

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 73 (1955)
Heft: 2

Artikel: Der Bau des Kraftwerkes und der Staumauer Cabril am Rio Zêzere in Portugal: Vortrag
Autor: Schnitter, Erwin
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-61834>

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: 01.04.2025

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

Der Bau des Kraftwerkes und der Staumauer Cabril am Rio Zêzere in Portugal

DK 627.825

Von Dipl. Ing. **Erwin Schnitter**, Direktor der AG. Conrad Zschokke

Vortrag, gehalten am 29. Okt. 1954 in der Sektion Bern des S. I. A.

Mit Photographien des Verfassers

Der Bau des Kraftwerkes und der Staumauer Cabril, während der Jahre 1951 bis 1954 durchgeführt, bietet eine Reihe technischer Neuerungen und Besonderheiten, die eine Beschreibung interessant erscheinen lassen als typisches und fortgeschrittenes Beispiel des heutigen Standes dieser Kunst.

Der Rio Zêzere entspringt in Portugal in der gegen 2000 m ansteigenden Serra da Estréla und mündet 120 km oberhalb Lissabon von Norden her in den Tejo, der das zentrale iberische Plateau nach Westen entwässert. Die 1945 ins Leben gerufene «Hydro-Eléctrica do Zêzere» in Lissabon befasst sich mit der Ausnutzung der Wasserkräfte dieses Flusses. Als erste Stufe wurde das Kraftwerk Castelo do Bode¹⁾ in den Jahren 1946 bis 1950 erbaut. Die 80 km flussauf gelegene Stufe Cabril wurde 1951 in Auftrag gegeben und im baulichen wie im elektromechanischen Teil durch die selben Firmen, die die erste Anlage erstellt hatten, innerhalb 3½ Jahren errichtet. Eine 132 m hohe Mauer staut hier einen See von 55 km Länge auf, dessen Nutzinhalt 600 Mio m³ beträgt. In der am Mauerfuss angeordneten Zentrale erzeugen zwei Maschinensätze von 70 000 PS jährlich 190 Mio kWh Speicherenergie; das folgende Nutzgefälle von 134 m ergibt 190 Mio kWh zusätzlicher Energie in den Zentralen Bouça (1954 in Bau genommen) und Castelo do Bode. Damit wird das Speicher-System am Zêzere eine Jahres-Erzeugung von 680 Mio kWh erreichen und den wertvollsten Energie-Regulator in Portugal bilden.

Die konzentrierte Disposition des Kraftwerkes Cabril zeigt folgendes Bild (Bild 1): Der Zêzere durchfließt hier ein weites Plateau aus praecambriischen Tonschiefern, die herzynisch gefaltet sind, in tief erodiertem Tal. Im Cabril durchdringt ein Granitstock diese Landschaft; hier erzwang sich der Fluss in steiler, 200 m tiefer Schlucht den Weg durch den harten, durch tektonische Störungen und Systeme von Erstarrungsklüften vielfältig zerschnittenen Granit. Auf Grund weitläufiger, jahrelanger Sondierungen konnte eine zuverlässige Sperrstelle festgelegt werden.

Die Mauer besitzt 290 m Kronenlänge zwischen den Widerlagern; sie ist doppelt gekrümmt, durch Anordnung eines Sockels und teilweise tiefes Eindringen in die Talflanken streng symmetrisch angeordnet; ihre Gestalt wurde durch Berechnung und Nachprüfung am Modell sukzessive gewonnen. Es wurde auf jede nicht statisch begründete, inerte Betonmasse verzichtet. In den Talflanken und in der Sohle wurden kontinuierliche Ausbruchlinien erstrebt; Verzahnungen, das heisst in den Beton vorspringende Felskeile wurden wegen der im Beton entstehenden Spannungskonzentrationen vermieden. In der Talsohle bildet der die Druckleitungen bergende

Sockel die Verbindung mit dem Fundament des Maschinenhauses. Hier erhebt sich die Mauer 111 m über den Sockel; ihre Dicke beträgt 19 m auf Sockelhöhe und 4,5 m am Ansatz der Krone, die sich mittels Konsolen auf 10,4 m ausweitet zur Aufnahme einer Hauptlandesstrasse. Die rd. 14 m auseinanderliegenden vertikalen, radialen Blockfugen sind im unteren Teile derart gegen das Gelände zugekrümmt, dass sie es in möglichst stumpfem Winkel treffen.

Von der sich elastisch deformierenden Mauer-Kuppel völlig getrennt sind die zwei Wasserfassungen und der Grundablass angeordnet, indem der Mauermittelpunkt vorgelagert ein dreifacher Eisenbetonturm von 132 m Höhe errichtet wurde, der mit der Krone durch eine beweglich gelagerte Eisenbetonbrücke verbunden ist (Bild 4). Die beiden durch Feinrechen geschützten Wasserfassungen sind 40 m über Beckensohle angeordnet; der Grundablass ist durch einen Eisenbetonrechen von 44 m Höhe geschützt; auf einer Plattform über dem Seespiegel sind die Servomotoren angeordnet. Sie betätigen mittels Augenstäben die auf kontinuierlichen Rollenketten laufenden Stoney-Schützen von 3,5 × 4,65 m unter einem hydrostatischen Druck von 120 m; diese sichern die Druckleitungen von 2 × 4 m und 1 × 3,2 m Ø bei deren Eintritt in den Mauersockel.

Am luftseitigen Fuss der konkav-überhängenden Mauer dient das Sockel-Segment der Aufnahme der zwei Transformatoren von 58 000 kVA (welche die Maschinenspannung von 15 000 Volt auf die Transportspannung von 150 000 V heben) und der Schaltanlage. Von hier führt die Uebertragungsleitung zur zentralen Verteil-Anlage in Castelo do Bode.

Das Maschinenhaus legt sich an den Mauersockel an (siehe Querschnitt Bild 5). Es birgt zwei Francis-Turbinen zu 70 000 PS bei 108 m Mittelgefälle und 214 Drehungen in der Minute mit Generatoren von 61 000 kVA. Der Maschinen-saalkran verfügt über 260 t Tragkraft. Kugelschieber von

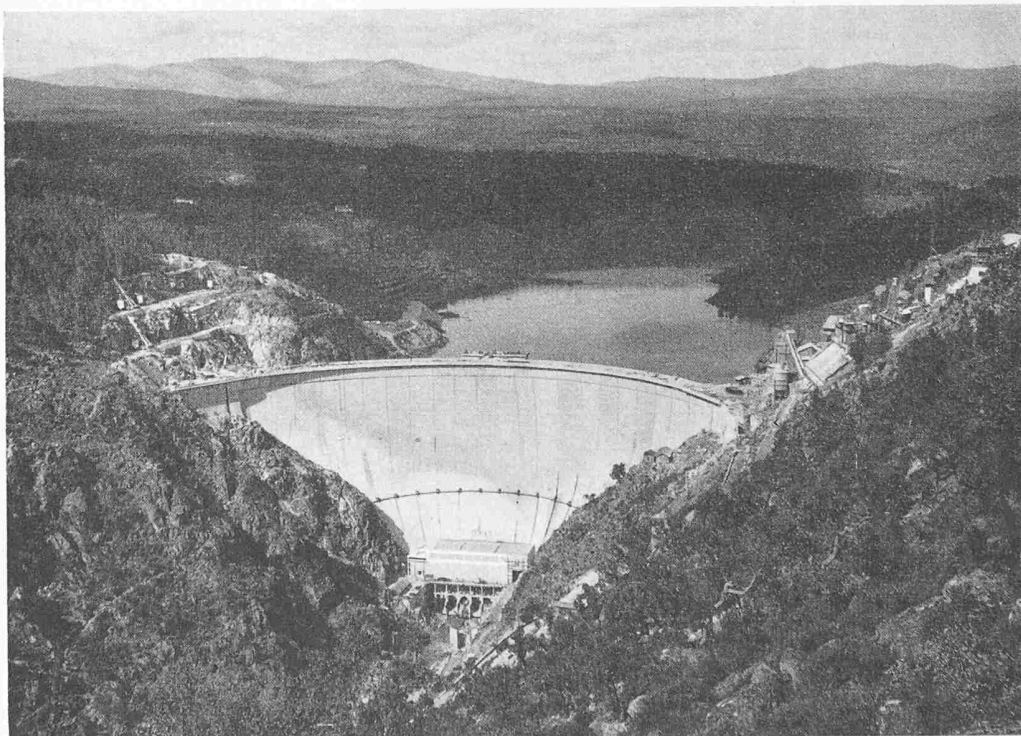


Bild 1. Ansicht des Kraftwerkes Cabril im März 1954. Am Berghang rechts der Werkplatz, links die Bahnhöfe von oben drei, unten einem Kabelkran. Stauee auf Kote 250 (Normalstau 294)

¹⁾ Vom Verfasser beschrieben in SBZ 1951, Nrn. 10 und 11, S. 127 und 137.

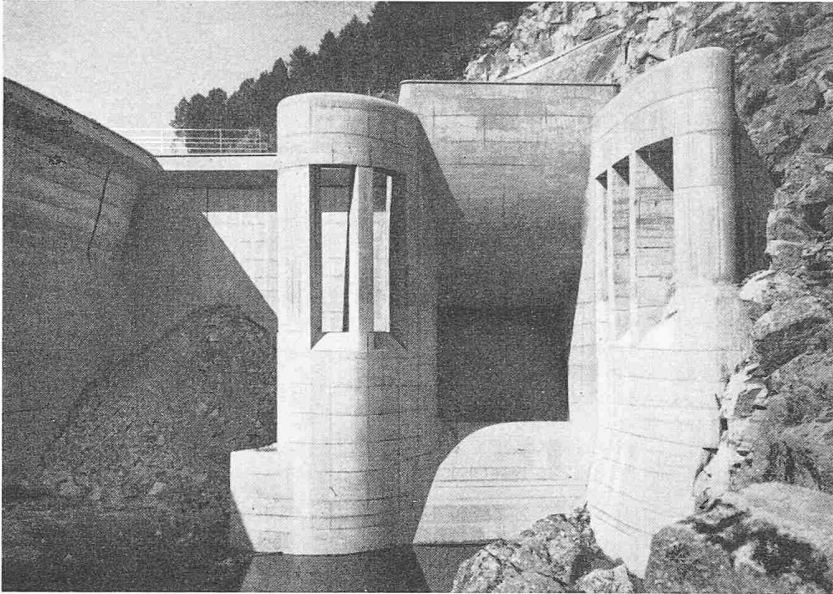


Bild 2. Einlauf zum Hochwasser-Ueberlauf rechts

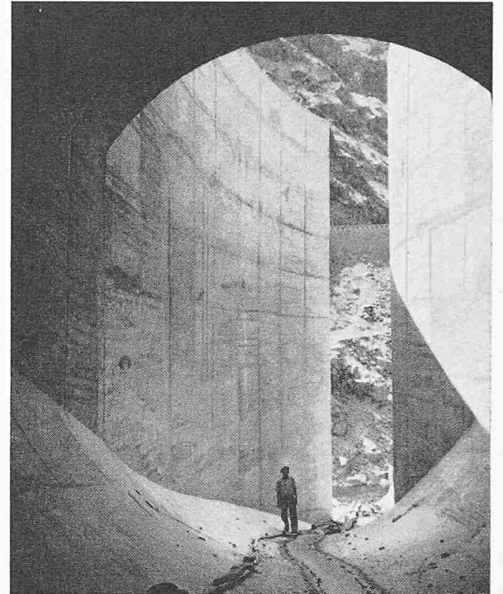


Bild 3. Auslauf des Hochwasserüberlaufes links. Uebergang aus Kreisprofil \varnothing 6,5 m in vertikales Rechteck

3,35 m \varnothing schützen die Turbinen, deren Saugrohre in das alte Flussbett ausmünden. In der Axe des Maschinenhauses liegt das Grundablassrohr \varnothing 3,2 m für 200 m³/s bei Maximalstau, das zwischen den Turbinenausläufen ausmündet und hier durch ein Abschlussorgan mit Dispersions-Konus geregelt wird. Der architektonischen Gestaltung des Maschinenhauses wurde die nötige Sorgfalt gewidmet (Bild 7); der einfache, ruhig ausgewogene Baukörper wurde mit Platten aus grauem, fein bearbeitetem Granit aus dem Norden Portugals verkleidet.

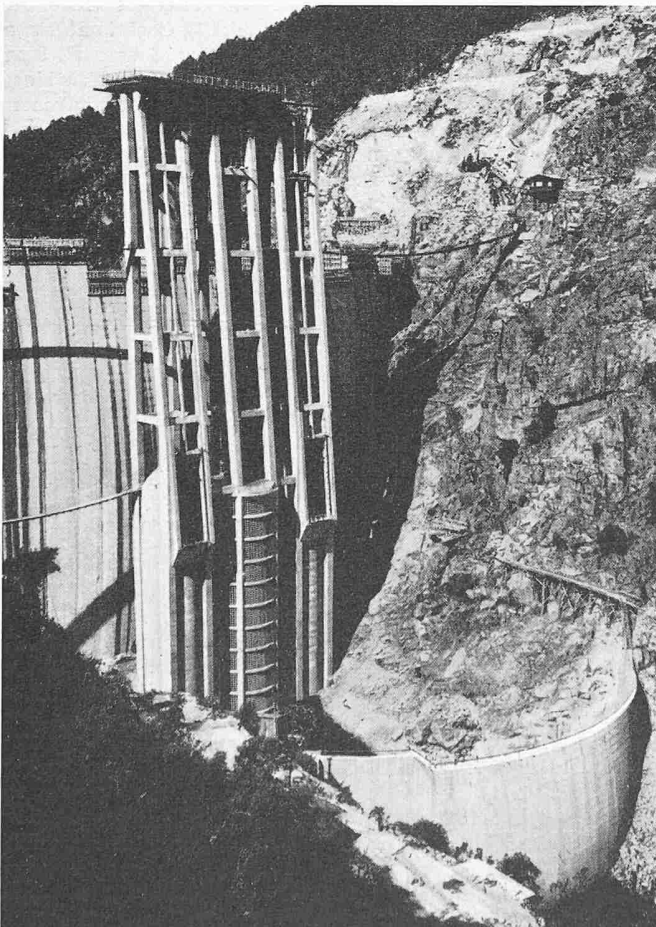


Bild 4. Dreifacher Turm für Wasserfassungen und Grundablass im Aufbau. Vorne Baugrubenabschluss

Der Abfuhr grosser Hochwasser bei vollem Stausee dient in jeder Talflanke ein 300 m langer Tunnel, dessen Abflussvermögen im Modell zu 1100 m³/s ermittelt wurde; unter Heranziehung einer Staureserve von 2,3 m können damit Hochwasserspitzen von 4000 m³/s aufgenommen werden. Dieses bei dem herrschenden Flussregime so lebenswichtige Organ ist damit sorgfältig dimensioniert, wobei von folgenden hydrologischen Grundlagen ausgegangen wurde: Einzugsgebiet 2340 km² bei 620 m mittlerer Höhe und 1300 mm mittljährlicher Regenhöhe; Wasserführung im Jahresmittel 50 m³/s, Niederwasser 1 m³/s, Hochwasser, in den letzten Jahren beobachtet, 1500 m³/s. Die Tunneleinläufe (Bild 2) schliessen an die Widerlager der Staumauer unmittelbar an; sie sind durch Stoney-Schützen von 8,9 \times 8,1 m abgeschlossen, die durch Servomotoren mit Drucköl betätigt werden. Mit im Modell ausgearbeitetem Profil gehen sie in die Schrägschächte von 60 % Gefälle über, deren Querschnitt von 8 m Breite bei 15 m Höhe allmählich abnimmt und nach 150 m,

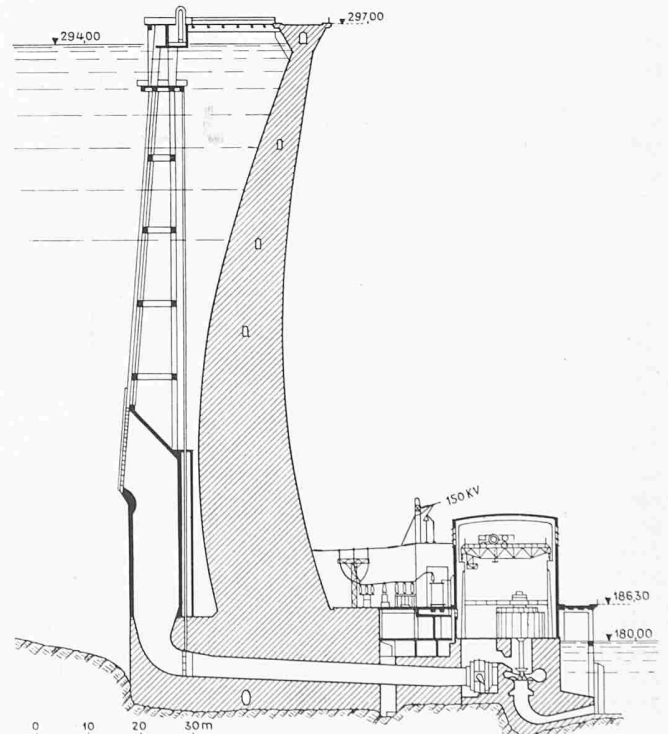


Bild 5. Querschnitt des Kraftwerkes, Masstab 1:1400

beim Uebergang in den Ablauftunnel von 5 % Gefälle, einen Kreisquerschnitt von 6,5 m \varnothing erreicht. Die Verkleidung von 70 cm Betonstärke wird durch Injektion des umliegenden Gebirges ergänzt. Die völlig glatte Oberfläche der Tunnel erforderte sorgfältigste Schalung und Betonierung, da die Wassergeschwindigkeit aus Druckhöhe bis auf 35 m/s ansteigt. Ein Eisenbetonbauwerk am Tunnelauslauf (Bild 3) zwingt den Wasserstrahl von 6,5 m \varnothing in einen vertikalen, hohen Fächer von weitem Wurf in Richtung des anschliessenden Flusslaufes (Bilder 6 und 9). Einlauf und Auslauf zeigen die hydraulisch optimalen, schalentechnisch enorm aufwändigen Formen, die der hydraulische Modellversuch, unmittelbar übertragen, ergibt. Die überhöhten Profile des Einlaufes werden durch das Verhalten der mitgerissenen Luft bedingt. Die intensive Ablenkung des Wassers im Auslauf benötigt sehr schwere Bewehrungen.

Nach diesem Gesamtüberblick betrachten wir die Mauer näher (Bild 8). Ihre Formgebung lässt sich wie folgt beschreiben: Ein Bezugszylinder von 158 m Radius und 106° Zentriwinkel zwischen den Widerlagern geht durch die Horizontalkurve der seeseitigen Mauerfläche auf Höhe des Ansatzes der Krone, Kote 290 (bei einer Fundamentkote 165 und Kronenkote 297). Diese seeseitige Mauerfläche (Bild 10) wird im wesentlichen durch Horizontalkreise gebildet, deren Zentren sich auf der vertikalen Symmetrie-Ebene des Zylinders bewegen und deren Radien von 158 m bei Kote 290 auf 76 m bei Kote 180 (6 m unter Sockel) abnehmen; die dem Gelände nahen Wandteile werden durch Vertikalzylinder gebildet. Die Luftseite (Bild 11) zeigt eine Sockellinie in Form einer vertikalen Parabel mit Scheitel auf Kote 180, d. h. 6 m unter dem Sockel; auf Kote 270 (20 m unter Kronen-Ansatz) trifft diese Linie auf die Widerlager und biegt nach Erreichung der Vertikalen gegen die Mauermitte ein. Innerhalb dieser Sockellinie wird die Wandfläche durch Höhenkurven gebildet, die sich aus drei Kreisen zusammensetzen: Mittelkreise, deren Zentren sich auf der vertikalen Symmetrie-Ebene des Zylinders bewegen; ihre Radien nehmen von 153,5 m (Kote 290) auf 41 m (Kote 180) ab; beidseits symmetrisch liegen äussere Kreise, deren Zentren ausserhalb der vertikalen Symmetrie-Ebene liegen mit Ausnahme der End-Koten 290 und 180, wo sie in die Zentren der inneren Kreise übergehen. Ausserhalb der Sockellinie sind die Wand-Horizontalen Gerade, die senkrecht stehen auf zwei Zylinderradien mit dem Zentriwinkel 114° ; hierdurch geht die Sockelfläche glatt in die Widerlagerfläche weiter.

Die Fugen sind Regelflächen, durch Radien der seeseitigen Horizontalkreise gebildet. Die Leitlinien dieser Regelflächen sind auf dem Bezugszylinder wie folgt definiert: sie sind vertikale Geraden von Kote 290 bis 20 m über der Sockellinie, wo sie gemäss einer Gleichung 3. Grades gegen das Gelände zu biegen; unterhalb der Sockellinie wird die Leitlinie durch die Tangente an obige Kurve gebildet. Der Kronen-Aufbau, zwischen Kote 290 und 297, ist ein Rotationskörper, dessen Seeseite auf Kote 290 an den Bezugszylinder ansetzt.

Das Querprofil der Mauer in der Symmetrie-Ebene zeigt beim Ansatz an den



Bild 6. Probelauf zu Bild 3 mit 230 m³/s (Vollast 1100 m³/s) zwecks Prüfung der zerstäubenden Wirkung der Anordnung

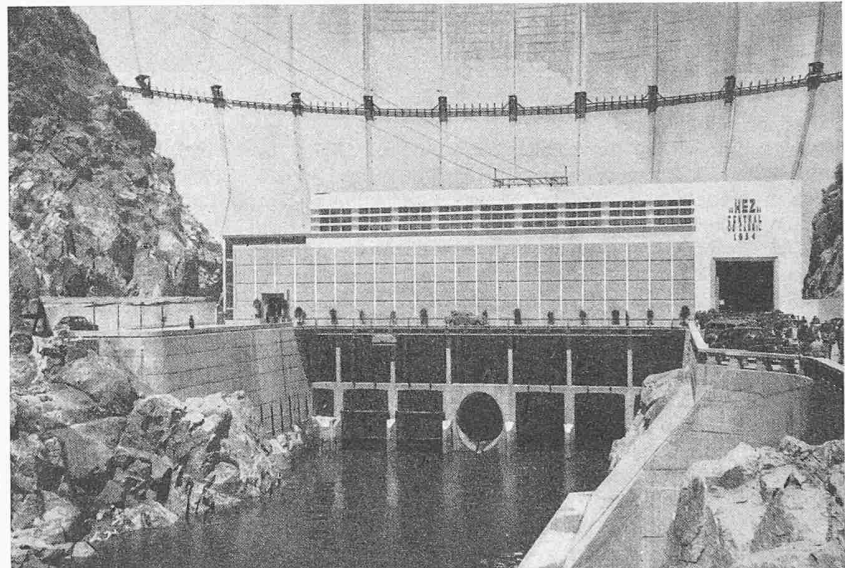


Bild 7. Maschinenhaus, am Tage der Einweihung. Der provisorische Laufsteg an der Staumauer dient der Beendigung der Injektionen

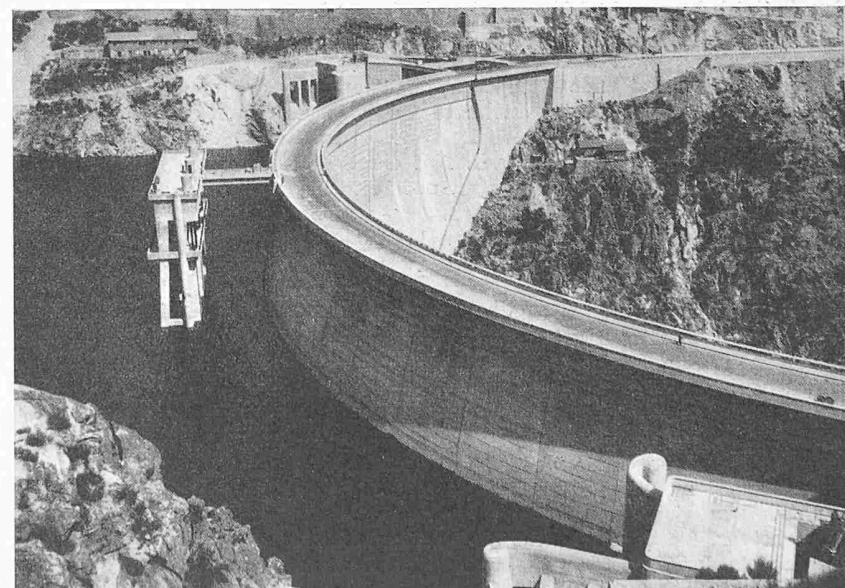


Bild 8. Krone, Turm mit Abdeckung der Servomotoren zur Schützenbedienung und an die Widerlager anschliessende Hochwasser-Ueberläufe

Sockel (Kote 186) 19 m Stärke, auf Kote 220 17,0 m, auf Kote 260 noch 10,0 m, auf Kote 290 4,5 m; darüber erhebt sich die kräftig ausgebildete Krone. Die See-seite hängt in 33 m Höhe über dem Sockel 3,5 m see-wärts über und biegt von hier bis Kote 290 um 18,4 m zurück. Die Luftseite besitzt von Kote 186 bis 236 8 m Anzug, um dann zurückzubiegen, bis sie auf Kote 290 um 6,8 m über-hängt; die Kronenkante ragt über den 111 m tiefer liegenden Mauerfuss 2 m vor.

Das statische Verhalten dieses Mauerkörpers wurde untersucht:

1. durch Berechnung nach der «Trial-Load»-Methode mit neun Konsolen und sechs Bogen,

2. durch Modell-Versuch, wobei gleichzeitig zwei gleiche Modelle 1:300 untersucht wurden; die Modell-Masse bestand aus zwei Teilen Gips, einem Teil Diatomeerde und vier Teilen

Wasser; sie besass einen Elastizitätsmodul 10 000 und eine Poissonzahl 5. Es wurden damit die Mauer und ein Geländestreifen modelliert, da der Untersuchung gemäss Versuchen gleiche Elastizitätsmoduli für Beton und Granitgebirge, 200 000 kg/cm², zugrundegelegt wurden. Belastet wurden Mauer und Geländestreifen mit Quecksilber in Gummitasche.

3. Besondere Beanspruchungen, wie die Einspannung der zentralen Konsole im Gründungssockel, wurden photoelastisch geprüft.

Die Berechnung gab allgemein etwas grössere Spannungswerte als der Versuch am Modell.

Der Auftrieb wurde in folgender Weise in die Rechnung eingeführt: In der Gründungsfuge: 100 % auf der Wasserseite; 50 % unter dem Entwässerungsgang, nach der Luftseite auf 0 abnehmend. In Horizontalschnitten der aufgehenden Mauer: 100 % auf der Wasserseite; in 1 m Abstand von der wasserseitigen Mauerfläche ist ein System von vertikalen Eternitrohren \varnothing 15 cm, zwei je Block, im Vorsatzbeton P 270 angeordnet, welches den Kontrollgang in der Krone mit dem Entwässerungsgang im Fundament verbindet. Dadurch fällt der Auftrieb hier auf 18 % und nimmt bis zur Luftseite auf 0 ab. Aus der gemeinsamen Wirkung von Wasserdruck und Eigengewicht ergeben sich im Mauerkörper gemäss diesen Untersuchungen folgende Hauptdruckspannungen: auf der Seeseite liegt das Maximum auf Kote 230, also etwas unter der halben Höhe, und beträgt 55 kg/cm². Es treten auf der Seeseite keine Zugspannungen auf. Auf der Luftseite liegen die grössten Hauptdruckspannungen auf Kote 210 nahe am Gewölbe-Kämpfer, mit dem Wert 65 kg/cm² und der Richtung der Winkelhalbierenden zwischen den Horizontalen und der Senkrechten auf die Geländelinie. Am Fuss der Luftseite treten bei leerem Becken leichte Zugspannungen auf mit dem grössten Wert von 3 kg/cm² im Mittelschnitt. Der Sockel bewirkt, dass die grössten auf das Gelände übertragenen Druckspannungen sich gemäss Modellversuch auf 40 kg/cm² abschwächen. Die Hauptspannungstrajektorien bilden auf der Luftseite nach unten offene Parabeln. Mit steigender Mauerhöhe werden sie flacher; in der Krone wölbt sich ihr Ende leicht auf; die Sockellinie ist hier so gestaltet, dass sie möglichst normal zu diesen Trajektorien steht. Die Zusatzspannungen aus jahreszeitlichen Temperaturänderungen des Mauerbetons, 8° in der Krone, 3° im Fuss, betragen gegen 5 kg/cm² in der Zone der grössten Druckspannungen, so dass deren grösster Wert gegen 70 kg/cm² steigen kann.

Die Betonkubatur dieser Mauer einschliesslich des Fundamentsockels, der die Verbindung mit dem Maschinenhaus her-

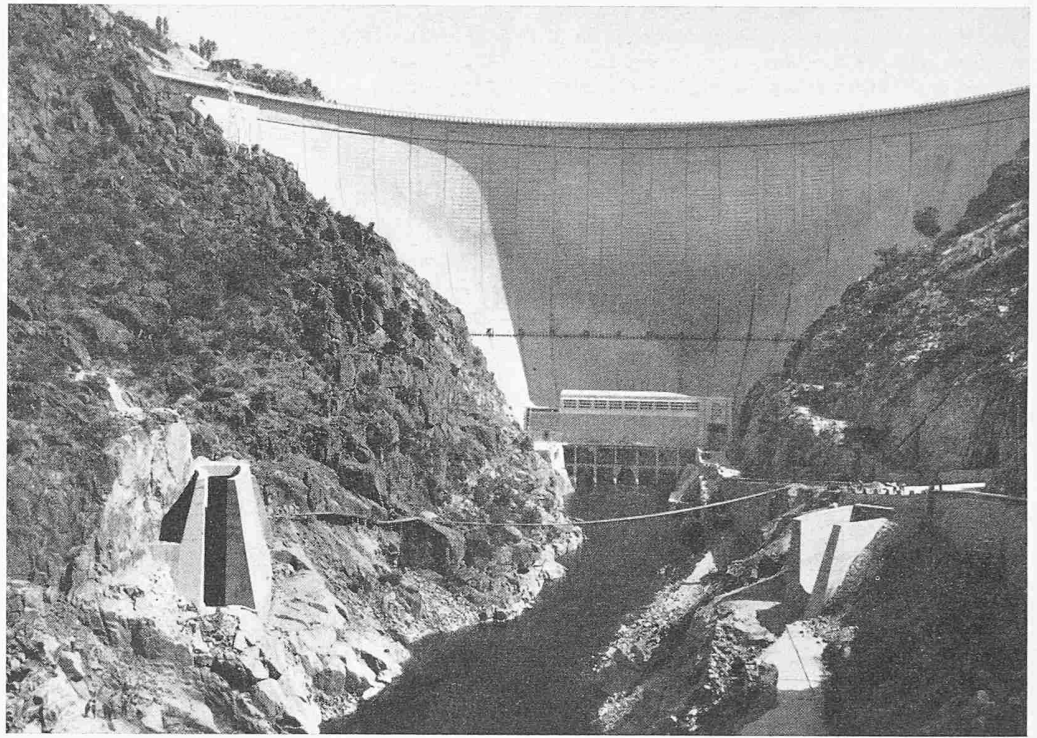


Bild 9. Anordnung der beidseitigen Ausläufe, deren Strahlen sich in spitzem Winkel in Tal-Axe treffen

stellt, des Sockels längs der Talflanken und der umfangreichen Widerlager der Krone beträgt 364 000 m³; wovon auf die Mauer innerhalb Sockel und Widerlager (111 m Höhe und 290 m Länge) 271 300 m³ entfallen. Berechnet man für letztere die «Kühnheitsziffer» gemäss Kaech und Lombardi (Schweiz. Bauzeitung 1953, Seite 550), so ergibt sich mit $F =$ abgewinkelte Mittelfläche, gemessen auf dem vertikalen Bezugszylinder $= 22 600 \text{ m}^2$ $K = F^2/V = 22 600^2/271 300 = 1880$. Dieser Wert der Kühnheitsziffer gehört zu den höchsten für ausgeführte Staumauern angegebenen.

Berechnet man je m³ Staumauerbeton die gespeicherte Wassermenge in m³ oder die gespeicherte Energie in kWh, so ergeben sich folgende Vergleichsgrössen:

	m ³ /m ³	Kwh/m ³
Cabril	1500	364
Castelo do Bode	2000	355
Sambuco	82	207
Mauvoisin	86	255
Grande Dixence	67	273
Oberaar	123	467
Zervreila	154	490

Die portugiesischen Staumauern weisen demnach energie-mässig günstige Mittelwerte auf; zudem werden sie zu wichtigen Faktoren im Flussregime.

Wir gehen nun zur Betrachtung der *Baudurchführung* über. Die Auftragserteilung für die Gesamtanlage einschliesslich der Strassenbauten erfolgte im Juli 1951 an die Arbeitsgemeinschaft AG. Conrad Zschokke, Genf, mit Moniz da Maia, Duarte e Vaz Guedes Lda., Lisboa, die vorausgehend mit Strassenanschlüssen, Installationsbauten, Wohnungen und Umlaufstollen schon begonnen hatte. Die Betonierung der Staumauer wurde von Juni 1952 bis Dezember 1953 in 17 Monaten durchgeführt. Im Februar 1954 wurde der Umlaufstollen geschlossen und damit der Aufstau begonnen, der Mitte Mai bis 10 m unter den Kronenansatz anstieg, also in drei Monaten 110 m Wasserdruck ergab. Die schlanke Staumauer deformierte sich vollkommen symmetrisch; der Kronenscheitel wich um 40 mm aus. Die Stromerzeugung begann im Mai 1954; die feierliche Einweihung der Anlage durch den Staatspräsidenten fand am 31. Juli 1954 statt.

Der Gang der Betonierung war nach Möglichkeit so gelenkt worden, dass die kompakten Massen des Unterbaues im Winter 1952/53 eingebracht wurden und dass der folgende Winter die Abkühlung der aufgehenden Mauer bringen konnte, so dass die Injektion der Fugen noch vor dem Aufstau in Angriff genommen werden konnte. (Schluss folgt)

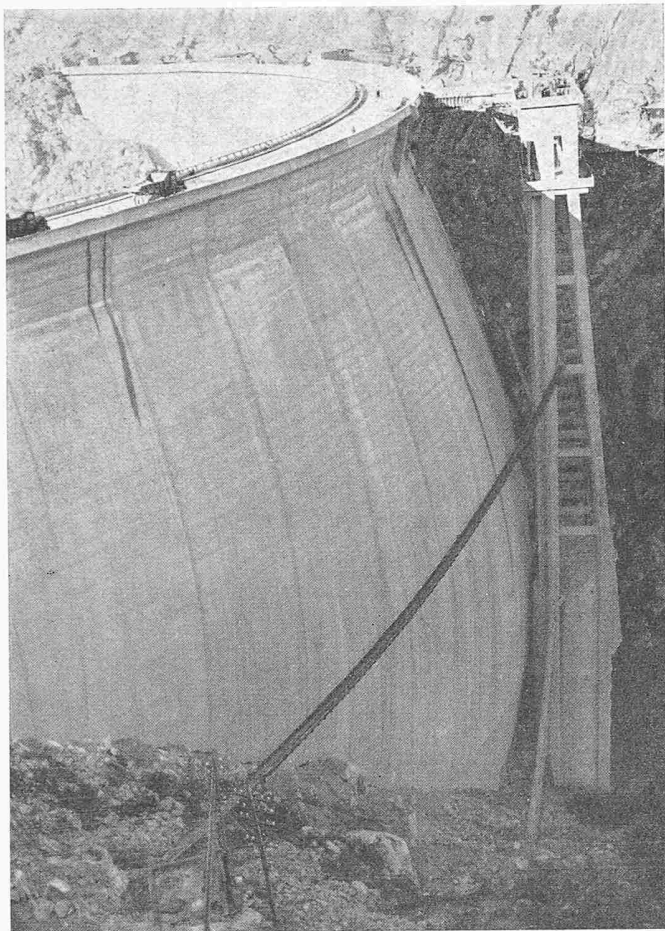


Bild 10. Wasserseite der Staumauer Cabriil

Industriehygiene und Arbeitsphysiologie

DK 628.5

Die zweite Tagung über dieses Thema, die Direktor Prof. Dr. E. Grandjean am 26. Nov. 1954 an der ETH durchführte, war ebenso erfolgreich wie die erste, über die wir hier 1954, Nr. 5, S. 61, berichtet haben. Sie bot folgende sechs Vorträge:

Die Entwicklung und Aufgaben der Industriemedizin

Von Prof. Dr. med. G. C. E. Burger, Philips-Glühlampenfabriken, Eindhoven (Holland)

Die Entwicklung der Industriemedizin fusst in den meisten Ländern auf dem Gedanken des *Arbeitsschutzes*. Im Anfang des 19. Jahrhunderts, als die menschliche Arbeitskraft allmählich von der Maschine übernommen wurde, hatten sich in den Industrieländern sehr schlechte Arbeitszustände entwickelt, welche Leben und Gesundheit der Arbeiterschaft stark angriffen. Soziale Verantwortlichkeit, Arbeitshygiene und Fürsorge waren noch unbekannte Begriffe; der *Mensch* in der Industrie war noch nicht entdeckt. Voraussehende Staatsmänner und Privatunternehmer erkannten aber allmählich, dass es für die weitere Entwicklung der Industrie notwendig war, dieser menschlichen Seite der Arbeit mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Schon im 18. Jahrhundert hatte der Vater der Arbeitsmedizin, der Italiener *Ramazzini*, darauf hingewiesen, dass die Berufsarbeit ein bedeutender kausaler Faktor sei bei der Entstehung und Entwicklung vieler Krankheiten.

Die Industriemedizin hat sich nicht nur auf die medizinische Seite des Arbeitsschutzes beschränkt, sondern hat sich im Rahmen des präventiven Gedankens in der Medizin zu einer allgemeinen Gesundheitsführung des arbeitenden Menschen umgebildet (Oekologie der Arbeit). Sie fand für diesen Aufbau oft besonders gute Bedingungen und wurde so zur Stosstruppe der konstruktiven Medizin, welche sich als Ziel setzt, den Menschen, als psychosomatische Einheit betrachtet, in für seine geistige und körperliche Leistung möglichst günstige Lebensbedingungen zu bringen und zu erhalten. Ihre Aufgabe kann man folgendermassen zusammenfassen:

I. *Gesundheitsfürsorge des arbeitenden Menschen* durch die Untersuchung von Neueingestellten und durch Reihenuntersuchungen. Für jeden Arbeitskandidaten soll festgestellt werden, in welcher Weise und an welcher Stelle er am besten im Arbeitsprozess eingeschaltet werden kann. Hierzu gehören für den untersuchenden Arzt grosse Erfahrung, genaue Kenntnis des betreffenden Betriebes sowie der körperlichen und psychischen Anforderungen der einzelnen Arbeitsplätze. Bei den Reihenuntersuchungen handelt es sich um Frühdiagnosen verschiedener Krankheiten mit dem Zwecke der Frühbehandlung, welche dem behandelnden Arzte überlassen werden soll, sowie um periodische Untersuchungen entweder auf bestimmte Krankheiten (z. B. Tuberkulose) oder auf die Gesundheitsgefährdung bei gewissen Arbeitsprozessen, oder in bestimmten Arbeitergruppen (z. B. Jugendlichen, Älteren, Frauen). Schliesslich sollen die nach längerer Krankheit zurückkehrenden Arbeiter zu dem Zwecke der medizinischen Prävention untersucht werden.

II. *Die Untersuchung und nötigenfalls die Umänderung der Umwelt des arbeitenden Menschen*. Das Arbeitsklima verlangt eine dauernde Ueberwachung sowohl bezüglich der physikalischen Faktoren (Temperatur, Feuchtigkeit, Luftbewegung, Strahlung) als auch bezüglich der Benutzung von Giftstoffen im Arbeitsprozess. Die stetige, ungemein schnelle Entwicklung der industriellen Chemie wirft stets neue Probleme auf; die Industriemedizin muss im gleichen Schritt mitmarschieren, um sich über die Möglichkeit von Schäden und deren Vorbeugung zu orientieren. Hierzu kommen die für die Produktivität ausserordentlich wichtigen Probleme der Arbeitsbeleuchtung und der Lärmbekämpfung. Schliesslich sei als vielleicht wichtigster Punkt auf den ungeheuren Einfluss der psychischen Umwelt hingewiesen. Die psychosoma-

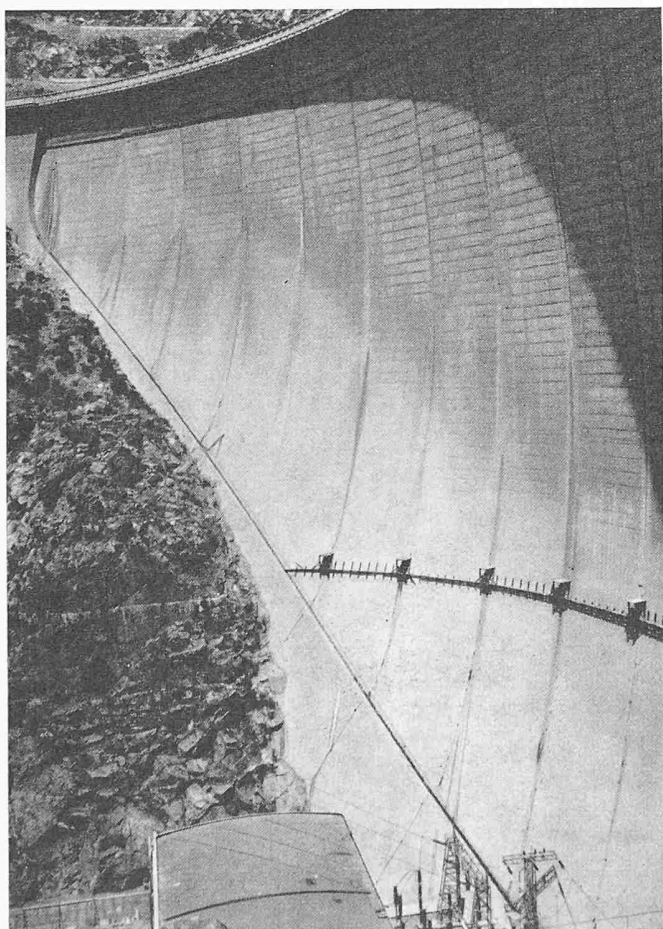


Bild 11. Luftseite der Staumauer; links Dach des Maschinenhauses