Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 72 (1954)
Heft: 17

Artikel: Der Wiederaufbau des 1941 zerstörten Stauwerkes Dnjeprostroj
Autor: Hartung, Fritz
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-61176

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: 05.12.2025

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

setzen. Mit Hilfe des Umschaltschiebers D_c und des Oelverteilers D_3 wird die Steuernadel P_1 teilweise geöffnet, wobei die gesteuerte Nadel P_2 diese Bewegung ebenfalls mitmacht. Nun setzt sich die Turbine in Bewegung.

5. Nachdem die Turbine eine gewisse Geschwindigkeit erreicht hat, wird die Regulierung unter die Wirkung ihres Reglers gesetzt. Dies geschieht, sobald die Spannung zur Speisung des Motors M des Vorsteuerreglers R_0 einen genügenden Wert erreicht hat und die Verrieglung des Relais R_1 gelöst wird. Die Betriebsdrehzahl wird alsdann durch den automatischen Regler festgelegt, wobei der Sollwert dieser Drehzahl entweder von Hand oder von der Schalttafel aus durch einen kleinen Elektromotor der Drehzahl-Verstellvorrichtung C_v eingestellt werden kann.

6. Das Einschalten des Generators erfolgt durch die automatische Synchronisierungsvorrichtung, welche auf die Drehzahlverstellvorrichtung C_v wirkt. Sobald die Parallelschaltung erfolgt ist, kann die Gruppe die Last aufnehmen.

Vor dem Stillegen der Turbine muss der Generator völlig entlastet und vom Netze getrennt werden. Alsdann wird die entsprechende Hauptsteuerschiene unter Spannung gesetzt, was folgende Operationen auslöst:

1. Der Oeffnungsbegrenzer L_0 wird in die Schliesstellung versetzt, wodurch die Ablenker A_1 und A_2 eingeschwenkt und die Nadeln P_1 und P_2 vollständig geschlossen werden.

2. Endkontakte stellen diese Veränderungen fest, worauf die Kugelschieber V geschlossen und deren Sitze auf die entsprechenden Dichtungsflächen gepresst werden.

3. Das Absperrorgan P_3 zur Bremsdüse öffnet sich. Sobald die Drehzahl der Turbine genügend abgesunken ist, sprechen die Generatorbremsen an, bis ein Frequenzrelais sie beim Stillstand der Gruppe wieder löst. Inzwischen hat sich die Bremsdüse wieder geschlossen.

4. Das Isolierventil D_R schliesst sich und unterbricht die Oelspeisung der verschiedenen Regulierölkreisläufe.

5. Die Oelpumpe P_{o1} wird abgestellt.

6. Der Wasserdurchfluss durch den Oelkühler K_0 wird unterbrochen.

Ein Relais setzt die Hauptsteuerschienen 1 und 4 für automatische Regulierung und für das Meldewesen ausser Spannung. Geichzeitig verursacht dieses Relais das Ausserbetriebsetzen des Spannungsreglers sowie die Verriegelung verschiedener Sicherheitsvorrichtungen. Die elektrischen Relais werden schliesslich zur nächsten Inbetriebsetzung vorbereitet.

Wenn an Stelle des beschriebenen Stillegens der Gruppe eine Sicherheitsvorrichtung dieses Stillegen veranlasst, so wird das Verfahren durch Vermittlung eines Hauptrelais eingeleitet, das den Elektromagneten des Schnellschlussrelais R_6 unter Spannung setzt. Durch Heben des Schiebers dieses Relais wird die Oelleitung nach dem Ventil D_h mit dem Ablauf verbunden, wodurch das Ventil D_h nach links verschoben wird. Diese Bewegung hat, wie bereits oben beschrieben, zur Folge, dass der Sicherheitsservomotor S_z anspricht und die Ablenker sofort in die Strahlen eingeschwenkt werden. Ausserdem bewirkt das erwähnte Hauptrelais die Unterspannungssetzung der Schiene für vollständiges Stillegen, wodurch die bereits für das normale Stillegen beschriebenen Funktionen ebenfalls erfolgen.

Auf der Turbinenwelle ist oberhalb des Halslagers ein Sicherheitsregler R_s angebracht, der das Ventil D_s betätigt, sobald die Drehzahl der Turbine einen bestimmten Wert überschreitet. Die Verschiebung dieses Ventils nach rechts hat die gleichen Betätigungen zur Folge wie das Ansprechen des Schnellschlussrelais R_6.

Schliesslich ist noch zu bemerken, dass beim Versagen der normalen Speisung der elektrischen Hilfskreisläufe eine kleine Pelton-Turbine von 650 PS automatisch in Gang gesetzt wird, wodurch der Zentrale Le Pouget in dieser Hinsicht eine vollständige Unabhängigkeit gesichert wird.

Der Wiederaufbau des 1941 zerstörten Stauwerkes Dnjeprostroj

DK 627.824.7.004.6

Von Direktor Dr.-Ing. **Fritz Hartung**, Dortmund

I. Beschreibung der Anlage

Die Wasserkraftanlage Dnjeprostroj liegt im Dnjepr-Fluss nahe der Industriestadt Saporoshje im südwestlichen Teil der Sowjet-Union, ungefähr 350 km nördlich der Südspitze der Halbinsel Krim, 150 km von der Küste des Asowschen Meeres und etwa 850 km südlich von Moskau. Ein grosser Teil der erzeugten Energie wird in den Stahl- und Aluminiumwerken sowie der Flugzeug-Industrie von Saporoshje verbraucht. Ein weiterer Teil gelangt in den nördlich liegenden Hafen und in kleinere industrielle Anlagen. Die nächsten wichtigen Grossabnehmer sind dann Kriwoi Rog, 130 km westlich, Dnjepropetrowsk, 80 km nördlich, und das Gebiet um Stalino, 200 km östlich. Der Stromabsatz konnte jedenfalls schon zur Zeit der Inbetriebnahme, 1931, als in naher Zukunft gesichert gelten.

Das Nutzgefälle schwankt je nach der Wasserführung des Flusses zwischen 27,75 und 37,40 m. Der Dnjepr hat an dieser Stelle ein NNW von 350 m³/s und ein HHW von 23 500 m³/s. Die Ausbauleistung ist 560 000 kW bei einer Wasserführung von 2200 m³/s. Der Stau wird erzeugt durch eine schwach gekrümmte Gewichtsmauer von etwa 40 m

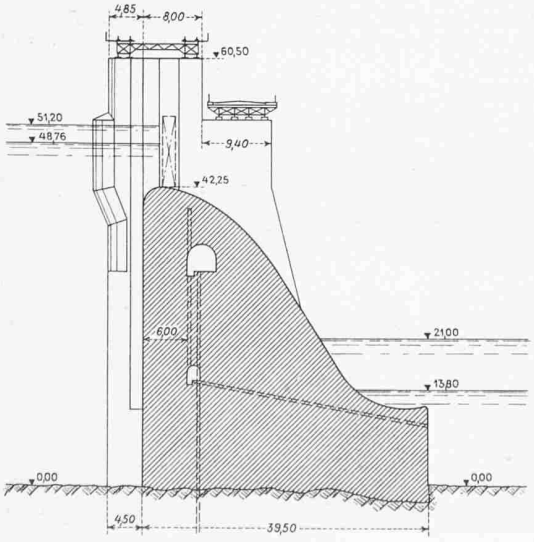


Bild 2. Querschnitt des Wehres, 1 : 1000

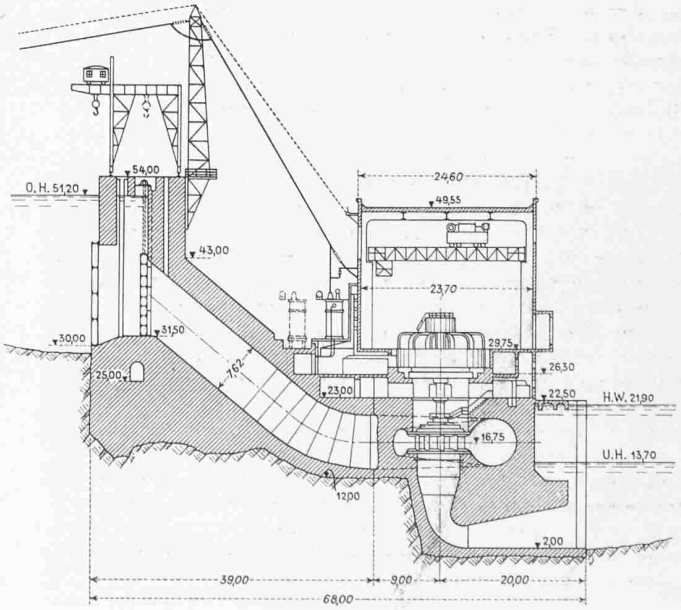


Bild 3. Querschnitt der Zentrale, 1 : 1000

Höhe und 800 m Länge (Bild 1). Die ganze Kronenlänge des Bauwerkes ist mit 47 Entlastungsschützen vom Stoneytyp bestückt. Sie haben eine Lichtweite von 13 m und eine Verschlusshöhe von 9,70 m. Im Katastrophenfall können damit 23 500 m³/s über die Krone abgelassen werden. Eine Schütze wiegt etwa 60 t und erfordert eine Hubkraft von etwa 100 t, die in zwei fahrbaren, turmartigen Bedienungskranen bereitgestellt wird. Diese Krane laufen über die ganze Mauerlänge auf einer Dienstbrücke 63 m über der Flussohle; sie haben ihre oberste Plattform weitere 25 m über der Dienstbrücke.

In der Mauer verlaufen zwei durchgehende Kontrollgänge (Bild 2), von denen der untere etwa 28 m unter der Ueberfallschwelle, der obere etwa 12 m unter Mauerkrone seinen Flur hat. Der obere Kontrollgang ist nach Art des Ausbaues und der Grösse für die Durchfahrt von Lastkraftwagen ohne Schwierigkeiten geeignet. Die Mauer steht auf gewachsenem Fels, der auch die Sohle des Tosbeckens bildet, und abgesehen von der sprungschanzartigen Ausbildung des Mauerfusses keine weiteren Sicherungen erfordert.

Die Mauer besass keinerlei Grundablassöffnungen oder dergleichen. Sie sind auch nicht erforderlich, da die Schwelle des Turbineneinlaufes nur etwa 11 m unter der Mauerkrone liegt. Der gesamte Stauraum unterhalb dieser Schwelle ist wasserwirtschaftlich bedeutungslos. Er wirkt lediglich als ein riesiges Absetzbecken. Das Dnjeprkraftwerk ist entgegen dem ersten Eindruck kein Speicherkraftwerk, sondern ein grosses Laufkraftwerk, wenn man von der durch die grosse Oberfläche des Stausees bei 5 m grösster Spiegelschwankung gegebenen Speichermöglichkeit absieht.

Ausser der Dienstbrücke über den Wehrpfeilern verläuft an der Luftseite der Mauer noch eine Brücke über das ganze Bauwerk, die Strasse und Bahn aufnimmt. Am rechten Ufer liegt das etwa 230 m lange Maschinenhaus, in dem neun Turbinensätze untergebracht sind. Acht davon stammen von der General Electric Co., der neunte ist eine russische Kopie. 18 Einlaufschützen vom Stoney-Typ, mit einer lichten Weite von 6,50 m und einer Abschlusshöhe von 9,90 m, öffnen dem Turbinenwasser den Weg in die etwa 40 m langen Einlaufleitungen von einem Durchmesser von 7,62 m. Sie sind vollkommen in die Gewichtsmauer des Einlaufbauwerkes eingebettet (Bild 3).

Am linken Ufer liegt eine Schleusentreppe mit drei Stufen von je 12 bis 13 m Abstieg. Die Kammern sind 180 m lang, 18 m weit und haben eine Drempeltiefe von 3,50 m. Dieser Bau ist bemerkenswert wegen den grossen Stemmtoren sowie den Füllschlitzen über die ganze Kammerlänge. Diese werden von einem Kanal unter der Kammersohle gespeist und füllen die Kammer in 10 Minuten. Die Anlage ist durch ihre Grösse sehr eindrucksvoll, während Einzelheiten, abgesehen von der Schleuse, keine Besonderheiten zeigen. Als geistige Leistung kann sie mit ähnlichen Bauten in andern Ländern kaum verglichen werden. Dagegen war die Baudurchführung zweifellos eine bewundernswerte Leistung, zumal im letzten Teil ihre Erbauung bei steigendem Wasserspiegel (Staubeginn) notwendig wurde.

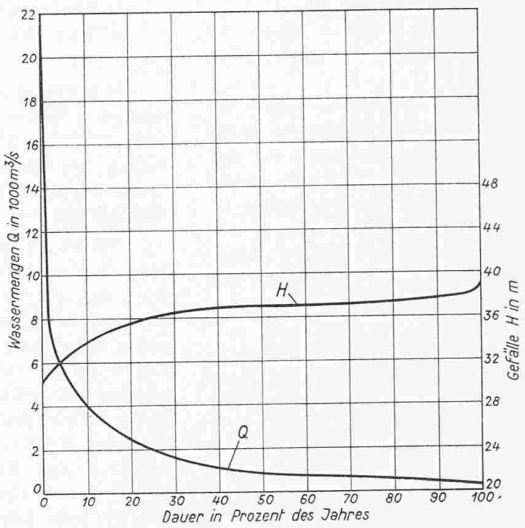


Bild 4. Hydraulische Daten des Dnjeprwerkes

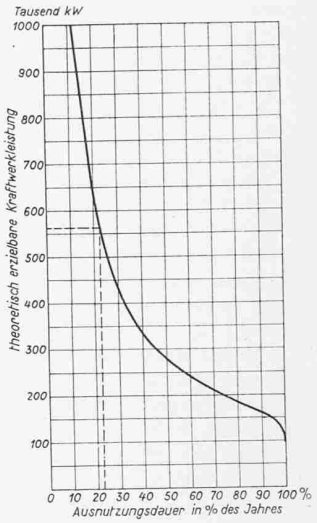


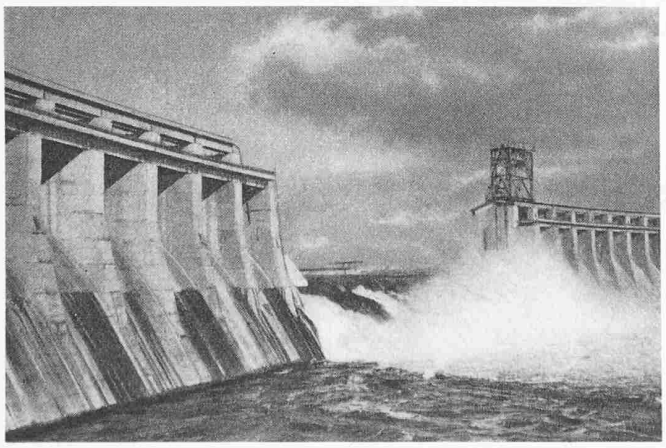
Bild 5. Leistungsdiagramm

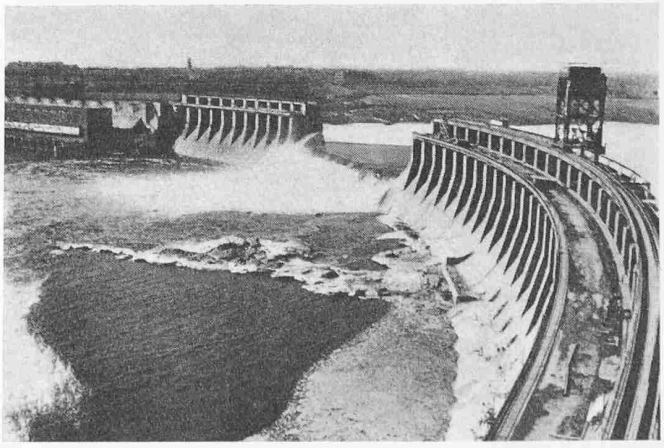
Bei grosser Wassermenge nimmt das Gefälle stark ab, dies um so mehr, als zudem das Oberwasser abgesenkt wird, um schädliche Einflüsse durch Rückstau auszuschalten (Bild 4). Die Ausbauleistung von 560 000 kW wird bei $Q = 2200$ m³/s und 36 m Gefälle erreicht. Sie steht nur während etwa 23 % des Jahres zur Verfügung. Es wäre auf privatwirtschaftlichem Wege wohl kaum zu einem so hohen Ausbau gekommen (Bild 5, aufgestellt auf Grund der Beobachtungen von 1878 bis 1926).

II. Zerstörung im September 1941

Im Verlaufe des Rückzuges der Sowjetarmeen im September 1941 waren die sowjetischen Militärstellen gezwungen, das Bauwerk schnell zu zerstören, zumal es ja auch in dreifacher Hinsicht (Dienstbrücke, Strassenbrücke und Strassentunnel) eine Verkehrsverbindung der beiden Dnjepr-Ufer darstellte. Während das Bauwerk noch mit flüchtenden Soldaten besetzt war, wurden etwa 30 Lastwagen mit je etwa 3 t Dynamit in den Strassentunnel gefahren und dort zur Explosion gebracht.

Die Sprengung hob den obern Teil des Dammes über der Sohle des Strassentunnels ab, worauf sich ein Katarakt von etwa 20 m Ueberfallhöhe und 200 m Breite ins Unterwasser ergoss. Der Abfluss von 30 000 bis 35 000 m³/s Wasser war also 50 % grösser als HHW. 200 t schwere Betonbruchstücke wurden später 200 m unterhalb des Dammes aufgefunden. Der Explosionsdruck pflanzte sich ausserdem in allen Gängen und Treppen des Bauwerkes fort, wobei Maschinenteile, Türen und ähnliches durch die rohrartigen Oeffnungen geschleudert wurden, was umfangreiche Zerstörungen an den Einrichtungen verursachte. Das Oberwasser fiel schnell ab, bis schliesslich





Bilder 6 und 7. Das Stauwehr Dnjeprostroj nach der Sprengung durch die russische Armee im September 1941

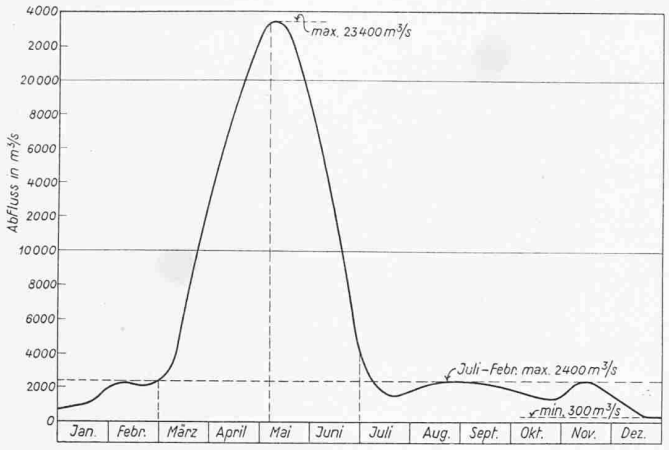


Bild 8. Abflusskurve des Dnjepr an der Baustelle

nur noch der normale Zufluss von etwa 2000 m³/s über die Bruchstelle abfloss, worauf auch das Unterwasser wieder den normalen Stand annahm (Bilder 6 und 7). Das Einlaufbauwerk, das Turbinenhaus und die Schaltanlage, ebenso die Schleusentreppe, blieben vollständig unbeschädigt. Die Turbinensätze waren demontiert oder durch Laufenlassen bei abgelassenem Oel und Kurzschliessen der Erregermaschinen unbrauchbar gemacht worden.

Von deutscher Seite wurde sehr bald eine Expertengruppe an die Anlage entsandt, die nach kurzer Zeit, bei einem zweiten Besuch im Oktober 1941, den endgültigen Vorschlag für den Wiederaufbau fertigstellte. Als erste Massnahme waren einige gefährdete Teile, vor allem die Bedienungskrane, von denen einer in stark gefährdeter Lage am Rande der Bruchstelle angetroffen wurde, sicherzustellen.

III. Grundlagen und Vorschläge für den Wiederaufbau

Das Ziel aller Massnahmen musste zunächst die Trockenlegung der Bruchfuge sein. Dieses war nur durch Umleitung des natürlichen Abflusses auf einen anderen Weg zu suchen. Dieser musste auch in der Lage sein, ein Hochwasser abzuführen, da mit einer Bauzeit von einem Jahr zu rechnen war. Aus der Verteilung des Abflusses über das Jahr (Bild 8) ging hervor, dass der maximale Abfluss in die Monate April bis Juni fällt, während der Abfluss in der übrigen Zeit des Jahres nicht mehr als 2400 m³/s beträgt, was etwa einem Mittelhochwasser des Rheines bei Basel entspricht. Diese Anhaltspunkte dienten als Grundlage für die Planung.

Von den 47 Ueberfallöffnungen waren nur 12 zerstört. Es erschien darum im Rahmen des kriegsmässigen Risikos vertretbar, sich darauf zu verlassen, dass die 35 unversehrten Oeffnungen ausreichen würden, um das Hochwasser 1942 abzuführen, wenn es nur 75 % des Normalhochwassers sein würde. Dies konnte erreicht werden, wenn durch einen Notverschluss vor der Sprenglücke der Stau wieder auf Normalhöhe gebracht und gleichzeitig die Bruchfuge trocken gehalten wurde (Bild 9).

Ein Vorschlag sah darum vor, von einem schwimmenden Gerüst eiserne Pfähle in die Bruchfuge an den Stellen einzubohren, wo weiter oben ein Wehrpfeiler wieder zu errichten war. Hatte man so erst einmal einen Halt gewonnen, so sollten mit Stahlschalungen die Pfeilerkörper abgeschlossen und dann als erstes hochbetoniert werden. Dann sollte die Dienstbrücke wieder hergestellt werden, so dass die Krane zum Einsatz kommen konnten. Im zweiten Stadium sollten dann zwischen den Pfeilern stählerne Notverschlüsse errichtet und in ihrem Schutz der Dammkörper hochgeführt werden.

Dieser Vorschlag scheiterte schliesslich daran, dass sich niemand fand, der die Verantwortung für die erste Arbeit, nämlich das Einbohren der Pfähle vom schwimmenden Gerüst und das Betonieren der Pfeilerstümpfe unter Wasser übernehmen wollte. Auch die Aufsichtsbehörde des General-Inspektors für Wasser und Energie lehnte diesen Vorschlag als nicht verlässlich genug ab. Ausserdem bestanden Bedenken über die Beschaffungsmöglichkeit von zwölf stählernen Notverschlüssen von 13 m Weite und 21,0 m Höhe, die in kürzester Frist aus Deutschland hätten beschafft werden müssen.

Die Organisation Todt schlug die Errichtung eines Steinkastenfangdammes vor der Bruchstelle vor, der in 20 m Breite und 200 m Länge von der Sohle aus aufgefüllt werden sollte. In seinem Schutze wäre dann das Aufbetonieren von Pfeilern und Staumauerkrone leicht möglich gewesen (Bild 10). Es ergab sich aber ein zu grosser Bedarf an Holz, abgesehen von den erforderlichen 200 000 m³ Felstrümmer zur Füllung der Steinkasten. Solche Leistungen waren in der zur Verfügung stehenden Zeit nicht erreichbar. Unter friedensmässigen Bedingungen hätte dieser Vorschlag wegen seiner absoluten Risikofreiheit sicher den Sieg davongetragen.

Es wurde auch die Möglichkeit erörtert, die anfallenden Wassermengen durch die Turbinenöffnungen abzuführen. Sechs Turbinen mussten zur Reparatur ohnehin ausgebaut werden, und man konnte dann die Turbinenöffnung nach oben mit einem Deckel abschliessen. Zur Erzielung der erforderlichen Druckhöhe wäre in der Sprenglücke aber immer noch ein Notverschluss von 10 m Höhe nötig gewesen, und man hätte die Hochwasserperiode erst abwarten müssen. Dies bedeutete aber im Oktober 1941, dass man mit dem eigentlichen Wiederaufbau erst im Juli 1942 hätte beginnen können, und dabei immer noch einen Teil der Nachteile des ersten Vorschlages hätte in Kauf nehmen müssen. Schliesslich bestanden auch Zweifel an der hydraulischen Leistungsfähigkeit dieses Vorschlages.

Als vierter Vorschlag kam der Gedanke auf, einen Entlastungsstollen auf dem rechten Ufer zu schlagen. Indessen war ein so grosser Stollenbau unter den zeitlichen und örtlichen Verhältnissen von vornherein eine Unmöglichkeit.

Von seiten Dr. Todts kam schliesslich noch die Frage, ob es nicht möglich wäre, die Schleusentreppe als Entlastungsanlage auszubauen. Der Wasserspiegel lag 15 m unter dem Drempel der obersten Stufe. Um eine Abflussmöglichkeit von 3000 m³/s zu schaffen, wäre es notwendig gewesen, die beiden obersten Schleusenstufen zu zerstören. Diese Arbeit auf beschränktem Raum hätte ebenfalls viel Zeit erfordert, ausserdem auch keine durchschlagende Hilfe für den Hochwasserfall geboten. Auch widerstrebte diese Lösung allen Beteiligten wegen der damit verbundenen weiteren nutzlosen Zerstörungen.

Es stellte sich heraus, dass vollständige Sicherheit für die Zugänglichkeit der Sprengfuge für den Wiederaufbau vor dem Juli 1942 nicht erreicht werden konnte. Vielmehr musste man so disponieren, dass alle vorbereitenden Arbeiten, wie die Baustelleneinrichtung und die Entlastungsanlage, bis zum Beginn der Hochwasserperiode 1942 abgeschlossen waren.

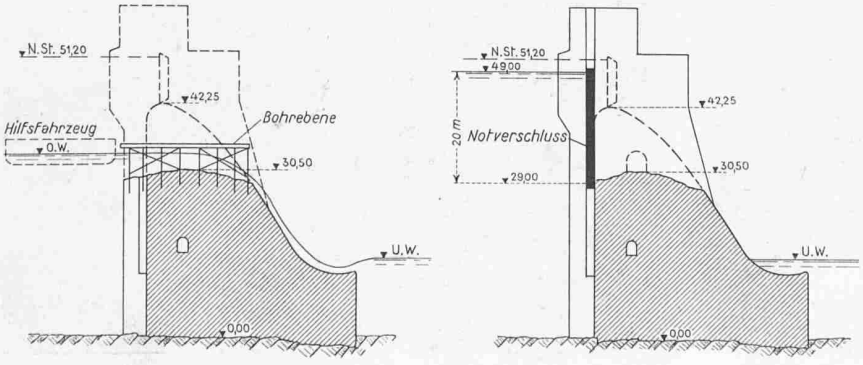
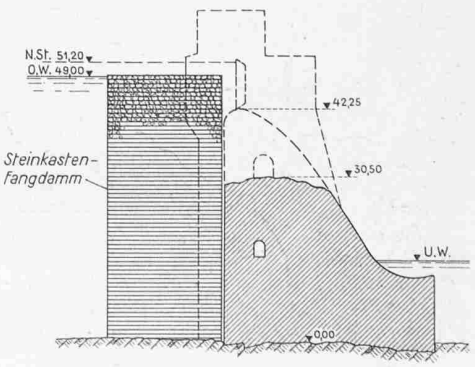


Bild 9. Erster Aufbauvorschlag, links erstes, rechts zweites Stadium



Masstab 1:1300

Bild 10. Aufbauvorschlag Todt

Dann konnte man nach Ablauf des Hochwassers absenken, um sich alsdann auf den Wiederaufbau zu konzentrieren, damit das erste Aggregat bis Jahresende 1942 in Betrieb kam.

IV. Der Wiederaufbau 1942

Nach langen Ueberlegungen griff man doch auf einen schon zu Beginn unterbreiteten Vorschlag zurück. Danach sollten im gesunden Dammteil Grundablassöffnungen eingebaut werden, durch welche die angenommene Wassermenge von 2200 m^3/s abgeführt werden konnte. Dieses Projekt sah zehn Stollen vor mit je 5 × 5 m Querschnittfläche. Der Beginn der Arbeiten war für Dezember 1941 geplant, verzögerte sich aber durch den harten Winter auf Februar 1942. Für jede andere Baumethode, die vom Ablauf der Hochwasserperiode abhängig gewesen wäre, hätte diese Verzögerung vernichtende Folgen gehabt.

Die Stollen wurden von der Luftseite begonnen, wobei sie genügend hoch über Höchsthochwasser angesetzt wurden, so dass kein durch die Sprenglücke gehender Abfluss störend für diese Arbeiten sein konnte. Zunächst wurden die Stollen bis auf etwa 4,50 m hinter die Dammvorderseite durch Sprengung vorgetrieben (Bild 11 a). Der endgültige Durchbruch konnte nicht ersprengt werden, weil eine einigermassen regelmässige und abmessungsgetreue Einlauföffnung notwendig war. Im Schutze eines Bauverschlusses sollte der Anstich lediglich mit Pressluftarbeit geschehen. Stählerne Klebekasten wären die natürliche Lösung gewesen. Diese konnten aber nur in Deutschland selbst hergestellt werden, und ihr rechtzeitiges Eintreffen wäre wegen der schwierigen Verkehrsverhältnisse unter Zweifel gestanden. Gemäss dem Vorschlag einer Tiefbaufirma wurden als Ersatz Eisenbeton-Kalotten an Ort und Stelle hergestellt. Auch hier verzögerte sich der Beginn der Herstellung vom Januar auf den März 1942, weil Zement und Eisen nur mit Verspätung eintrafen. Frosteinwirkung machte die erste Kalotte unbrauchbar. Die folgenden zehn bewährten sich jedoch gut. Sie wurden auf einer Plattform in Höhe der Dammkrone am linken Ufer gegossen, durch die Laufkrane zu den für sie bestimmten Oeffnungen verteilt und dort aufgehängt (Bilder 11 b, 12, 13, 14). Die Auflagefläche der 0,40 m starken Kalotten war quadratisch und entsprechend dem Mass des Stollenquerschnitts etwa 7 × 7 m. Sie bestand aus zwei Stahlrahmen. Der eine von diesen sollte am Bauwerk verbleiben, um später als Dichtungs- und Führungsrahmen für die Rollschützen zu dienen, während der zweite Rahmen zur Kalotte gehörte. Zwischen beiden Rahmen war eine Holzdichtung vorgesehen, die später auch eine leichte Trennung der beiden Rahmenteile ermöglichen sollte. Es wurde vorgesehen, dass die Grundablässe zu belassen und durch inzwischen bestellte Rollschützen aus Stahl zu ver-

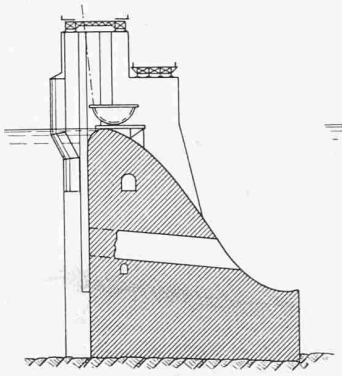


Bild 11 a. Grundablass, erste Phase

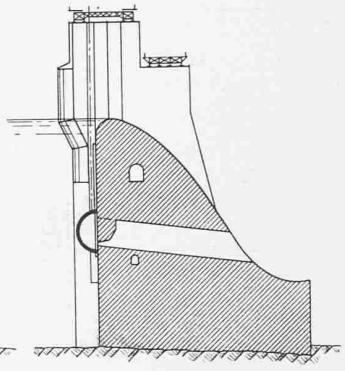


Bild 11 b. Zweite Phase, Masstab 1:1300

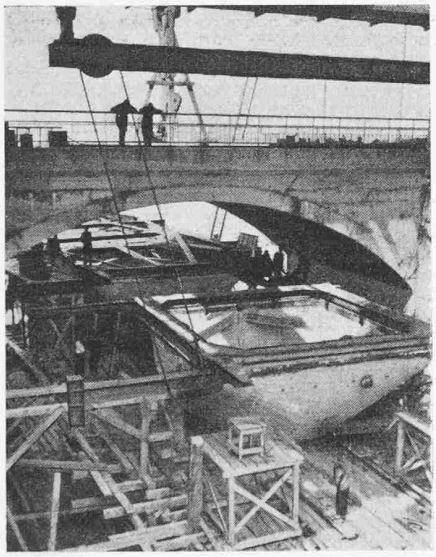
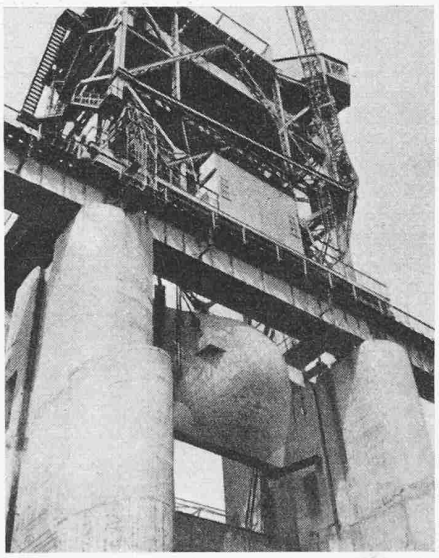
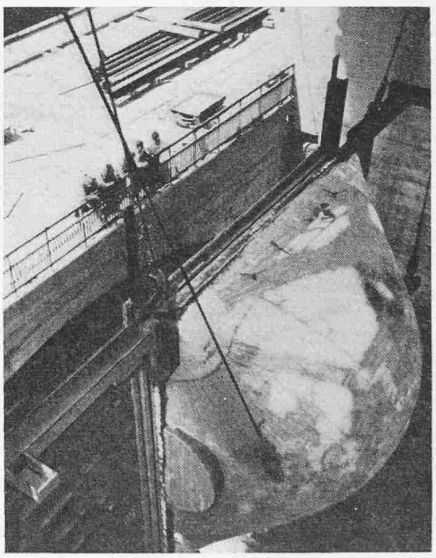


Bild 12. Herstellung der Kalotten





Bilder 13 und 14. Absenken einer Kalotte

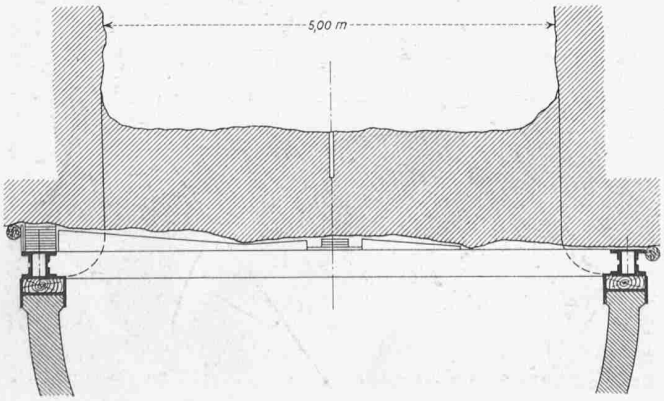


Bild 15. Abdichtung der Kalotte, Schnitt 1:80

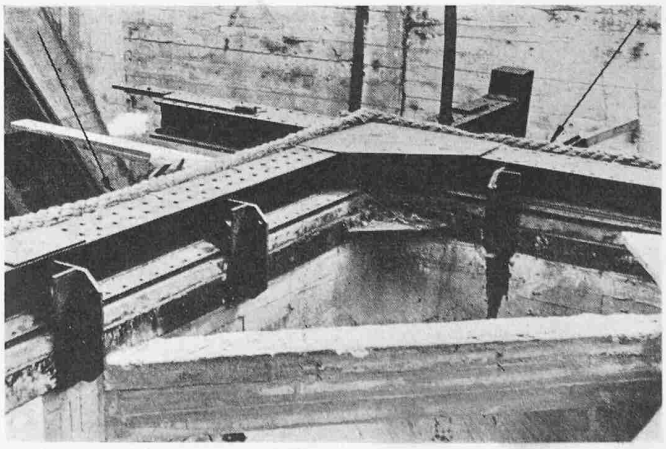


Bild 16. Ansicht des in Bild 15 dargestellten Rahmens

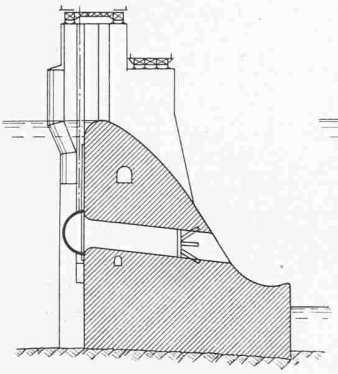


Bild 17a. Dritte Bauphase

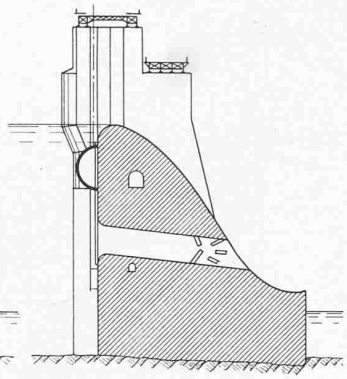


Bild 17b. Vierte Bauphase

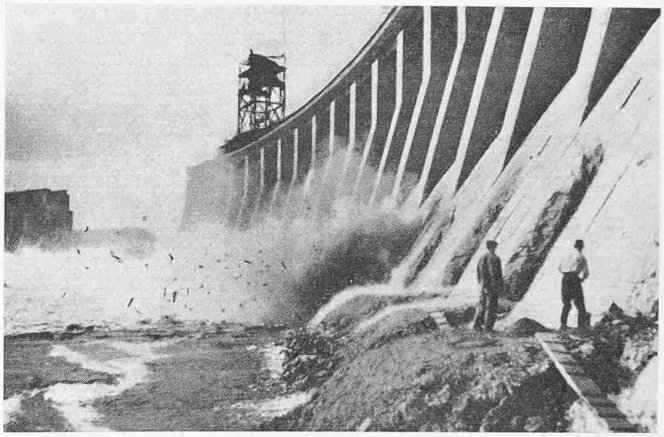


Bild 18. Sprengen eines Holzversatzes

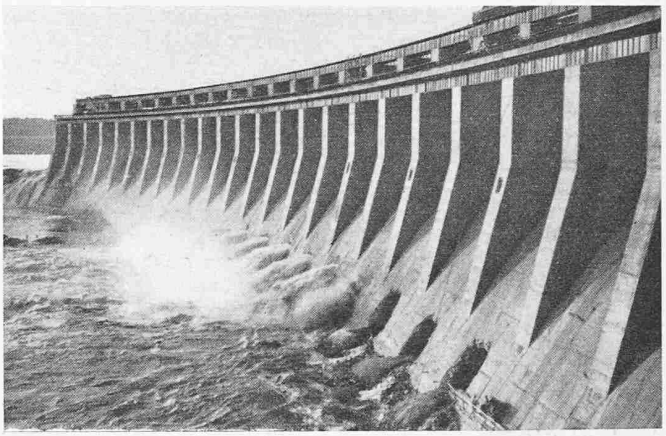


Bild 19. Durchfluss durch die Grundablässe

schliessen waren. Deshalb erhielt der eiserne Rahmen an der Staumauer auch eine Verlängerung nach oben, die später als Rollbahn für die Schützen dienen sollte. Beide Rahmen hatten ausserdem seitliche Kragarme, die eine Seitenführung beim Einsatz der Kalotten an den Pfeilern ermöglichten und später der Befestigung der Rollschützenrahmen am Dammkörper dienten.

Jede Kalotte wog etwa 88 t. Ihre Aufhängung vor den Stollenöffnungen, vor deren Durchbruch, geschah ohne Besonderheiten. Inzwischen waren auch alle Stollen ohne wesentliche Schwierigkeiten während der zweiten Hälfte des Winters 1941/42 bis kurz vor die Mauervorderkante fertiggestellt. Mit einer kleinen Sprengung in Stollenmitte erfolgte der Durchbruch. Die Kalotten wurden vom Wasserdruck angepresst. Die Dichtungsarbeiten gestalteten sich viel umständlicher als erwartet, weil die Vorderfläche der Mauer ausserordentlich unregelmässig aussah und zudem durch verbliebene Schalungen und herausragende Bewehrungseisen gestört war. Es wurde ein umfangreicher Einsatz von Tauchern erforderlich, die das jeweils angetroffene Profil auf Holzlehren übertrugen. Danach wurden stählerne Profilleisten hergestellt, die man auf die Rahmen der Kalotten aufschweisste (Bild 15). Endgültige Dichtung wurde schliesslich mit Hanfseilen und Lumpen erreicht (Bild 16). Die Arbeiten waren wegen der starken Schwemmstofführung des Flusses und des Soges an den Undichtigkeiten zwischen Kalotte und Mauer äusserst gefährlich und langwierig. Sie kosteten auch einem Taucher das Leben. Unter anderem musste auch auf eine einigermassen gleichmässige Uebertragung der 1500 t Wasserdruck zwischen Kalotte und Mauer geachtet werden. Als Erklärung der Schwierigkeiten an der Mauerfläche fand sich dann, dass die Grundablassöffnungen gerade in dem Teil des Bauwerkes lagen, der beim ursprünglichen Bau als letzter im Wettrennen mit dem steigenden Wasser geschlossen worden war, wobei seine Oberwasserseite nicht mehr gereinigt werden konnte. Aber es gelang doch, die Kalotten genügend dicht zu machen. Während bei den Dichtungsarbeiten unter 23 m Druck etwa 5 m³/s Leckwassermenge je Stollen auftrat, ging diese Menge schliesslich auf unter 10 l/s zurück.

Die nächste Arbeit war das endgültige Befestigen der Stahlrahmen für die Rollschützen am Bauwerk, was durch sorgfältiges Hintergiessen geschah. Diese Arbeiten wurden durch noch vorhandene Undichtigkeiten erschwert. Man verwendete einen schnellbindenden Zement. Beim oberen, waagrechten Teil des Rahmens wurde der Beton durch ein Fallrohr vom Oberwasser her eingeführt. Trotz aller Sorgfalt erwies sich später die Hinterfüllung und Rahmenbefestigung in mehreren Fällen als ungenügend. Zu Beginn des Hochwassers im Mai 1942 waren diese Arbeiten soweit vorangeschritten, dass man den Rest des Mauerbetons in den Grundablässen entfernen und daran gehen konnte, die Oeffnungen freizugeben.

Es war natürlich unmöglich, die Kalotten trotz ihres Auftriebes unter vollem Wasserdruck mit dem Kran zu heben, weil die Reibungskräfte viel zu gross waren. Eine Zerstörung der für die Rollschützen eingebauten Führungen hätte dabei eintreten können. Um den horizontalen Wasserdruck auszugleichen, schritt man zum Einbau von Holzversätzen am untern Ende der Grundablässe, die nach Oeffnen eines Ventils in den Kalotten den Druck übernahmen (Bild 17a). Dann wurden die entlasteten Kalotten gehoben. Als feststand, dass sie

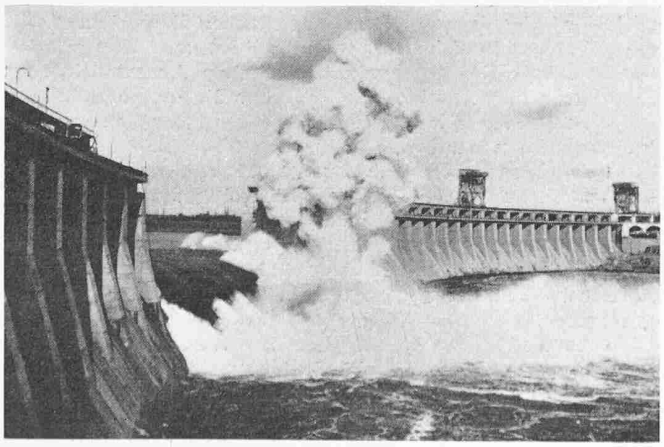


Bild 20. Sprengen der Pfeilerreste in der Zerstörungslücke

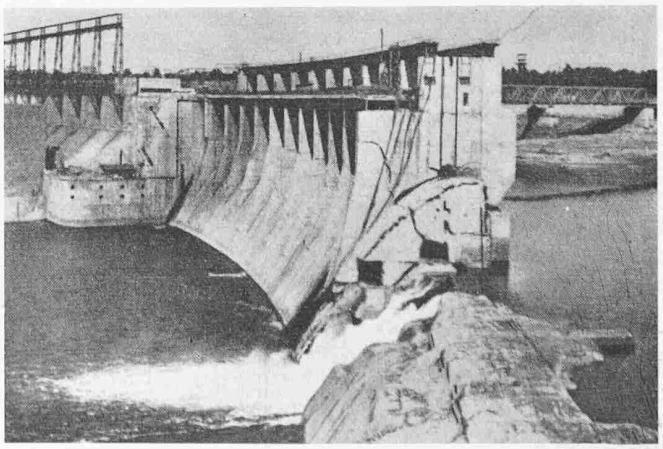


Bild 21. Zerstörungslücke bereit zum Wiederaufbau

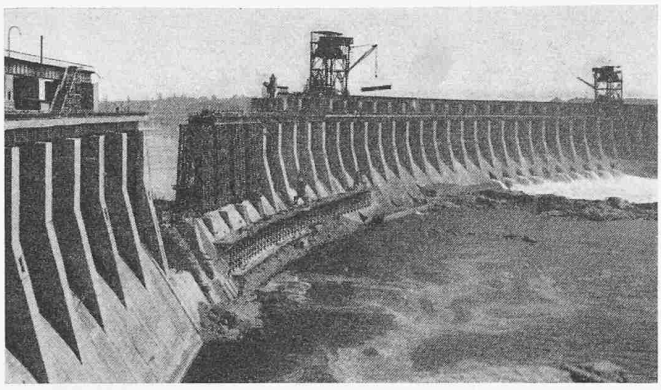


Bild 22. Wiederaufbau im Sommer 1942

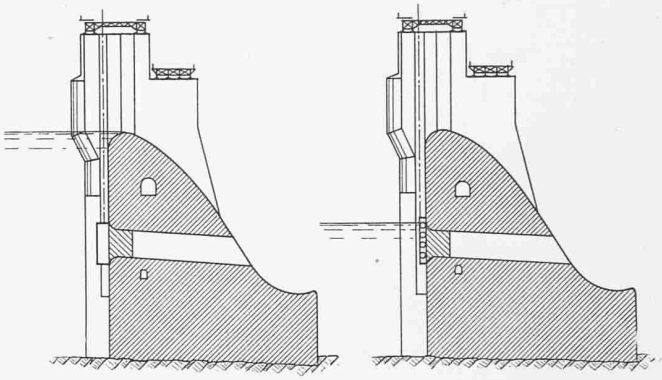


Bild 23a. Grundablass mit russischem Notverschluss

Bild 23b. Grundablass mit Rollschütze

ihren Zweck erfüllt hatten, wurden sie seitlich ins Oberwasser geworfen. Die Holzversätze wurden danach in einfacher Weise im Juni 1942 gesprengt (Bilder 17 b und 18) und damit der Durchfluss durch die Grundablässe freigegeben (Bild 19).

Noch während des Hochwasserabflusses wurden die beschädigten Pfeiler zu beiden Seiten der Zerstörungslücke durch Sprengen beseitigt (Bild 20). Planmässig sank dann der Wasserspiegel nach Ablauf des Hochwassers, so dass die überströmte Sprenglücke noch im Juli 1942 trocken lag (Bild 21). Der Bruch war fast glatt in der Betonfuge in Höhe des Fussbodens des grossen obern Kontrolltunnels vor sich gegangen. Alle abgerissenen Armierungseisen waren nach dem Unterwasser zu waagrecht umgebogen. Lediglich am rechten Ende der Bruchfuge war ein tieferer Riss, der durch einen Holzversatz abgeschlossen werden musste. Die Oberfläche wurde mit Presslufthämmern aufgerauht. Mit dem Aufbau der Pfeiler und der Wiederherstellung des Dammkörpers konnte sofort begonnen werden, was ohne Schwierigkeiten vor sich ging (Bild 22). Die Wasserführung im weitern Verlaufe des Sommers und Herbstes blieb wesentlich unter dem Jahresdurchschnitt, so dass der wegen Rauhigkeit der Wandungen verminderte Erguss aus den Grundablässen genügte. Da sich sogar zeigte, dass nicht alle Ablässe benötigt wurden, ging man schon bald daran, sie wieder zu schliessen. Es zeigte sich weiterhin, dass die für die Rollschützen vorgesehenen Führungen, nach Abheben der Kalotten, zum Teil abgefallen waren. Da zudem die Rollschützen noch nicht zur Verfügung standen, wurde beschlossen, vier Grundablässe im Schutze von aufgefundenen russischen Notverschlüssen aus der Bauzeit wieder mit Betonpfropfen zu verschliessen (Bild 23 a). Der sehr niedrige Wasserstand erlaubte dies ohne weiteres.

Da der Bau sehr schnell voranging, war es auch zweckmässig, den Stau zu heben, damit recht bald die volle Druckhöhe für die Turbinen wieder vorhanden war. Die restlichen sechs Stollen wurden durch Rollschützen verschlossen (Bild 23 b). Das Einbringen dieser Verschlüsse unter voller Strömung und auf den primitiven Laufbahnen war ein Risiko (Bild 24). Schwierigkeiten zeigten sich jedoch nur bei einer Oeffnung, wo die Laufbahn nicht genügend hinterfüllt war und sich deformierte, so dass nochmals Tauchereinsatz nötig wurde.

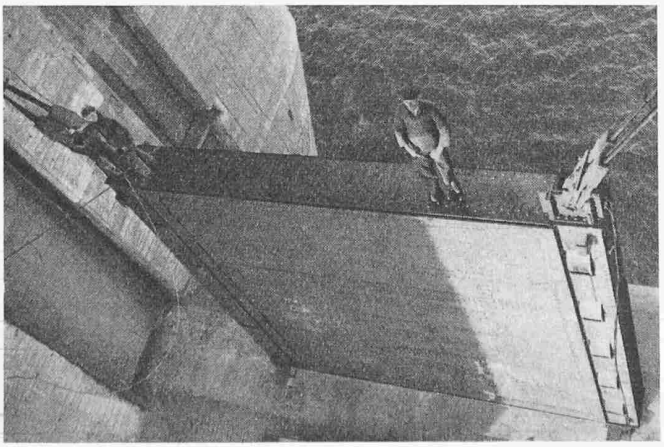


Bild 24. Endgültiger Grundablass-Verschluss

Nachdem die Grundablässe verschlossen waren, stieg der Wasserspiegel schnell. Die Arbeiten im Maschinenhaus hatten Schritt gehalten, so dass am 1. Januar 1943 die erste Turbine in Betrieb ging, und wenig später die zweite. Die Gesamtbauzeit hatte zehn Monate beansprucht und vom Februar bis Dezember 1942 gedauert.

V. Zweite Zerstörung 1943 und zweiter Wiederaufbau

Neun Monate später wurde im Zuge der Wendung der Ereignisse die Mauer von den zurückgehenden deutschen Truppen erneut gesprengt. In Ermangelung anderer Sprengmittel sollen Fliegerbomben im unteren Tunnel zur Detonation gebracht worden sein. Es kam zu keinem Bruch, aber wahrscheinlich zu Rissbildungen im unteren Teil, die die Rekonstruktion sicher sehr erschwerten. Soweit bekannt ist, hat die Sowjetunion den zweiten Wiederaufbau erfolgreich beendet, mit welchen Mitteln, ist mir unbekannt.

Trotz der beklagenswerten Umstände, unter denen die oben geschilderte technische Leistung vollbracht wurde, sollte sie mit vorstehendem Bericht der Vergessenheit entrissen werden. Denn sehr leicht können ähnliche Probleme im Falle von Unfällen oder auch nur Reparaturen an ähnlichen Anlagen auftreten.

Adresse des Verfassers: Dr. F. Hartung, Meissenerstrasse 38, Dortmund (Deutschland).

Gedanken zum modernen Kirchenbau DK 726.5

Die rapide Entwicklung unserer Städte bedingt den Neubau von Kirchen. Die Art aber, wie sie (mit wenigen Ausnahmen, z. B. Antoniuskirche Basel, St. Karlikirche Luzern) gebaut werden, ist zumindest diskutabel. Zu diesem Thema hat Architekt H. Stambach aus Rorschach in Nr. 13, S. 174 der «Schweiz. Bauzeitung» Grundsätzliches geäussert. Es sei nun auch einem Laien gestattet, einige Gedanken beizufügen.

Im Kirchenbau zeigt sich am auffälligsten, wie zersplittert und führungslos unsere Zeit ist, denn dort erwarten wir doch vor allem ein sichtbares Zeichen geistiger Führung. Geistige Führung offenbart sich in der vom Geist durchdrungenen Form, die dann eben diesen Geist widerspiegelt. Sobald nun die Form nicht mehr Ausdruck des inneren Erlebnisses ist, sondern nur noch der Erlebnisleere, tritt sie überlaut in Erscheinung, wird die selbstverständliche Sorge um die Form zum Formalismus. Sie erschöpft sich in geschmäcklerischen Aeusserlichkeiten, Dekorationen, Technik, was alles über die innere Führungslosigkeit und Kälte hinwegtäuschen muss. Dass sich nun auch im Kirchenbau der Formalismus breit macht, wo doch der Geist und das Wesen des zu bauenden Hauses dem Architekten und seinen Bauherren Führung sein sollte, ist nicht nur bedauerlich, sondern ein tragisches Symptom der ganzen Generation. So lange die Ursache dieser Symptome nicht ausgemerzt wird, wird der Kirchenbau immer ein Versuch mit untauglichen Mitteln bleiben, denn so wird nie ein wahrhaft sakraler Bau geschaffen.

Grundbedingung hierfür ist, das Wesen eines sakralen Raumes zu erkennen. Sakral bedeutet geweiht, heilig. Dahinter steht Gott. Also soll ein Raum für Gott, zu Gottes Ehre oder seiner Anbetung, zu seinem Dienst geschaffen werden. Gott ist anders als die Menschen, daher muss ein anderer Raum entstehen, der nichts mehr mit den kleinen, menschlichen,