Vom Kraftwerk Kariba am Zambesi

Autor(en): **Schnitter, Erwin**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **81 (1963)**

Heft 6

PDF erstellt am: **28.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-66714

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

vor allem zwischen 1950 und 1960, indem sich die Gebrüder Tuchschmid AG. im Stahlbau vollends durchsetzt: Stahlwasserbau, Brückenbau, Industriehallen, ferner Metallfassaden sowie auch Kessel- und Apparatebau.

Hand in Hand mit diesen Entwicklungen ging natürlich die ständige Umgestaltung der Werkstätten und Anlagen, die ebenfalls der Jubiläumsschrift zu entnehmen ist. Heute verfügt die Firma in Frauenfeld-Langdorf über ein zusammenhängendes, in vier Etappen modern ausgebautes Areal, das für spätere Erweiterungen alle Möglichkeiten offen lässt. Die Zahl der Angestellten, bis 1920 unter 30, hatte 1930 fast 100 erreicht, um im Krisenjahrzehnt wieder stark abzufallen, seither aber stetig anzusteigen auf heute über 300.

Wir wünschen der Gebr. Tuchschmid AG., dass sie weiterhin dafür zeugen möge, wie wichtig für uns solche mustergültig geleitete Betriebe mittlerer Grösse sind!

Vom Kraftwerk Kariba am Zambesi

DK 627.8

Von **Erwin Schnitter**, dipl. Ing., Küsnacht ZH

In «La Technique des Travaux» Januar/Februar 1962 beschreibt *A. Renaud*, Directeur à la Soc. Gén. d'Exploitations Industrielles (SOGEI) Projekt und Bau des Kraftwerkes Kariba am Zambesi in fesselnder Weise. Wir entnehmen diesem Bericht einige besonders interessante Mitteilungen über Projekt-Entwicklung und Bau-Erfahrungen. Auch danken wir der Firma SOGEI (Paris) bestens für die zugehörigen Photos.

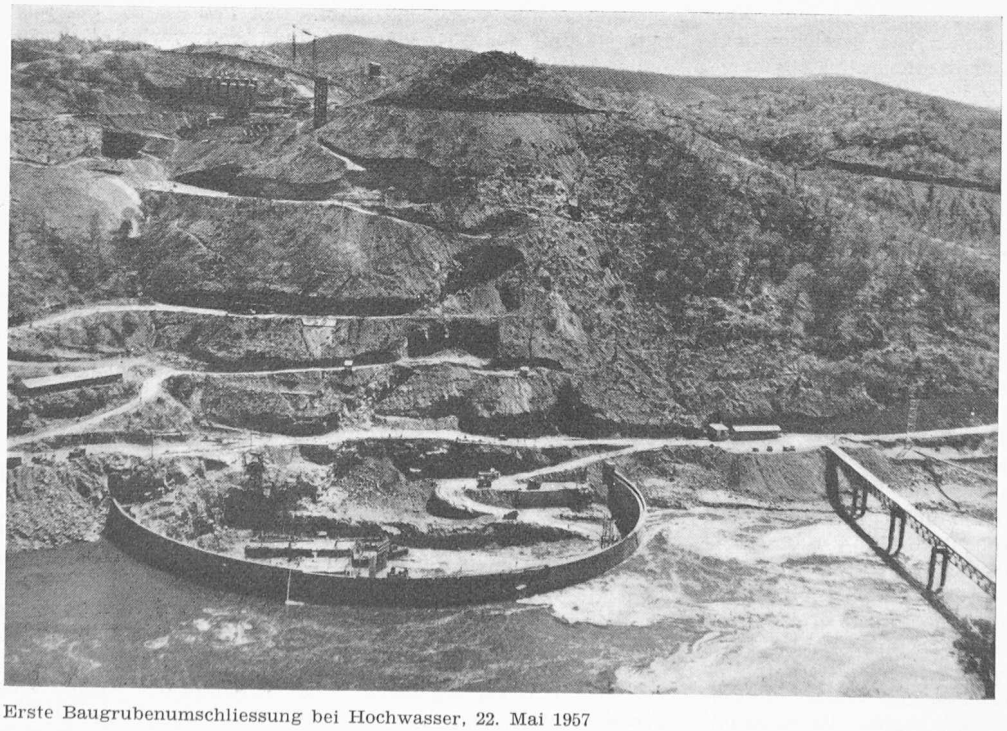
Unter Hinweis auf unsere Projekt-Beschreibung an dieser Stelle [1]) fassen wir die Charakteristik dieses Kraftwerkbaues kurz zusammen. Der Zambesi entspringt 400 km von der Atlantik-Küste entfernt und mündet nach einem Lauf von 2700 km in den Indischen Ozean. 1700 km von seiner Quelle liegt die Kariba-Schlucht; sein Einzugsgebiet beträgt an dieser Stelle 513 000 km² (etwa der Fläche Frankreichs entsprechend) mit einer jährlichen Niederschlagshöhe von im Mittel 750 mm, die auf die Monate November bis April konzentriert ist. Bekannt waren durch im wesentlichen neuere Messungen die Abflussmengen von 300 m³/s für Niederwasser, 1350 für Mittelwasser, 3500 für normales Hochwasser (in acht Jahren viermal beobachtet) und 8500 für ausserordentliches Hochwasser (einmal in acht Jahren beobachtet); mittlere Jahresabflussmenge gemessen zu 42 Mrd. m³. Als man sich eben im kritischsten Baustadium befand, trat im März 1958 ein Hochwasser von 16 000 m³/s auf! Diesen ausserordentlichen Abflusspitzen während der Regenzeit steht indessen ein zuverlässiger, ungestörter Niederwasserabfluss während der von Mai bis Oktober nicht unterbrochenen Trockenzeit gegenüber.

An der Mauer-Baustelle weist die im Gneis tief eingeschnittene Kariba-Schlucht eine 200 m breite, durch gesunden, anstehenden Fels gebildete Sohle mit scharf eingeschnittener Niederwasser-Rinne auf. In den Flanken musste verwitterter Fels 30 bis 40 m tief ausgehoben werden; das rechte Widerlager greift in eine Zone aus stark disloziertem Quarzit. Als Talabschluss wurde eine Staumauer mit einem Ueberlauf von 104 m Fallhöhe beschlossen; ein Damm in Felsschüttung, die voraussichtlich billigere Lösung, schied aus, da für die Ableitung der Hochwasser während des Baues keine Möglichkeit bestand.

Der Stauseeinhalt beträgt bei normaler Stauhöhe 160 Mrd m³; die Höhe der Staumauer ermöglicht einen zusätzlichen Stau von 4,5 m, dem 20 Mrd m³ entsprechen. Sie dienen als Reserve für ausserordentliche Hochwasser. Der Stausee dehnt sich bei 20 km mittlerer Breite 280 km flussauf, 5200 km² bedeckend (= 9 × Genfersee). 50 000 Personen mussten umgesiedelt werden. Der Eingriff in eine intensive Tier- und Pflanzenwelt ist ausserordentlich weitgehend. Die Füllung des Stausees benötigt bei mittlerer Wasserführung vier Jahre; ein Jahr (42 Mrd m³), entspricht dem Inhalt der obersten 8 m.

Im ersten Ausbau sollen 840 m³/s bei 86 m Netto-Gefälle entsprechend 600 MW installierter Leistung genutzt werden, was eine Jahreserzeugung von 3,5 Mrd kWh ergibt. Durch einen zweiten Ausbau, verbunden mit Ueberjahresausgleich im Stausee, kann die Jahreserzeugung auf über 8,5 Mrd kWh gebracht werden. Für beide Ausbaustufen ist die Anordnung unterirdischer Maschinenhallen, je eine auf jeder Talseite, aus folgenden Gründen gewählt worden: die Enge der Schlucht gab keinen Raum zur Anordnung quergestellter Maschinenhäuser am Mauerfuss; längsgestellte Maschinenhäuser am Fusse der Talflanken hätten sehr grossen Felsaushub erfordert, die abstürzenden Hochwassermassen hätten eine unüberblickbare Kolkgefahr bedeutet; die Gefahr der Ueberflutung solcher Maschinenhäuser während des Baues musste vermieden werden (die Hochwasser 1957 und 1958 bestätigten dies). Bei dem gewaltigen Ausmass dieser Bauten war es geboten, die Baustellen für die Mauer und für die Maschinenanlage voneinander völlig unabhängig zu machen, einer jeden ihre Organisation und ihren Gang zu lassen. Entscheidend blieb indessen die Möglichkeit der Flussumleitung während des Baues der Staumauer; hierfür wurde die ganze Talbreite benötigt; für den Bau des grossen ersten Maschinenhauses blieb hier kein Raum, weshalb es in den Berg hinein verlegt werden musste. Diese Anlage liegt unter der rechten Talflanke und wurde für sechs Einheiten zu 100 MW gebaut. Diese Energie wird zunächst auf 330 kV transformiert und über ein Netz von 1440 km verteilt, das die bedeutenden In-

[1]) SBZ 1957, H. 12, S. 179.



Erste Baugrubenumschliessung bei Hochwasser, 22. Mai 1957

dustrien in Nord- und Süd-Rhodesien beliefert und Verbindung nach dem Katanga aufweist.

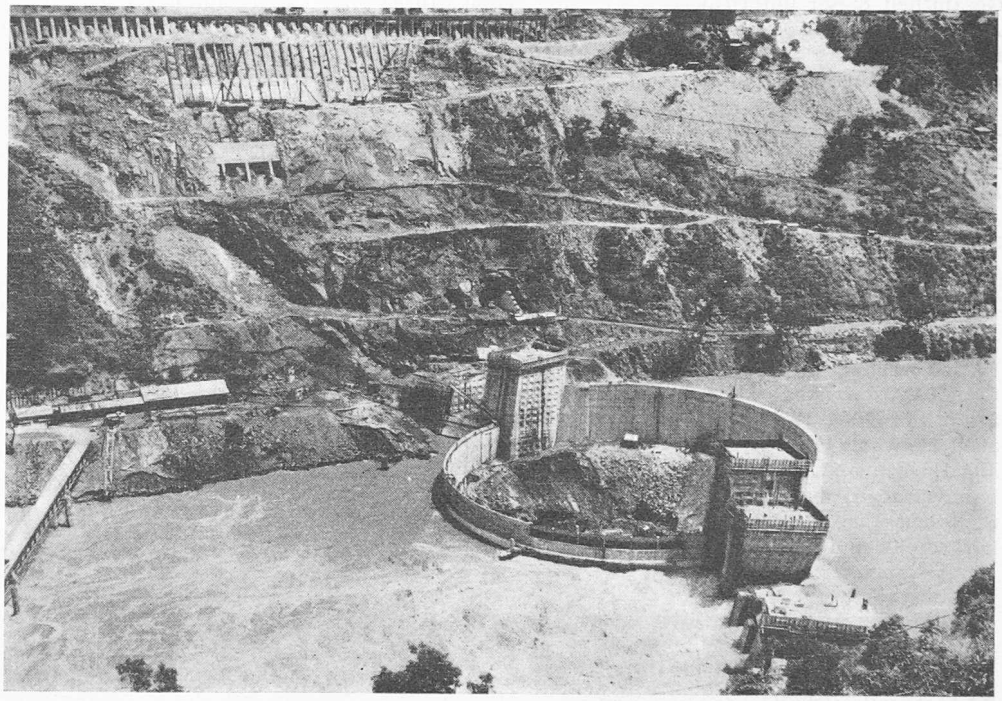
Aus der Disposition und der Entwicklung des Projektes sei auf folgende Einzelheiten hingewiesen:

Die Staumauer ist ein doppelt gekrümmtes Gewölbe. Ihre Form wurde durch Rechnung und Untersuchungen am Modell 1:400 ermittelt. Bei einer Stauhöhe von 104 m beträgt ihre grösste Höhe über Fundament 125 m; der Radius des wasserseitigen Kronenrandes misst 270 m bei 128° Zentriwinkel, die Kronenlänge 615 m, die Kronenstärke durchgehend 13 m. Die Stärke des Gewölbefusses in Mauermitte ist 18,5 m; Meereshöhe der Krone 490 m, das Betonvolumen 1 Mio m³, der Aushub 300 000 m³. Für den Hochwasserabfluss sind im Mauergewölbe sechs (ursprünglich vier) Durchlässe 9 × 9 m geöffnet, deren Sohle 27 m unter Stauspiegel liegt. Dabei schlägt der Wasserstrahl genügend weit vom Mauerfundament auf, so dass Erosionen des Mauerfusses nicht zu befürchten sind. Hier können 9500 m³/s durchfliessen, entsprechend dem 1,5fachen des Hochwassers von 1958 nach Abflachung der Spitze im Stausee. Für den Abschluss der Oeffnungen sind unterwasserseitig Raupen-Schützen und oberwasserseitig Dammbalken angeordnet. Eine der Oeffnungen erhält einen vorgebauten Einlauf, der durch Dammbalken bis etwas unter Seespiegel abgeschlossen wird, so dass sich ein Oberflächen-Abfluss zur Abfuhr von Geschwemmsel bildet. Von der Anordnung von Grundablässen wurde abgesehen, da der Stausee zu gross ist, als dass er je entleert werden könnte.

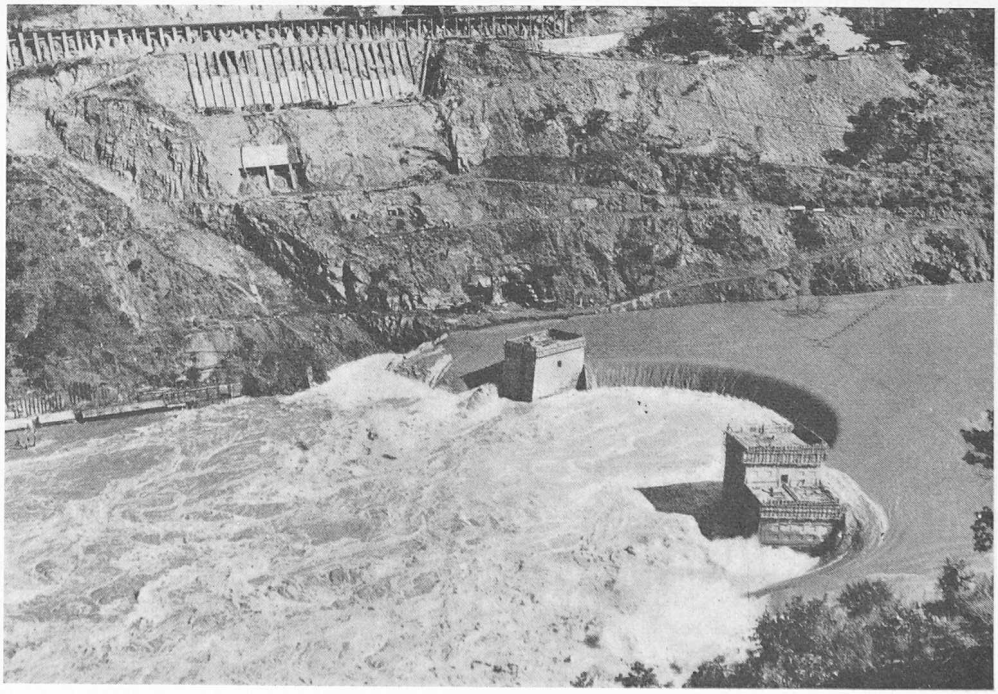
Bei der Anordnung der Maschinenanlage ging man davon aus, dass heute der Bau von Gruppen von 100 MW möglich ist, deren Einzelstücke nach Gewicht und Raum einen Strassentransport noch gestatten. Die Turbinen von 140 000 PS sind für 143 m³/s und 86 m Gefälle gebaut. Je zwei Generatoren, die 120 MVA bei 166,7 Uml/min leisten, sind an eine Gruppe aus drei Einphasentransformatoren von 240 MVA, 13/330 kV angeschlossen.

Die Kavernen-Zentrale des ersten Ausbaues ist unter der rechten Talflanke stromaufwärts der Staumauer, also unter dem Stausee parallel zum Tal angeordnet, so dass für die sechs Zuleitungen Mindestlängen erreicht werden konnten, die weder Wasserschlösser noch andere Abschlussorgane vor den Turbinen erforderten als die Sektorschützen und Dammbalken der sechs Wasserfassungen. Unmittelbar hinter diesen Einlaufschützen liegen die vertikalen Druckschächte, die mit Krümmern an die Turbinen anschliessen; die Turbinenausläufe liegen vertikal unter diesen Krümmern. Dadurch können Zu- und Ablauf einer Turbine mit Nebenorganen (Dammbalkenversetzschacht, Unterwasser-Entlüftung) in je einem gegen 130 m tiefen Schachtausbruch angeordnet werden.

Je zwei dieser Turbinenausläufe vereinigen sich in einem Wasserschloss von 19 m Durchmesser und 45 m Höhe, von dem der Ablaufstollen von 90 m² Querschnitt unter der Staumauer hindurch ins Unterwasser führt. Der oberste dieser Ablaufstollen führt in den Umlaufstollen, der oberstromseits durch einen Betonpfropfen geschlossen wurde und nun eine neue, dauernde Funktion erfüllt. Das Wasser fliesst in diesen 300 m langen Ablaufstollen unter Druck, da das Unterwasser Spiegelveränderungen von 22 m erleiden kann. Die Ausmündung dieser Ablaufstollen wurde durch Modellversuche besonders sorgfältig untersucht, um Verstopfungen durch Kolkmaterial des gewaltigen Hochwasserüberfalles zu vermeiden.



Die zweite Baugrubenumschliessung am 27. Januar 1958



Das Hochwasser vom 5. März 1958. Wasserführung des Zambesi 16 000 m³/s

Die Kavernen-Zentrale und die bergseits parallel liegende Transformatoren-Kaverne sind durch einen 270 m langen Strassentunnel mit der rechten Flanke der Schlucht verbunden. Zum etwa 140 m darüberliegenden Kommandoraum führt ein Schacht, der zwei Aufzüge und alle Steuer-, Kontroll- und Signal-Kabel enthält. Ein weiterer Schacht verbindet die Transformatoren-Kaverne mit der Schalt- und Verteilanlage, die auf zwei Flächen von 60 × 175 m angeordnet ist. Dieser enthält alle Kabel von 330 kV. Die Kavernen-Zentrale erforderte einen Aushub von 143 m Länge, 23 m Breite und 40 m Höhe. Die wechselnde Natur des Felsens (Gneis mit Pegmatitintrusionen) erforderte eine vollständige Betonverkleidung. Zwei Laufkräne von 200 t ermöglichen zusammen die Handhabung der 375 t schweren Generator-Rotoren. Eine aufgehängte Zwischendecke dient der Beleuchtung und der Ventilation. — Die Transformatoren-Kaverne, die in 16 m Abstand parallel zur Maschinenkaverne liegt, weist 160 m Länge, 17 m Breite und 20 m Höhe des Ausbruches auf. Die Gesamtheit dieser unterirdischen Arbeiten ergibt 570 000 m³ Ausbruch und 135 000 m³ Beton. Weitgehende Zementinjektionen sollen die Dichtigkeit dieser Anlagen wie der Staumauer gewährleisten.

Aus der Durchführung des Baues, die vor allem durch völlige Abgelegenheit, Unwegsamkeit des Ortes und die Macht des Flusses gekennzeichnet ist, sei einiges herausgegriffen:

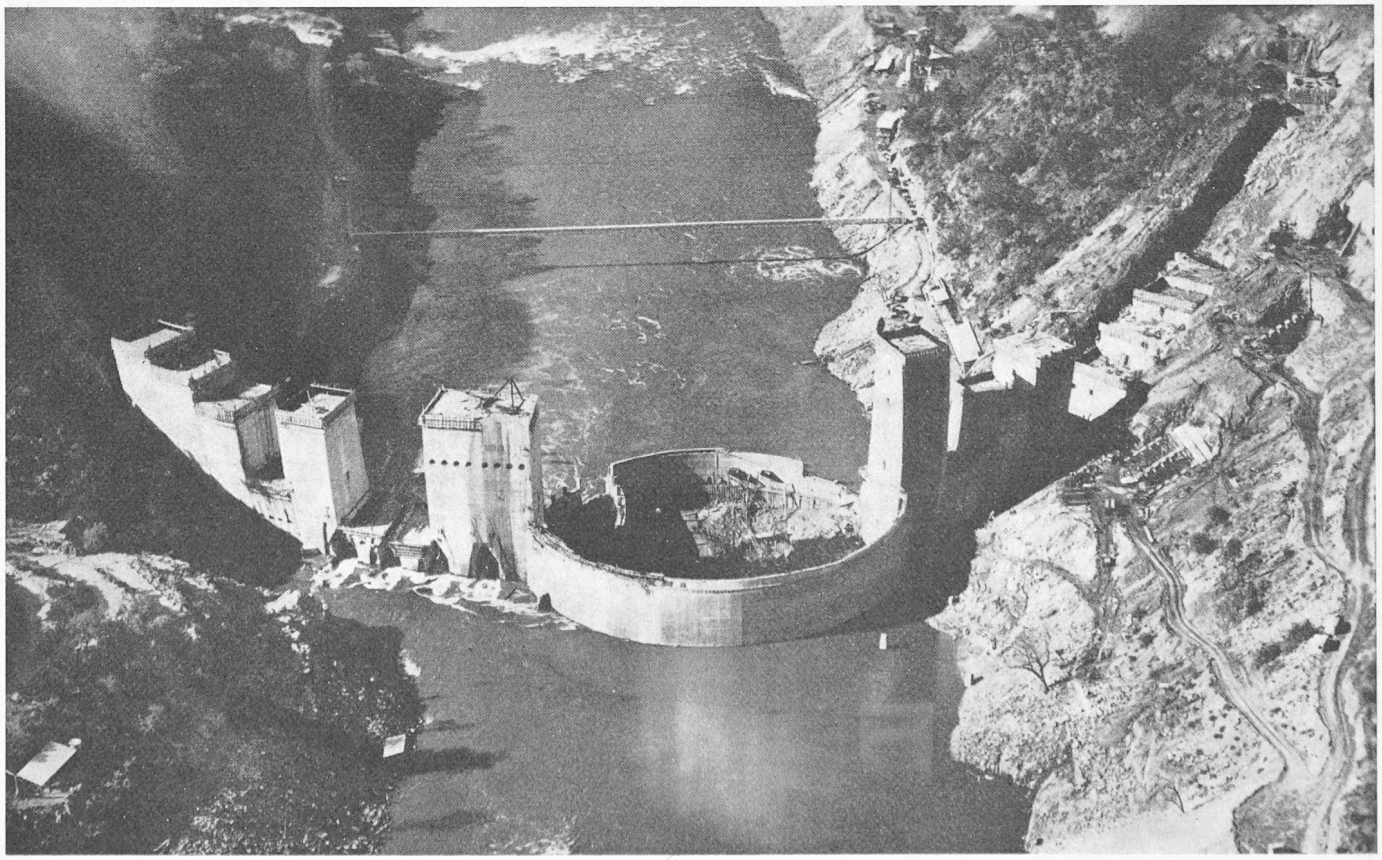
Die Kariba-Schlucht liegt in einer Entfernung von 370 km von Salisbury, der Hauptstadt Süd-Rhodesiens, der eigentlichen Operationsbasis, sowie 190 km von Lusaka, der Hauptstadt Nord-Rhodesiens. 200 km Zugangsstrassen, 40 km Bauplatzstrassen und zwei Flugplätze mussten durch Urwald und Busch gebaut werden. Für 1600 Mann leitendes und Fach-Personal, das aus Europa herangezogen wurde, und für 10 000 afrikanische Arbeiter mussten eine Europäer-Stadt mit 2000 Einwohnern und eine Afrikaner-Stadt mit 8000 Einwohnern erbaut werden. Die Bau-Ausrüstung kam aus Europa und wurde im Hafen von Beira in Mozambique bahnverladen; nach 1000 km Bahnfahrt folgten 200 km Strassentransport. Der Zement wurde in Nord-Rhodesien hergestellt und 170 km auf der Strasse transportiert. Um den Gang der Arbeiten sicherzustellen, wurden bei der Betonier-Anlage 80 eiserne Silos von je 300 t Inhalt aufgestellt, die eine Zementreserve von 24 000 t aufwiesen.

Für die Gründung der Staumauer in der Talsohle bestand folgender Plan: 1. Erstellen eines Umlauftunnels im rechten Talhang zur Ableitung des Niederwassers. 2. Während einer ersten Trockenzeit Bau einer halbkreisförmigen, dünnen Staumauer auf der linksufrigen Talsohle als Baugrubenabschluss, in dessen Schutz Staumauerblöcke mit vier geräumigen Durchfluss - Oeffnungen aufgebaut wurden. 3. Während einer nächsten Trockenzeit Sprengung des ersten Baugruben-Abschlusses und Umleitung des Flusses durch die vier Durchlässe im Mauerfundament. Abschluss der Niederwasserrinne. Erstellen eines kreisförmigen Baugrubenabschlusses und Betonierung der Fundamente der zentralen Mauerblöcke. 4. Während einer weiteren Trockenzeit und nach Betonieren der Staumauer bis zur notwendigen Höhe Abschluss des Umlauftunnels und der vier provisorischen Mauerdurchlässe und Beginn der Füllung des Stausees, während die Betonierung stets genügend voraus eilt. — Dieser Arbeitsgang ist genau durchgeführt worden, trotz der ausserordentlichen, nicht vorauszusehenden Hochwasser.

In der Trockenzeit von 1955 wurden der Umlauftunnel von 100 m² Querschnitt und 400 m Länge, sowie das Fundament des linksufrigen halbkreisförmigen Baugrubenabschlusses in Angriff genommen. Dieser konnte 1956 als gewölbte Staumauer von 180 m Radius, 290 m Länge, 18 m Höhe bei 2,4 bis 1,8 m Stärke abgeschlossen werden; er erforderte 10 000 m³ Gewölbe-Beton; die 5 bis 6 m tiefen Fundamente wurden mit Colcrete [2]) erstellt. Gleichzeitig hat man die linksufrige Durchflussrinne ober- und unterwasserseitig dieses Abschlusses im Fels der Talsohle vorsorglich ausgebrochen und die Uferanschlüsse des zentralen Baugrubenabschlusses vorbereitet. Sofort nach Erstellen dieses ersten Abschlusses sind im Herbst 1956 die linksufrigen Staumauerblöcke in Angriff genommen worden.

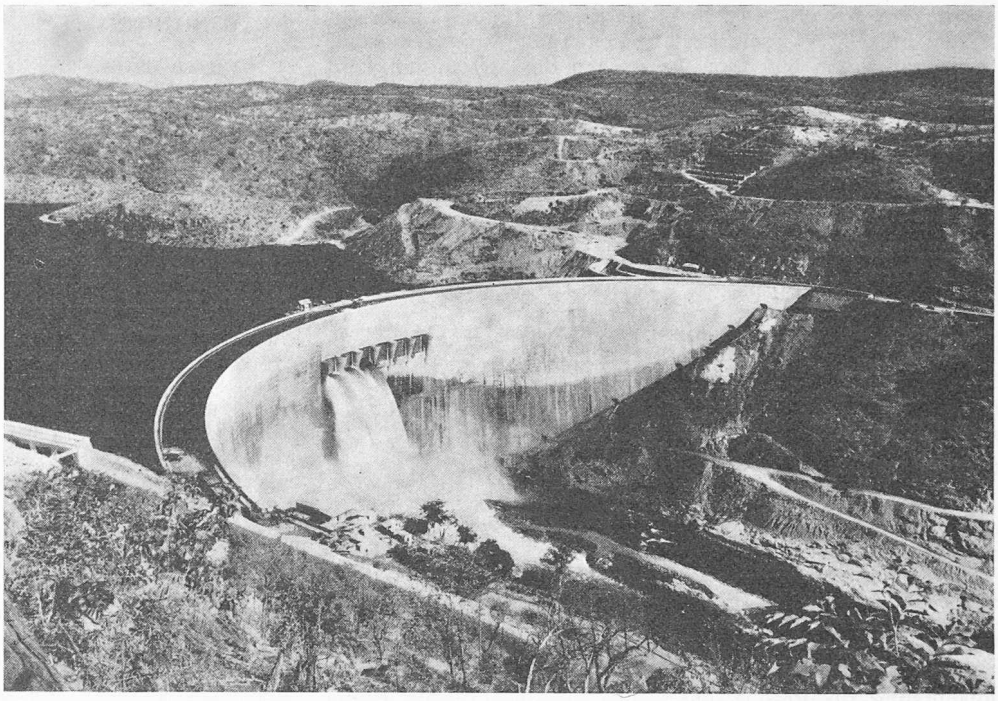
Im März 1957 unterbrach ein Hochwasser von 8400 m³/s diese Betonierung während sechs Wochen, ohne weiteren

2) Definition siehe SBZ 1960, H. 43, S. 687.



Die zweite Baugrubenumschliessung am Anfang der Niederwasserperiode, 6. Juni 1958

Schaden anzurichten: im Juli hatten diese Blöcke mit den vier Durchlässen die Höhe des Abschlusses erreicht. Sofort wurde der Baugrubenabschluss im Ober- und Unterwasser gesprengt und dem Durchfluss der neue Weg durch die linksufrige Talsohle geöffnet. Der Durchfluss durch die bisherige Niederwasserrinne ist durch Schütten eines Steindammes von 100 000 m³ im Unterwasser der Baustelle aufgehalten worden. Im hierdurch erzeugten Stillwasser konnten nun die Spundbohlen für das Fundament des zweiten Baugrubenabschlusses gerammt werden. Dieser wurde in Form zweier konzentrischer Gewölbestaumauern angeordnet, die sich je auf einen Block der Staumauer abstützten; links war dieser Block im ersten Abschluss betoniert worden, rechts im Fusse der Talflanke. Die Fundamente dieses Abschlussringes wurden zwischen Zellenspundwänden von 6 m Breite (1000 t) in Colcrete (7500 m³) mit einer grössten Höhe oberwasserseitig von 23 m ausgeführt und sorgfältig injiziert. Ueber diesen Fundamenten ist der aufgehende Beton, 15 000 m³, der kreisförmigen Baugrubenumschliessung aufgeführt und das stromaufwärts gerichtete Gewölbe 25 m hoch in gleichmässiger Stärke von 1,80 m betoniert worden, das stromabwärts gerichtete 12 m hoch in Stärken von 3,6 bis 1,2 m. Die Inangriffnahme der sechs mittleren Staumauerblöcke erfolgte unmittelbar anschliessend im November 1957.



Die fertige Staumauer Kariba aus Osten; 27. Juli 1960

Im Jahre 1958 waren drei solcher Blöcke in der tiefsten Flussrinne im Aufbau, als im Februar und März ein katastrophales Hochwasserregime durchlief: am 7. Februar 5200, am 5. März 16 000 m³/s, im April 4500. Der Wasserstand stieg im Oberwasser 35 m, im Unterwasser 26 m über Niederwasser. Die Bauplatzbrücken und die Installationen im Tal verschwanden. Die drei Kabelkräne von je 20 t mussten die Verbindung der Talseiten allein übernehmen.

Der oberwasserseitige Baugrubenabschluss wurde rasch um 6 m erhöht und hielt zunächst Stand. Am 16. Februar brach Wasser unter dem Fundament des linken Anschlusses durch; in 1½ Stunden füllte sich der umschlossene Raum. Das höchste Hochwasser überströmte den oberwasserseitigen Baugrubenabschluss sowie die gesamte Staumauer mit Ausnahme der die Widerlager dieses Abschlusses bildenden Blöcke, die in grösster Eile hochgetrieben worden waren und nun den Wasserspiegel eben noch überragten. Die unterirdischen Baustellen blieben unberührt; sie erlitten lediglich einen etwa zehntägigen Arbeitsunterbruch.

Mit fallendem Wasser wurde zunächst die Krone des stromabwärts gerichteten Abschlussgewölbes schrittweise tiefer gelegt, da dieses Gewölbe sonst nach aussen hätte kippen können. Dann suchte man die Durchbruchstelle: im Gründungsfels zeigte sich in 25 m Wassertiefe eine Kolköffnung von 4 m², die durch die intensive Tangentialströmung beim Widerlager nahe dem ersten Durchlass entstanden ist. Zur Dichtung des Durchbruches rammte man auf der Innenseite des Gewölbes eine Spundwandzelle, in welcher der Wasserspiegel auf den des Oberwassers stieg, worauf dann diese Zelle im ruhigen Wasser ausbetoniert und so der Abschlusszapfen hergestellt werden konnte. Im Juni konnte die Baugrube ausgepumpt und der Aufbau dieser Mittel-Blöcke intensiv gefördert werden, was notwendig war, da inzwischen die Arbeit an den Blöcken in den Talflanken stetig fortschritt. Auch hatte das Bauprogramm vorgesehen, schon die folgende Regenzeit zur Füllung des Stausees heranzuziehen. Also mussten in diesem Herbst unter Ausnützung der letzten Tage der Trockenzeit noch die linksufrigen Durchlässe und der rechtsufrige Umlaufstollen abgeschlossen werden.

Zunächst wurde der Umlaufstollen von 11 m Durchmesser durch Felsschüttungen am Auslauf abgeschlossen, worauf im Einlauf im ruhigen Wasser Spundwände gerammt werden konnten, deren Zwischenraum unter Wasser ausbetoniert wurde. Nun konnte man den Stollen durch einen Betonpfropfen abschliessen. Während dieser Arbeit wurden die vier linksufrigen Durchlässe von 8 m Breite so weit von oben zubetoniert, dass sich ihre Höhe auf 10 m verringerte, entsprechend dem Niederwasserdurchfluss-Profil. Diese Oeffnungen waren durch Mittelpfeiler unterteilt und sollten durch Eisenbeton-Schützen abgeschlossen werden. Doch das Hochwasser hatte die Mittelpfeiler zerstört.

Nun wurde in folgender Weise abgeschlossen: Vor jede Oeffnung baute man mittels Kabelkran ein Gitter mit 20 cm Maschenweite aus horizontalen Stahlträgern; die Träger wurden auf einen Druck von 90 m Wassersäule berechnet. Diese Gitter erzeugten keinen Stau. Nun wurden in raschestem Gange Felsblöcke 30 bis 90 cm mit 2 m Mindeststärke dagegen geschüttet, hierauf 2 m Material 10 bis 15 cm, dann zwei Lagen von 1,8 m aus Fein-Material. Die Schüttung dauerte vom 18. November bis 25. Dezember. Der Wasserspiegel stieg auf 40 m über Durchlass-Sohle. Die vier Abschlüsse erwiesen sich als vollständig dicht, so dass die Durchlässe durch Betonpfropfen geschlossen werden konnten.

Im Jahre 1959 musste die Betonierung der Staumauer mit Sicherheit dem steigenden Wasserspiegel voraneilen. Die letzten Blöcke wurden am 23. Juni betoniert. Im Dezember konnte dank einem tiefliegenden, provisorischen Einlaufbauwerk die erste Maschinengruppe in Betrieb genommen werden.

Die Beschaffenheit des verwendeten Betons zeigt sich wie folgt: Der Sand konnte den Ablagerungen in der Mündung eines Seitenflusses, wenig oberhalb der Baustelle entnommen werden, dessen Einzugsgebiet im Granit liegt. Er wurde in einer Rheax-Anlage gewaschen und in die Komponenten 0,1/0,6 und 0,6/3 mm aufbereitet. Die Steine wurden in einem Aufschluss von Augengneiss in sehr gleichmässiger Beschaffenheit einige Kilometer nördlich der Baustelle gewonnen und in die gewaschenen Komponenten 200/125, 125/75, 75/25 und 25/12 mm zerlegt. Der Anteil unter 12 mm wurde ausgeschieden. Die Zementdosierung betrug 230 bis 200 kg für den Mauerkörper und 290 bis 260 für die 3 m

starke Wasserseite. Bis 20 m unter der Krone wurde der Beton mittels Wasserzirkulation gekühlt, wodurch seine Temperatur von 50° fünf Tage nach der Betonierung auf 15 bis 20° nach 40 bis 50 Tagen sank.

Zwischen Baubeschluss im März 1955 und Beginn der Stromlieferung auf das Netz im Dezember 1959 lagen vier Jahre und neun Monate wohl äusserster Anstrengungen.

Die Projektverfasser waren: A. Gibb and Partners, London; A. Coyne et J. Bellier, Paris; SOGEI, Paris. Als Bauunternehmer zeichnet Impresit Kariba (Girola, Lodigiani, Torno; Mailand).

Adresse des Verfassers: *Erwin Schnitter*, dipl. Ing., Am Itschnacherstich 1, Küsnacht ZH.

Neuartiger Lufterhitzer für Grossraum-Heizung

DK 697.38

Bei der Wahl eines Heizgerätes spielt nicht allein der Anschaffungspreis eine wichtige Rolle, sondern auch die zusätzlich erforderlichen Aufwendungen für Kamine, Luftschächte, Heizkörper, Montage usw. Die Kosten hiefür sind schon bei einem Neubau sehr bedeutend, erfahren aber im Falle eines nachträglichen Einbaus noch eine wesentliche Erhöhung. Weiter soll das Heizgerät im Interesse bester Platzausnützung für Produktionszwecke möglichst wenig Raum beanspruchen. Diesen Erfordernissen entspricht der neuartige *Rheinland-Lufterhitzer*. Seine Hängekonstruktion gestattet die Montage unter dem Dach mit minimalem Kostenaufwand.

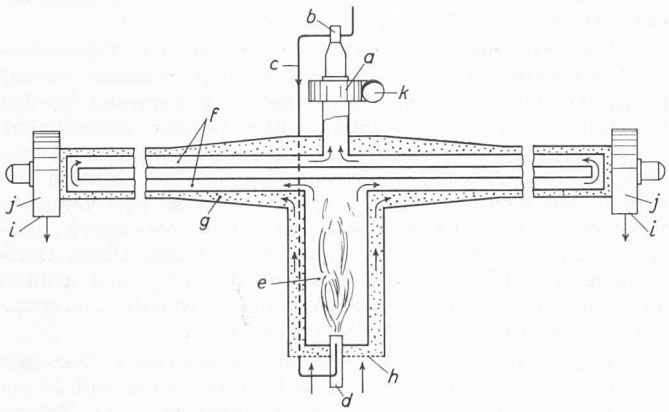


Bild 1. Längsschnitt durch den «Rheinland»-Lufterhitzer

Aufbau und Arbeitsweise sind aus Bild 1 ersichtlich. Der Apparat besteht aus einer Brennkammer *e*, in die ein Oelbrenner *d* eingesetzt ist, einem rohrförmigen Wärmeaustauscher mit Luftmantel *g* und je einem Ventilator *j* an jedem Ende sowie einem Kaminventilator *a* für die Rauchgase. Die Raumluft wird durch ein Saugsieb *h* abgesaugt und umspült dann die Brennkammer sowie anschliessend die Luftmäntel des Wärmeaustauschers, um dann von den Ventilatoren *j* in den Raum geblasen zu werden. Einstellbare Verteilbleche am Luftaustritt bei *i* sorgen für die gewünschten Richtungen der austretenden Strahlen. Die Verbrennungsgase durchströmen die Kanäle *f* des Wärmeaustauschers in Pfeilrichtung, um dann vom Kaminventilator abgesogen und durch ein Rauchrohr *k* ins Freie ausgeblasen zu werden. Die Feuerung und die Ventilatoren werden durch einen Raumthermostaten derart ein- und ausgeschaltet, dass die Raumtemperatur innerhalb einstellbarer Grenzen bleibt. Die sehr reichlich bemessenen Wärmeaustauschflächen ergeben niedrige Rauchgastemperaturen und einen hohen Wirkungsgrad. Das Heizöl wird durch die Pumpe *b* und die Leitung c dem Brenner *d* zugeführt.

Das Gerät eignet sich vor allem für grosse Werk- und Lagerhallen. Es ist für Leistungen von 40 000 bis 220 000 kcal/h in sieben verschiedenen Grössen erhältlich. Die Baulängen betragen 10 bis 14 m. Verkaufsstelle für die Schweiz ist die Prodecor AG., Zürich 6, Sonneggstrasse 30.

Mitteilungen

Ultrahochfeste Nickel-Stähle. Die International Nickel Company (Mond) Ltd. hat eine Reihe ultrafester Stähle entwickelt. Es handelt sich dabei um ein als «maraging» bezeichnetes Verfahren, eine einfache Wärmebehandlung zur Alterung von duktilem Martensit mit 18 — 25 % Nickeleisenlegierungen unter Zusatz von Kobalt, Molybdän, Titan, Aluminium und Niobium. Die «Maraging»-Nickelstähle weisen Festigkeiten im Bereich von 150—220 kg/mm² und 0,2 % Streckgrenze zwischen 142 und 213 kg/mm² auf, dies im Verein mit grosser Duktilität und Schlagfestigkeit. Diese Eigenschaften bleiben bei Temperaturen unter Null und mittelhohen Temperaturen erhalten. Unter diesen neuen Stählen ist der 18%-Nickelstahl das einzige bekannte Material, das Streckengrenzen über 173 kg/mm² aufweist, während die Duktilitäts-Grenztemperatur —60 °C beträgt. Die Festigkeit dieses Stahls in Gegenwart von Kerben oder Rissen ist hervorragend, und bei Proben mit starken Kerben von einem Radius von 0,127 mm sind Werte über 283 kg/mm² gemessen worden. Versuche haben erwiesen, dass diese neue Legierung aussergewöhnliche Festigkeit gegenüber dem Nachreissen aufweist, wenn sie unter hoher Beanspruchung dem Einfluss einer stark korrodierenden Atmosphäre ausgesetzt wird. Wichtige Eigenschaften dieser «Maraging»-Nickelstähle beruhen auf ihrer leichten Verarbeitbarkeit. Die Abkühlung von hoher Temperatur erzeugt einen Martensit, der reich an Nickel und verhältnismässig weich ist, und sich deshalb auch ohne Schwierigkeiten kalt und auf der Maschine bearbeiten lässt. Die nachfolgende Härtung durch das «Maraging» während 13 Stunden bei 480 °C verursacht keine Volumveränderungen, so dass bei der maschinellen Verarbeitung sehr hohe Toleranzen eingehalten werden können. In keinem Zeitpunkt der Wärmebehandlung ist ein Abschrecken erforderlich. Weiter sind die «Maraging»-Stähle auch im gehärteten Zustand gut schweissbar. Eine Vorwärmung ist überflüssig, und die Eigenschaften der Schweissnaht lassen sich durch die «Maraging»-Behandlung wieder herstellen.

England öffnet ausländischen Industrien die Tür. Unter dem Titel «Ihre neue Fabrik in Grossbritannien» hat das britische Handelsministerium kürzlich eine illustrierte und durch Karten ergänzte Broschüre herausgegeben, die über alle Möglichkeiten und Voraussetzungen für den Aufbau eines Unternehmens auf den britischen Inseln informiert. Angefangen bei der Standortwahl, den Produktionskosten, den Verkehrsverhältnissen, den Arbeitskosten und reichend bis zu den Zolltarifen, Rechtsfragen und Formalitäten, sind darin alle den Unternehmer in diesem Zusammenhang interessierenden Probleme ausführlich behandelt. So stossen denn die Engländer einerseits kräftig auf neue Märkte vor. Anlässlich der grossen «Britischen Industriemesse» vom September 1963 in Zürich wollen sie die schweizerische Wirtschaft, gleichzeitig aber auch jene unserer Nachbarländer mit ihren neuesten technischen Leistungen bekanntmachen. Anderseits aber öffnen sie ausländischen Industrien weit die Türen zum eigenen Lande, womit diese auch der Zollpräferenzen im Commonwealth, in Irland und Südafrika teilhaftig werden. Im Zeichen der Zusammenschlüsse ist man somit in London gewillt, den Austausch zu verstärken, und bereits haben sich namhafte Unternehmen, so z. B. Ciba und Geigy, diese verheissungsvolle Möglichkeit zunutze gemacht.

Wassergekühlte Turbogeneratoren der AEG. Bei der Kühlung des Rotors mit Wasserstoff unter höherem Druck und herkömmlicher Kühlung des Stators können Einheitsleistungen bis etwa 250 000 kVA bewältigt werden. In jüngster Zeit hat die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in ihrem Werk in Mülheim Turbo-Generatoren mit direkter Wasserkühlung der Leiter im Ständer entwickelt. Das Wasser fliesst von der Pumpe über den Kühler durch Kunststoffschläuche zum Generator und von dort über einen Wasserbehälter zur Pumpe zurück. Ueber Ventile wird der Wasserkreislauf so beeinflusst, dass die Temperatur der Wicklung auch bei Laständerungen konstant bleibt. Der Wasserkreislauf arbeitet vollautomatisch und ist wartungsfrei. Da das Kühlwasser