb ab von der Feinheit des Eises, dem grössten Korn des Kieses und der Mischdauer. Die für die vorliegende Anlage übliche Mischdauer von 2 min müsste zur Erzielung intensiver Abkühlung etwas verlängert werden.

Die Temperatur der Mischung errechnet sich für eine gewählte Zugabe von Eis aus dessen Schmelzwärme von 80 kcal/kg, der spezifischen Wärme des Kies-Sandes von 0,24 kcal/kg, der des Wassers von 1 kcal/kg, und der Temperatur von Zuschlagstoffen und Wasser. Damit lässt sich aus der Abbindewärme des Zementes (Hydratationswärme) von 80 kcal/kg und der spezifischen Wärme des Betons von 0,27 kcal/kg die Temperatur in der Mauer bestimmen unter Abschätzung des Wärmeeinfalles.

Der Zement, 6 bis 7000 t/Monat, kam in eisernen Behältern, 400 kg, nach 110 km Eisenbahn- und 7 km Strassentransport zur Baustelle und wurde mittels einer Installation *Aspi* entleert und in sechs eisernen Silos zu 500 t gelagert (Bild 13). In diese und die Turmsilos wurde er mittels Druckluftleitungen gefördert, angetrieben durch als «Activator» bezeichnete Druck-

luftschleusen. Von den Mischmaschinen wurde der Beton dem Belade-Quai für die 3 m<sup>3</sup>-Kübel der Kabelkrane mittels Dumper zugeführt, deren Kippkasten bald durch feste eiserne Silos ersetzt wurden, mit bei Anschlag selbständig öffnendem Verschluss.

Zum Einbringen dieses Betons wurden vier Kabelkrane aufgebaut von 10 t Tragkraft bei 500 m Spannweite, radial fahrbar, Fabrikat *John Henderson & Co., Ltd., Aberdeen*. Je zwei dieser Krane besaßen auf der rechten Talseite gekuppelte Festtürme, 58 und 46 m hoch (Bild 14), und auf der Gegenseite eine gemeinsame Fahrbahn, 7,6 m Spur für die 11 m hohen Fahrtürme, die mit je 240 t Gegengewicht das Tragkabel von 70 mm Ø spannten (Bild 15). Ein Kabelkran, durch einen 250 PS-Motor angetrieben, leistete 30 m<sup>3</sup> Beton/h; sein Liefergewicht betrug 215 t.

Zur vollen Ausnutzung dieses neuen und vortrefflichen Betonierwerkzeuges wurde die Baustelle mit einer grossen, aufs beste ausgerüsteten Mechaniker-Werkstätte und eben-solcher Zimmerei versehen.

Das Liefergewicht für die gesamte maschinelle Installation der Baustelle betrug rd. 3000 t.

Zu den Installationen gehört auch die nahe Wohnsiedlung, welche die HEZ in vorbildlicher Weise aufgebaut hat. Sie umfasst ein Hotel für Ingenieure und für Empfänger, ein grosses Gasthaus für Montageleiter, fünf Ein- und Zweifamilienhäuser für leitendes Personal, sechs Vierfamilienhäuser für Angestellte, 16 Häuser für drei bis sechs Arbeiterfamilien, zehn Arbeiter-Kasernen, Kaufläden, gedeckten Markt, Sanitätsposten, Polizeiposten, Schule und Kirche, Garagen und zahlreiche Nebengebäude. Die Gesamtanlage wurde durch den Architekten disponiert; sie wurde ausgeführt und angepflanzt in einer Weise, die bald eine wohltuende, ruhige Wohnatmosphäre schuf.

Die eigentliche Bauausführung erforderte die Zeit vom Juli 1948 bis August 1950 unter Einsatz einer konstanten Arbeiterschaft von 900 bis 1000 Mann.

Die erste Etappe hatte vor allem die Erschliessung der Arbeitsfläche im engen Tal zum Ziel; sie hing wesentlich von der Einfügung der fünf grossen Druckleitungen in den Betoniervorgang ab, deren Lieferung, Verlegung und Schweißung den Arbeitsgang bestimmten (Bild 16). In dieser vom Juli 1948 bis Januar 1949 dauernden Etappe wurden anfänglich Monatsleistungen von 5 bis 8000 m<sup>3</sup> erzielt, ab Oktober 16 bis 20 000 m<sup>3</sup>. Ende Januar waren 100 000 m<sup>3</sup> eingebracht, das Fundament der Staumauer besass 32 m Höhe und umhüllte sämtliche Druckleitungen. In dieser Zone wurde Beton mit 250 kg Zement verwendet, mit Kiesgrösse bis 200 mm.

Als im Februar 1949 der erste Betonierturm, im März

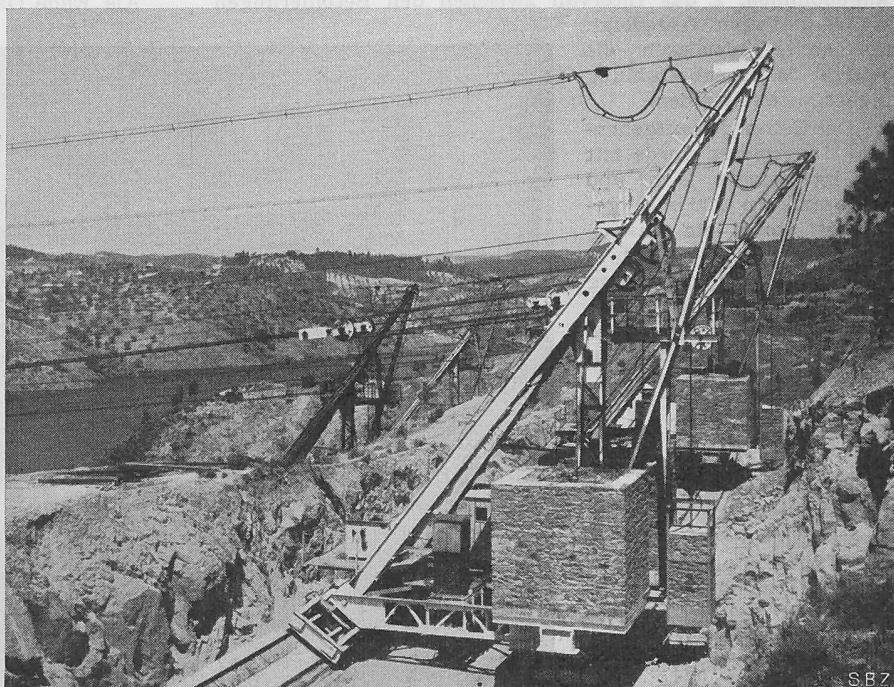


Bild 15. Die vier Fahrtürme auf zwei gestaffelten Bahnen. Fahrmotor 45 PS, ab Gegenseite gesteuert und gespeist (oberstes Kabel)

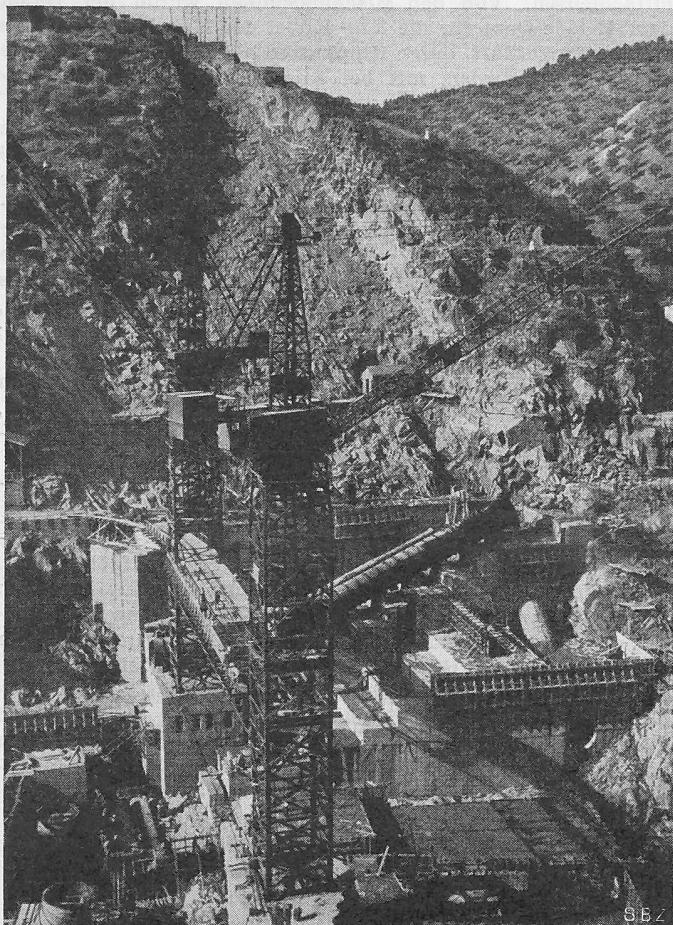


Bild 16. Staumauerfundament, Montage der Grundablass-Leitungen und der Saugrohre der Turbinen 2 und 3; Turmkran für 4 t Last bei 40 m, 7 t bei 35 m. 30. Sept. 1948

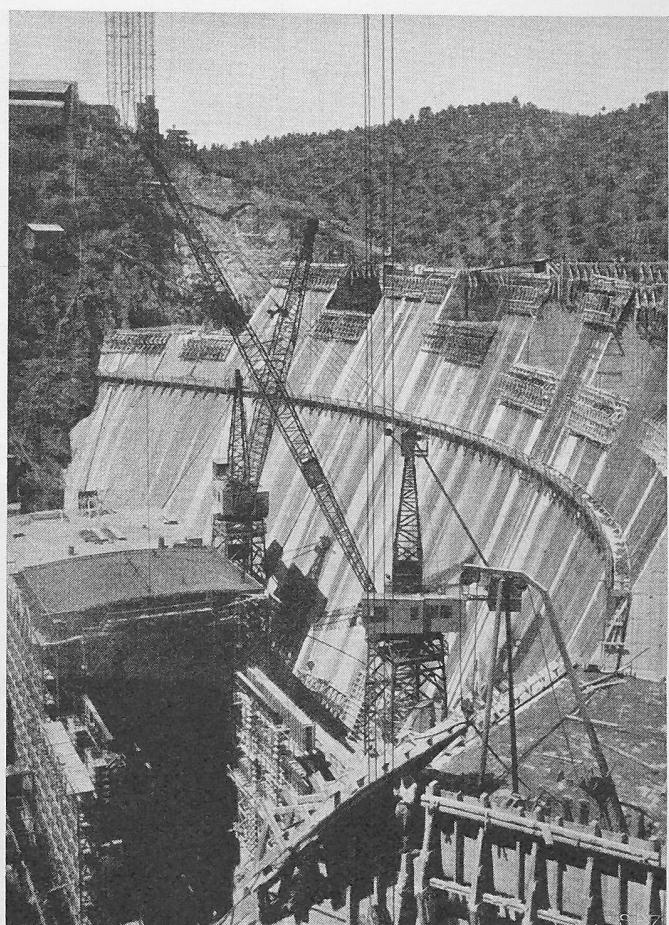


Bild 17. Betonierung Staumauer und Maschinenhaus. 3. Aug. 1949. 40 m, 7 t bei 35 m. 30. Sept. 1948

der zweite und alle vier Kabelkrane in Betrieb kamen, trat der Bau in seine zweite Etappe. Rasch entwickelten sich die Blöcke auf den wohlvorbereiteten Talhängen, und die Betonierung nahm in den Monaten März bis Juni die normale Entwicklung mit täglichen Leistungen von 1200 bis 1900 m<sup>3</sup>; während vier Monaten wurden regelmässig 32 000 m<sup>3</sup> Beton eingebracht. Der Produktionsapparat hätte zeitweise mehr ermöglicht; die Begrenzung ergab sich aus zwei Bestimmungen: es war 1. die Höhe der Betonierblöcke zu 1,5 m angenommen, 2. das Intervall zwischen den Betonierungen zu fünf Tagen festgelegt. Es sollte hierdurch die nötige Wärmeabstrahlung sichergestellt werden.

Der Beton der aufgehenden Mauermasse wurde mit 220 kg Zement je m<sup>3</sup> und Maximalkorn 200 mm gemischt, wobei ein wasserseitiger Mantel von 3 m und eine Felsüberdeckung von 1,5 m mit 270 kg Zement betoniert wurden. Der Staumauerbeton 220 kg zeigte eine mittlere Würfelfestigkeit von 240 kg/cm<sup>2</sup> nach 28 Tagen, 340 kg/cm<sup>2</sup> nach 365 Tagen.

Eine dritte Etappe der Bauentwicklung stellte sich ein, als die im Juli 1949 einsetzende abnormale Hitze und Trockenheit zwei Folgen hatte: 1. im Lande trockneten die Gewässer aus und damit schwand die hydraulische Energie; wenn auch Castelo do Bode bevorzugt beliefert blieb, so wurde

die Energielieferung bis Ende Oktober weitgehend herabgesetzt und erlitt vielfältige Störungen; 2. die Temperatur stieg im Schatten auf 42°, auf dem frischen Beton zeigte das in die Sonne gelegte Thermometer bis 50°; das Intervall zwischen den Blockbetonierungen musste verlängert werden. So blieben von Juli bis Oktober die Betonierleistungen auf 24 000 m<sup>3</sup> beschränkt. Ende Oktober waren indessen hiermit die Koten 95 bis 105 erreicht, wo die Mauerstärken noch 12 bis 8 m betragen.

Als Ende Oktober Energielieferung und Lufttemperatur

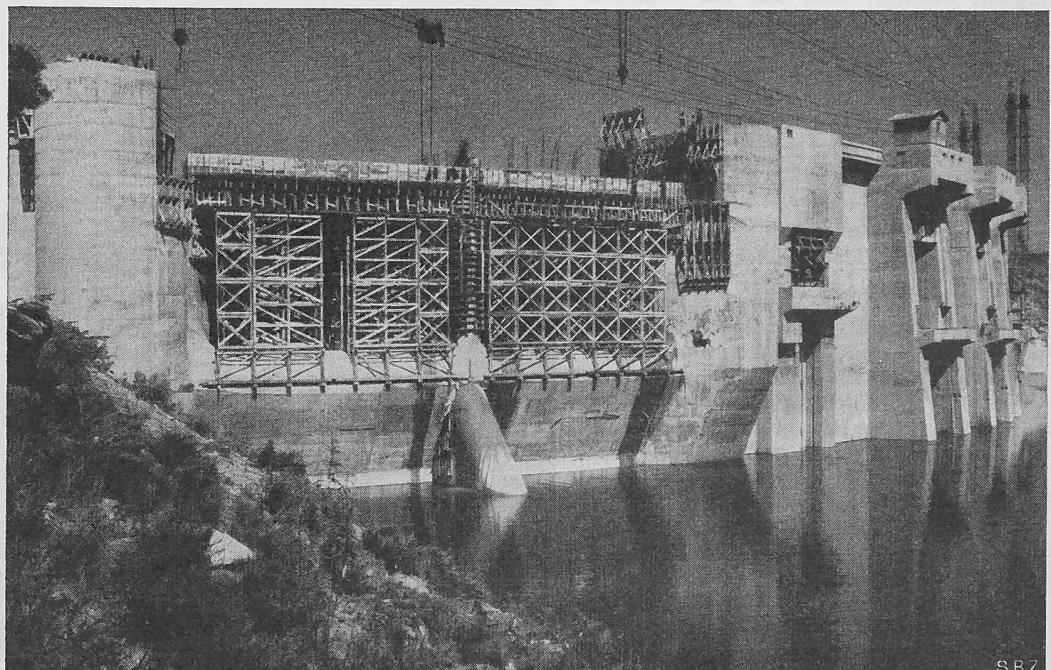


Bild 18. Schalung der Einlauf-Decke; rechts Grundablass und Wasserfassungen. 4. Aug. 1950

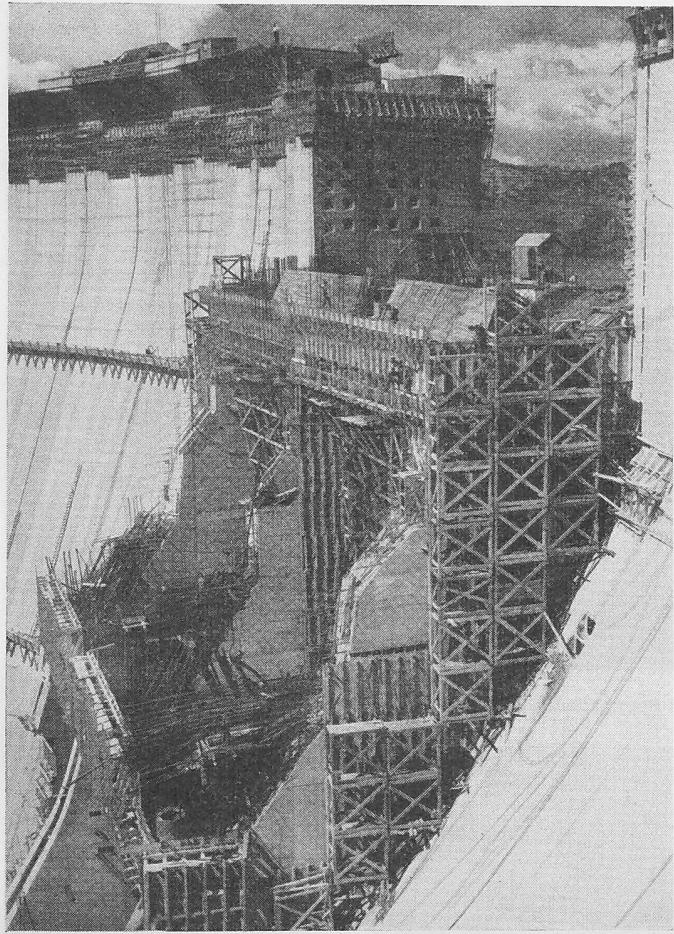


Bild 19. Schalung der Auflagerbalken der Segmentschützen und der Ueberlauf-Decke. 9. Juni 1950

eine flüssige Betonierung wieder möglich machten, war man schon in die vierte und letzte Etappe getreten, wo die engen Schalungen des Kronenaufbaues und das Nachholen der Rechenbahnen den Gang bestimmten, von November 1949 bis Januar 1950 Monatsleistungen von 18 bis 20 000, im weiteren solche von 12 bis 15 000 m<sup>3</sup> zulassend (vgl. Bild vom 3. Nov. 1949 in SBZ 1949, Nr. 50, S. 710\*). Im Mai 1950 wurde damit die Mauerkrone, im Juli das zusätzliche Massiv des rechten Widerlagers zu Ende geführt. Die 23 m hohe Mauerkrone erhielt 250 kg Zement/m<sup>3</sup> bei 200 mm Maximalkorn.

Ein besonderes Bauwerk bildete der Hochwasserüberfall,

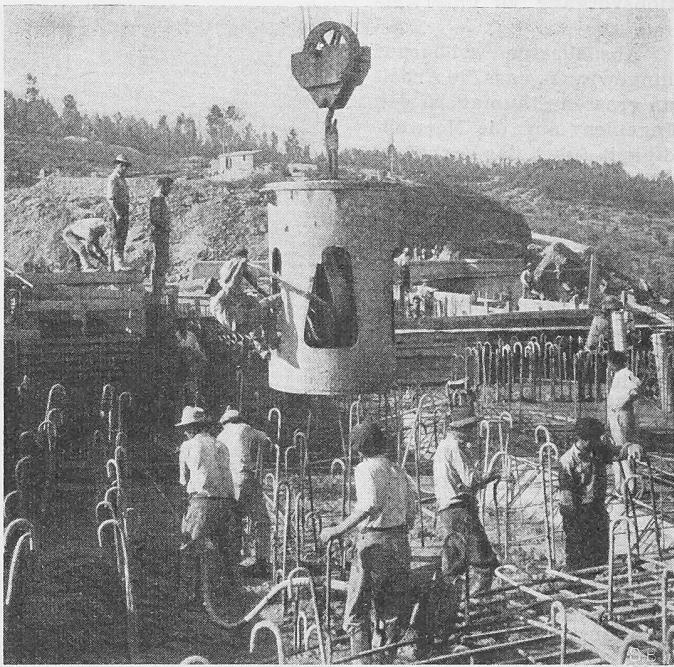


Bild 20. Betonierung der Einlauf-Decke. 3-m<sup>3</sup>-Betonkübel «Blaw-Knox» mit Verschluss aus Gummiplatte auf Stahlrollenwagen. 16. August 1949

der lange zurückblieb und erst im August 1949 in Angriff genommen werden konnte. Er erforderte ein besonders sorgfältig studiertes und vorbereitetes Schal- und Bauverfahren (Bilder 18 bis 20). Die Bewehrung, die in den Kanalwänden 50 kg pro m<sup>3</sup> betrug, wuchs in den Durchdringungen von Auflagerträger und Decke mit dem Mittelpfeiler auf 500 kg/m<sup>3</sup>. In solchen Zonen wurde Kies von 25 mm und 350 kg Zement verwendet, während normalerweise hier mit 300 kg und Korn 100 mm gearbeitet wurde; dieser Beton zeigt nach 365 Tagen eine Würfelfestigkeit von 410 kg/cm<sup>2</sup>. Das 90 m hohe, mit 2500 t bewehrte Bauwerk war im August 1950 im wesentlichen beendet (Bild 21).

Die Ausführung des Maschinenhauses mit den Maschinenfundamenten erforderte wegen der Abhängigkeit des Fundamentaufbaues von der Maschinenmontage bei 34 000 m<sup>3</sup> Eisenbeton mehr Zeit als die Staumauer.

Der eigentliche Mauerkörper wurde im wesentlichen, d. h. in der grossen Masse seines massiven Rumpfes, in einem Jahr, 1949, betoniert. Es zeigte sich als charakteristisch für die benötigte Bauzeit, dass hierfür nicht die Mauermasse massgebend war, sondern die in den Mauerkörper einbezogenen oder ihm angebauten Spezialorgane (Ueberlauf, Wasserfassungen, Grundablässe, Widerlager). Für eine straffe und kurzfristige Ausführung einer grossen Staumauer ist es deshalb von besonderem Interesse, den eigentlichen Baukörper frei zu halten und die besonderen Organe nach Möglichkeit getrennt anzurichten. Deren endgültige Planbearbeitung und ihre Ausrüstung mit den mechanischen Teilen müsste besonders früh angesetzt werden. Das Freihalten des Mauerkörpers gibt zudem die sauberste statische Lösung, deren klare Pflege bei grossen Objekten allem vorausgehen sollte. Auch wird die höchste Wirtschaftlichkeit an jener Staumauer erzielt, wo es gelingt, den grössten Anteil der Baumasse einem industriellen Produk-

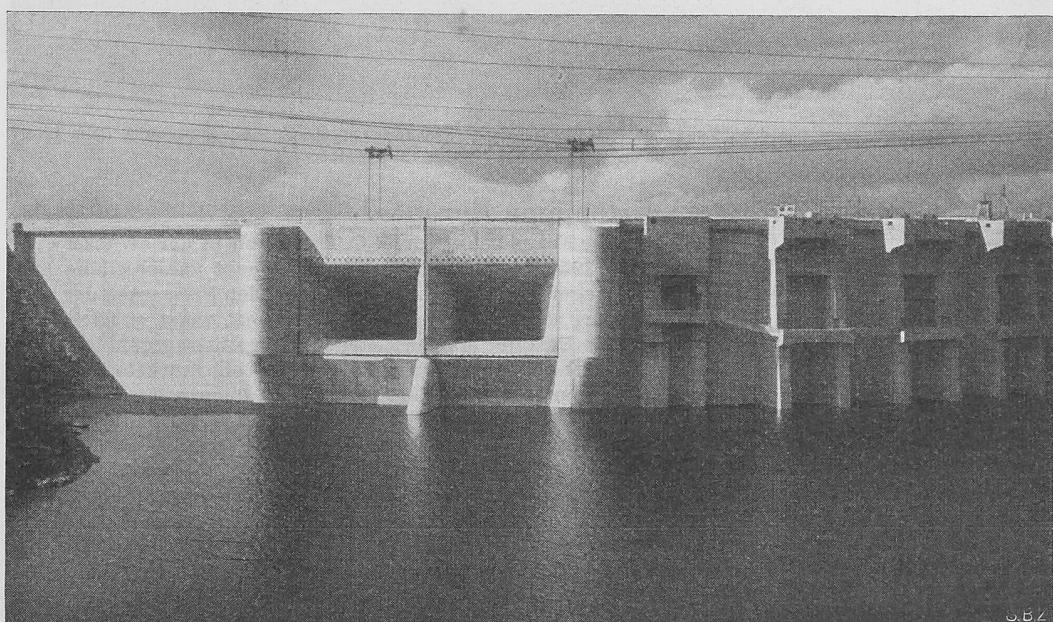


Bild 21. Einlauf zum Hochwasserüberfall, rechts Aufbauten über Grundablass und Wasserfassungen. 11. November 1950

tionsvorgang zu unterwerfen.

Abschliessend sei darauf hingewiesen, dass die Arbeit an grossen Staumauern den Ingenieur auf die Notwendigkeit führt, das Verhalten dieser komplexen Konstruktionen am Modell zu untersuchen. Nur durch die Prüfung am Modell ist es möglich, Einsicht zu erhalten in das Verhalten einer Form, in ihre Abhängigkeit vom Geländeeverlauf und den Einfluss besonderer Einbauten und Anschlüsse. Das Modell ermöglicht, für das stets komplexe Kräftespiel in den hochentwickelten gewölbten Staumauern über Ausbreitung und Verlauf der Spannungen die Erkenntnis zu gewinnen, die der mathematischen Behandlung richtige Voraussetzungen liefert. Die weitgehenden Untersuchungen, die in Lissabon für eine Reihe grosser Staumauern durchgeführt wurden, lassen diese Tatsache mit allem Nachdruck in Erscheinung treten durch ihre reichen und bestimmenden Ergebnisse.

Das Entstehen des Stausees (Bild 22) bedingte 35 km talauf die Verlegung einer Hauptstrasse mit dem Bau einer Brücke von 300 m Länge mit Fahrbahn 50 m über Talweg (Bild 23). Neun schlanke, unarmierte Pfeiler, bis 45 m hoch, tragen den dreifachen Gerber-Träger aus Eisenbeton über Öffnungen von 30 m, dessen Querprofil eine sehr glückliche Ausbildung aufweist: zwei mächtige Längsträger (im Feld  $2,4 \times 0,5$  m, im Auflager  $3,8 \times 0,7$  m, Hauptarmierung  $\varnothing 45$  mm durch elektrische Stumpfschweißung zu 30 m-Stäben gefügt) tragen die Fahrbahnplatte von  $7 + 2 \times 1$  m Breite, die beidseitig 1,85 m auskragt. Querträger in 10 m Abstand verstetigen die konzentrierte Konstruktion (Vorschlag A.-G. C. Zschokke, Zürich). Die beiden eingehängten 10 m-Träger des Gerber-Systems tragen eiserne Rollenlager; sonst sind die Träger mittels Bleiplatten auf den schlanken Pfeilern direkt aufgelegt, da deren elastische Verformung empfindlicher ist als die Verschiebung von stählernen Rollenlagern. Die kurzen Randpfeiler tragen als Auflager Pendelbalken aus Eisenbeton.

Das Kraftwerk wurde am 21. Januar 1951 eingeweiht und dem Betrieb übergeben durch einen feierlichen Akt, dessen Bedeutung durch die Anwesenheit des Präsidenten der Republik, des Ministerpräsidenten und des Kardinal-Patriarchen von Lissabon zum Ausdruck gebracht wurde. Bei diesem Anlass wurde bekanntgegeben, dass die Gesamtkosten der Anlage, einschliesslich der weitläufigen Landerwerbungen, 600 Mio Escudos betragen und dass sich die Produktionskosten ab Werk für die regulierte Energie auf 0,21 Escudos pro kWh berechnen.

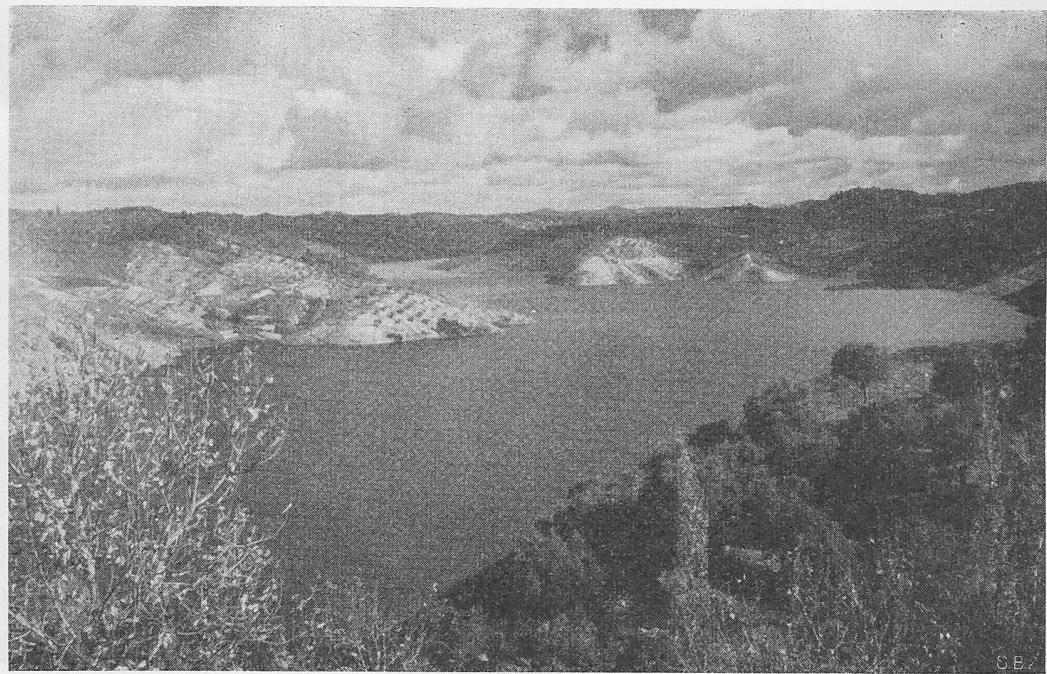


Bild 22. Landschaftsbild oberhalb der Staumauer; Spiegel 18 m unter Stauziel. 11. Nov. 1950



Bild 23. Strassenbrücke «Vale da Ursa», 35 km oberhalb der Staumauer. 300 m lang, Fahrbahn 50 m über Talweg, Eisenbeton-Gerber-Träger mit 30 m-Öffnungen, Pfeiler unarmiert

### Versteppung Europas?

DK 551.579

Diese Frage beantwortet G. Trossbach in der «Wasserwirtschaft» 1950, Nr. 9, verneinend. Er erhebt verschiedene Einwände gegen die wiederholt auftauchenden Prognosen der Austrocknung unseres Kontinentes. Zunächst weist er nach, dass sich zum Beispiel aus den Niederschlagsmessungen 1846/1947 der Wetterwarte Stuttgart in den letzten Jahrzehnten keine Verminderung der Niederschlagshöhe ablesen lässt. Das Absinken der Grundwasserstände kann jedenfalls nicht auf diese zurückgeführt werden. Vielmehr scheint es in einzelnen Fällen eine Folge der vermehrten Korrektion, Kanalisierung und der zur Bannung der Hochwassergefahr ausgeführten Vertiefung der natürlichen Flussläufe zu sein, weil dadurch anstossende Grundwasserbecken teils weniger gespiesen, teils stärker entleert worden sind. Schon der mit der Flussregulierung verbundene raschere Wasserabfluss kann dem Rückhaltevermögen der Grundwasserträger entgegenwirken. Die prophezeite Versteppung Deutschlands wird unter anderem auch mit dem Hinweis auf den wohl wechselnden, aber nicht