Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 92 (1974)
Heft: 29

Artikel: Der Sirikit-Damm im nördlichen Thailand
Autor: Straub, H.K.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-72422

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: 11.08.2025

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

HERAUSGEGEBEN VON DER VERLAGS-AKTIENGESELLSCHAFT DER AKADEMISCHEN TECHNISCHEN VEREINE, 8021 ZÜRICH, POSTFACH 630

Der Sirikit-Damm im nördlichen Thailand

Von **H. K. Straub**, Rom

DK 621.221.3:627.824.3:627.84

Der Sirikit-Staudamm ist zurzeit der grösste Erddamm in Thailand mit einem Schüttvolumen von 9,6 Mio m³ und einem Stauseeinhalt von 10,5 Mrd. m³. Die interessantesten und schwierigsten Arbeiten waren die Stollen und Schächte, beide von erheblichen Ausmassen (bis 150 m² lichter Querschnitt) und einer Gesamtlänge von rund 3300 m. Durch unvorhergesehene geologische Schwierigkeiten traten anfänglich grosse Bauverzögerungen ein, die jedoch durch eine mutige und entschlossene Verhaltensweise der daran Beteiligten und ein wenig Glück den termingerechten Staubeginn nicht zu verzögern vermochten. Neben den Schwierigkeiten und Problemen, die mit der Flussumleitung und dem Staubeginn zusammenhingen, werden hauptsächlich Probleme des Stollenbaus erörtert und die Erfahrungen bei der Anwendung des Gleitschalungssystems zur Verkleidung der zwei grossen Schrägschächte beschrieben.

1. Allgemeines

Im Juli 1972 wurde der Sirikit-Staudamm im nördlichen Thailand nach einer Bauzeit von etwas mehr als vier Jahren beendet. Er ist ein Mehrzweckbau, der der Bewässerung, dem Hochwasserschutz und nach Beendigung der noch im Bau befindlichen elektrischen Kraftzentrale der Stromerzeugung dienen wird. Ausserdem wird er die Schiffahrt verbessern und den Salzgehalt im Mündungsbereich des Chao-Phya-Flusses regulieren.

Bild 1. Übersichtskarte

Der Sirikit-Damm, am Nan-Fluss gelegen, ist der grösste Erddamm in Thailand und wird in Zukunft mit seinen 10,5 Mrd. m³ Stauinhalt von entscheidender Bedeutung für die Ökonomie des Landes sein.

Das Projekt und die Bauleitung wurde von der thailändischen Regierung dem amerikanischen Ingenieurbüro Engineering Consultants Incorporated, Denver, Colorado, anvertraut. Die Weltbank führt eine Oberaufsicht, sie ist entscheidend bei der Finanzierung beteiligt. Die gesamte Ausführung (mit Ausnahme der Lieferung der mechanischen Installationen wie Schützen usw.) lag in Händen der italienischen Arbeitsgemeinschaft Vianini-Ferrobeton-SILM, Roma, die als Siegerin aus dem Submissionswettbewerb hervorgegangen war. Ihre Preisofferte lag mit 28,4 Mio US-$ rund 13% tiefer als die Preisschätzung des Ingenieurbüros. Das ursprüngliche Projekt sah eine Betonpfeilerstaumauer vor. Als dann nach einer ersten Ausschreibung nur eine einzige, eher hohe Offerte eingegangen war, entschloss man sich zur Änderung des Projektes und forderte neue Offerten an.

Aber auch von diesem zweiten Submissionsprojekt blieb schlussendlich nur wenig übrig, und während der Bauausführung wurden teilweise grundsätzliche Änderungen vorgenommen. Die Gründe hierfür lagen einerseits in der sehr schlechten Qualität des Felsuntergrundes, andererseits in betrieblichen Anforderungen. So musste z. B. die Verkleidung sämtlicher Untertagbauten um 50% und mehr verstärkt werden; die Wasserfassungen waren ursprünglich als geneigte, am Felshang angeschmiegte Bauwerke projektiert, wurden aber als freistehende, senkrechte «Türme» ausgeführt, und der Bewässerungsstollen, der als gänzlich unabhängiges Bauobjekt mit eigenem Auslaufbauwerk vorgesehen war, wurde nun in einen der Hochwasserentlastungsstollen eingeleitet.

Die Bilder 1 bis 7 geben einen Überblick über das Projekt. Im Erddamm liegt, auf dem anstehenden Fels, ein Tondichtungskern auf, und daran schliessen Vertikalfilter und Filterteppich an. Der Damm hat eine grösste Höhe von rund 105 m, eine Kronenlänge von 800 m, und sein Gesamtvolumen beträgt 9,6 Mio m³. Die Tiefe des Injektionsschirms unter der Felsoberfläche ist immer gleich der jeweiligen halben Dammhöhe. Die Hochwasserentlastungsanlage ist für 3200 m³/s bemessen und besteht aus dem Einlaufbauwerk, von dem aus zwei durch Sektorschützen abschliessbare Schrägschächte in die hufeisenförmigen Stollen von je 150 m² Querschnitt münden. Die «Energievernichtung» erfolgt in den zwei unterwasserseitigen Tosbecken. Diese zwei Stollen hatten anfänglich auch der Flussumleitung zu dienen und waren hierfür oberwasserseitig um rund 300 m verlängert worden; vor dem Staubeginn wurden diese Stollen dann mit einem Betonpfropfen geschlossen.

Von den drei Wasserfassungen dienen zwei primär der Stromerzeugung und die dritte der Bewässerung. Die Druckstollen mit Innendurchmesser von 8,50 m sind unterhalb der Wasserschlösser mit einer Stahlpanzerung von 23 bis 51 mm

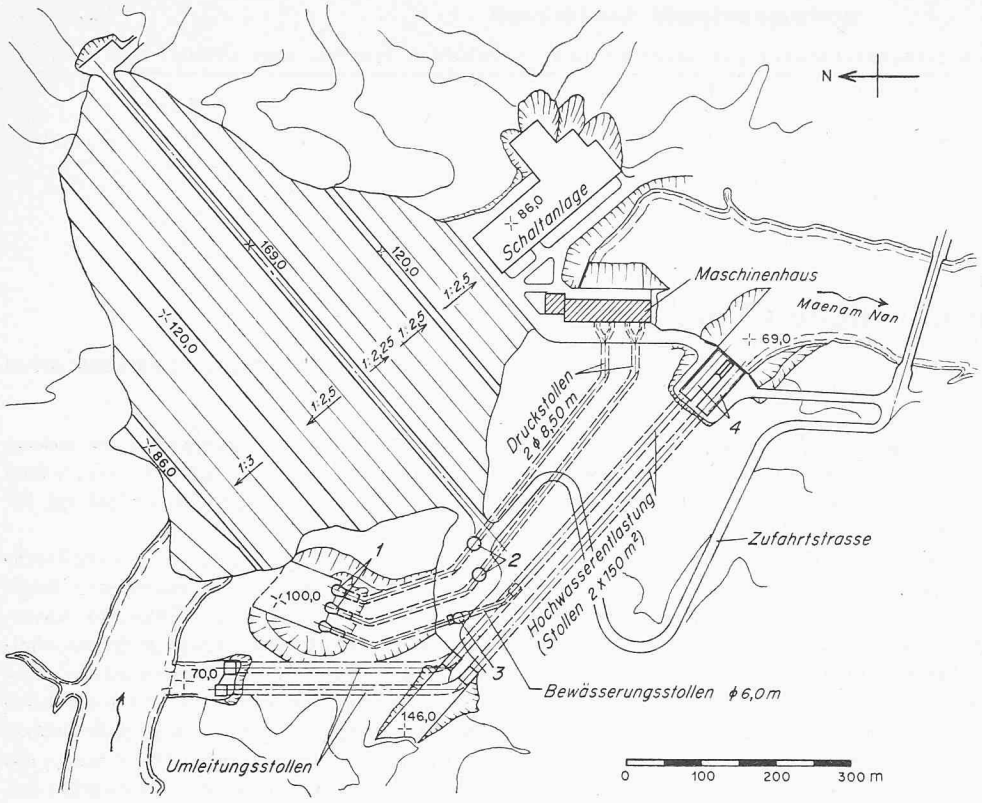


Bild 2. Lageplan 1:10 000. 1 Einlaufbauwerk, das durch Dammbalken abgeschlossen werden kann; 2 Wasserschlösser mit Rollschützenverschlüssen; 3 Zugangsschacht zu den drei Hochdruckgleitschützen (Kaverne); 4 Energieumwandlung durch «Flipbuckets»

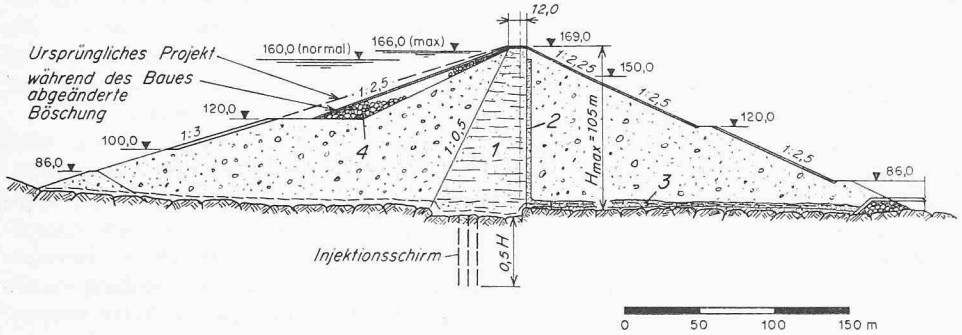


Bild 4. Dammquerschnitt 1:5000. Für den Lehmkern wurde ausgewähltes Material verwendet, jedoch prinzipiell dasselbe, wie im Stützkörper eingebaut wurde, der aus gemischtem Erdmaterial besteht, unbehandelter Flusskiessand verwendet. 1 Lehmkern; 2 Vertikalfilter, 3 m stark; 3 Filterteppich; 4 Felsschüttung mit Rip-Rap-Verkleidung

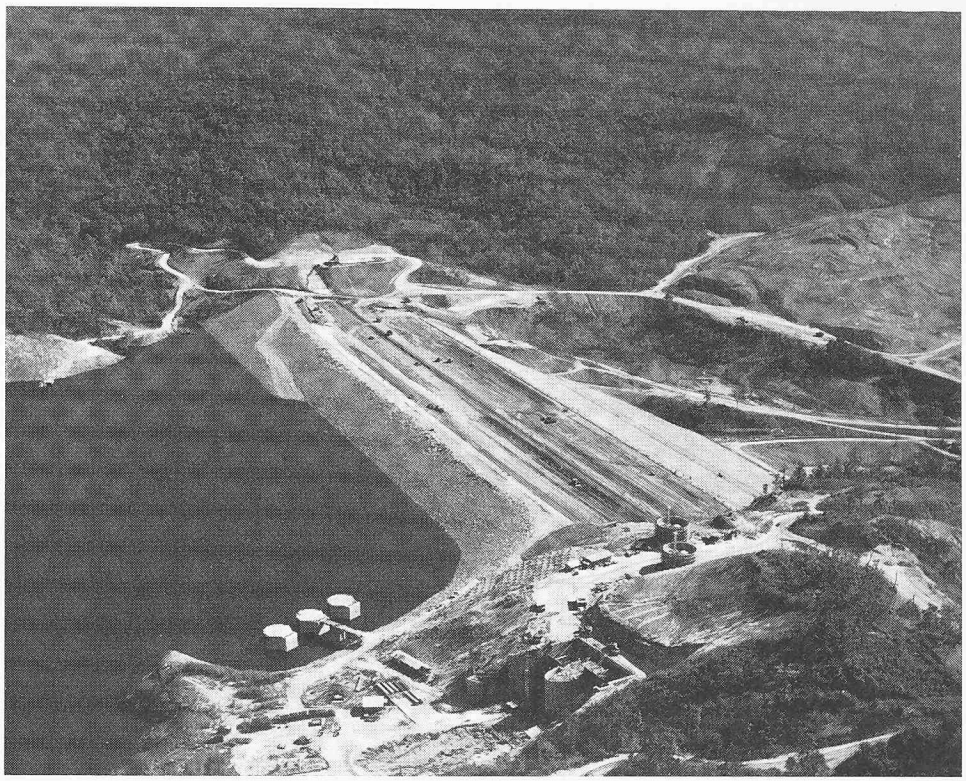
Stärke versehen und können durch Rollschützen, die in den Wasserschlossschächten montiert sind, abgesperrt werden. Der Bewässerungsstollen mit 6,0 m Innendurchmesser mündet direkt in einen der Hochwasserentlastungsstollen. Er kann durch Hochdruck-Gleitschützen abgeschlossen werden, die in einer Kaverne untergebracht sind; die «Energievernichtung» erfolgt durch eine schräggestellte, mit rostfreiem Stahl verkleidete Platte an der Einfallstelle (Bild 7).

2. Flussumleitung und Staubeginn

Der Nan-Fluss, wie alle Flüsse in Nordthailand, führt stark akzentuierte Hochwasser in den Monaten Juli bis September. Während dieser Zeit wurden Spitzenabflüsse von über 5000 m³/s gemessen. In der übrigen Zeit führt der Nan-Fluss im allgemeinen Wassermengen, die selten einige 100 m³/s übersteigen.

Nun hatte das Unternehmerkonsortium den Staubeginn auf den 1. Juni 1971 vertraglich festgesetzt. Dieses Datum war gegeben, da ein Hinausschieben bei einem etwas verfrühten Eintreffen der Hochwasserperiode eine Absperrung verunmöglicht hätte mit dem praktischen Stauverlust eines ganzen Jahres. Somit war die ganze Bauplanung vornehmlich auf dieses Datum ausgerichtet. Doch schon bald am Anfang musste die Baustelle einen schweren Rückschlag verzeichnen, der das obenerwähnte Datum für den Staubeginn in Frage stellte: Am oberwasserseitigen Portal der Umleitungsstollen lösten sich rund 85000 m³ Fels längs einer Kluft und verschütteten den Zugang während fast der ganzen restlichen Stollenbauzeit. Die Wiederherstellung der Portale nahm sehr viel Zeit in Anspruch, weil vorgängig die ganze Abbruchzone mit Felsankern konsolidiert werden musste: etwa 560 Felsanker von je 30 t wurden verlegt. Als Folge dieses Felssturzes musste das Vortriebsprogramm umgestellt werden, da nun nicht mehr – wie vorgesehen – ober- und unterwasserseitig gleichzeitig vorgetrieben werden konnte. Eine Verzögerung der Fertigstellung der Umleitstollen und damit des Flussumleitungstermins war unausweichlich. Die Leitung des Unternehmerkonsortiums sah sich nun vor eine Entscheidung gestellt: Entweder konnte sie unter Berufung auf ausserordentliche Umstände (allenfalls unter Ausnützung des Rechtsweges) das Einhalten des Termins aufgeben oder aber unter Aufbietung aller Mittel, und ohne Kosten zu scheuen, die Arbeiten wiederaufnehmen. Obschon genügend feste Argumente vorhanden waren, um den erstgenannten Weg zu verfolgen (siehe dazu 1. Kap.), wurde der zweite beschritten. Auf die Gründe soll hier nicht weiter eingegangen werden. Wir bereuten den Entscheid nicht, und er hat zu einer stark verbesserten Arbeitsatmosphäre auf der Baustelle beigetragen.

Bild 3. Flugaufnahme des Dammes. Bauzustand Dezember 1971. Der Stauspiegel hat den Höchststand von 129,50 m ü. M. bereits hinter sich und ist im Abnehmen begriffen; damit ist jede Überflutungsgefahr des Dammes gebannt. Im Vordergrund von links nach rechts erkennt man die Einlaufbauwerke, die Hochwasserentlastungsanlage mit bereits montierten Sektorschützen sowie die zwei Wasserschlösser mit montierten Hydraulik-Zylinder zur Bewegung der Rollschützen. Zwischen Einlaufbauwerken und Wasserschlössern erkennt man eine durch vorgespannte Felsanker gesicherte Hangpartie



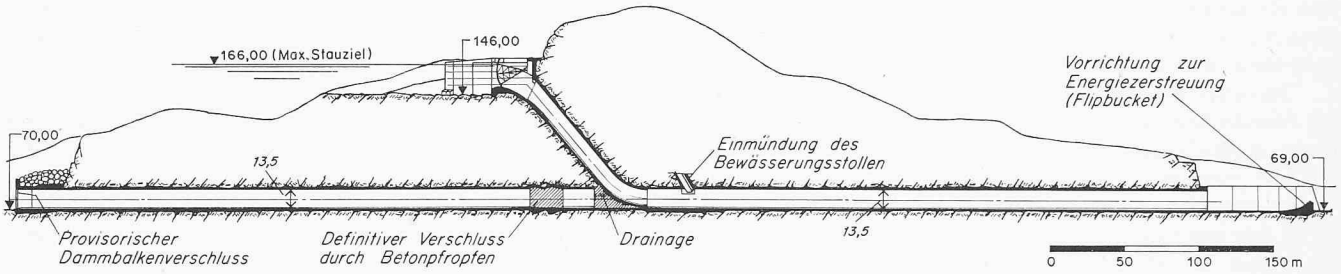


Bild 5. Längenprofil 1:5000 durch die Hochwasserentlastungsanlage und einen Umleitungsstollen

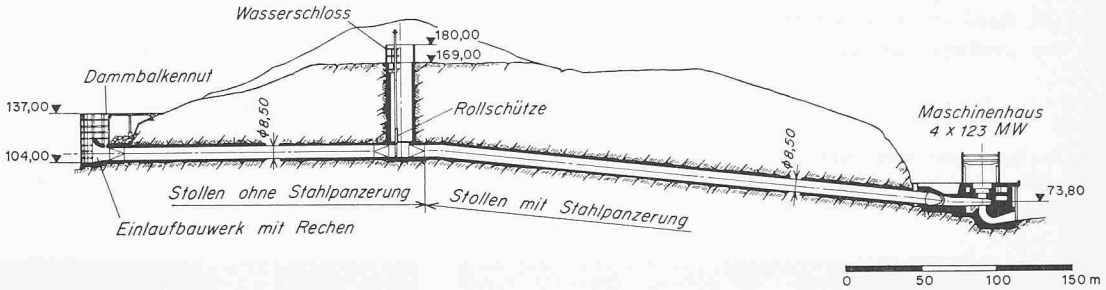


Bild 6. Längenschnitt durch einen Druckstollen 1:5000

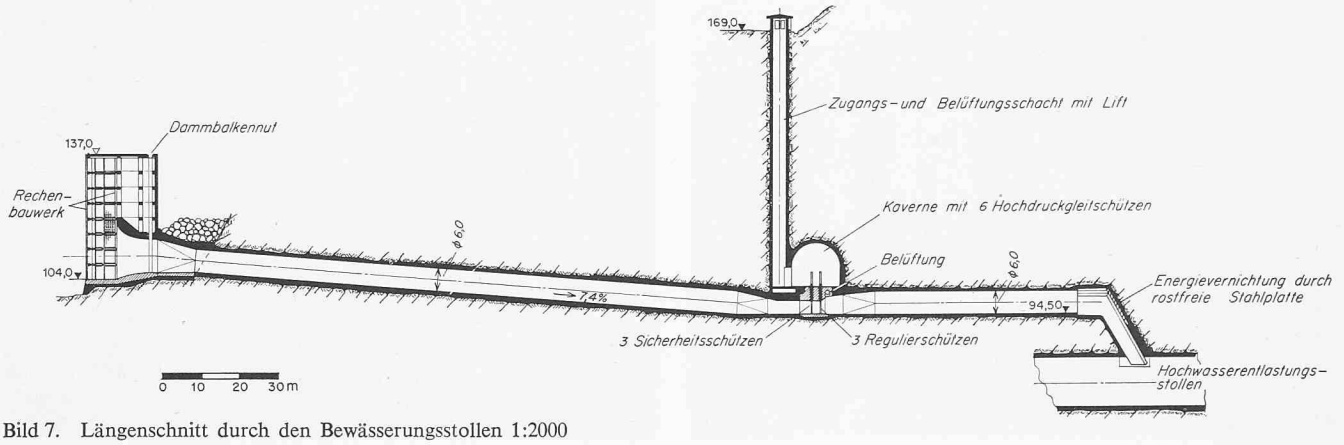


Bild 7. Längenschnitt durch den Bewässerungsstollen 1:2000

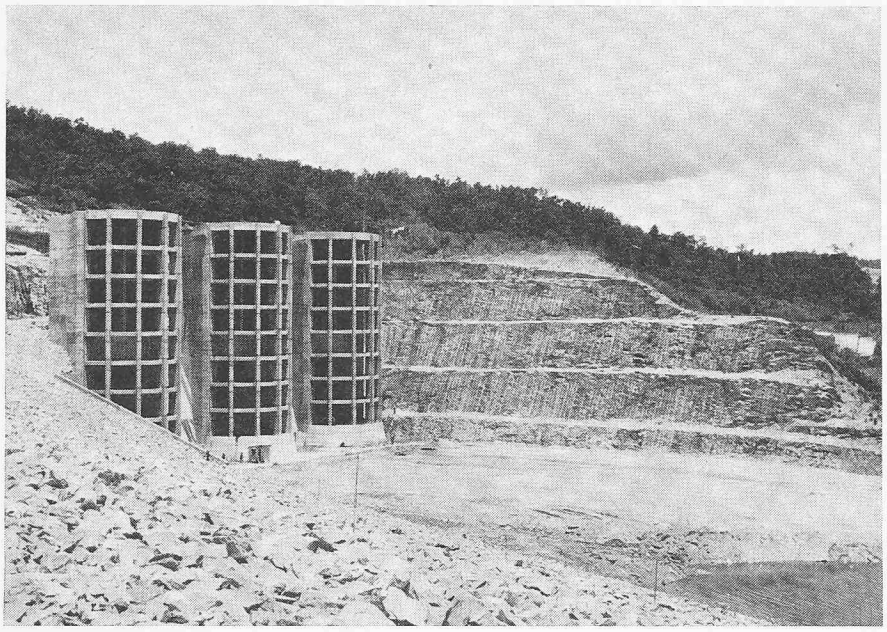


Bild 8. Einlaufbauwerke. Die Personen am Fusse des mittleren Bauwerkes geben einen Eindruck der Grösse; die Rechen sind noch nicht montiert. Im Vordergrund ist die Rip-Rap-Verkleidung des Dammes sichtbar und auf der rechten Bildhälfte die sauber geschossene Felsböschung des Einlaufkanales

Das gesamte Studium, die Planung und alle Projektierungsarbeiten, die mit der Flussumleitung und dem Staubeginn zusammenhingen, war unter direkter Verantwortung des Unternehmerkonsortiums vorgesehen, für dessen Aufwand und Risiko eine Pauschalsumme offeriert wurde. Es soll nun versucht werden, die Schwierigkeiten bei der Entschlussfassung kurz zu skizzieren:

Im ursprünglichen Bauprogramm war am 1. Jan. 1970 die Flussumleitung durch einen Stollen und am 1. Juni durch beide Stollen vorgesehen. Die hydraulischen Berechnungen ergaben eine mögliche oberwasserseitige Spiegelerhöhung durch Stauwirkung während einer Hochwasserspitze um rund 25 m, dies trotz der entlastenden Wirkung beider Stollen. Bis zu Beginn der Hochwasserperiode musste der Damm also eine minimale Sicherheitshöhe Kote 102 m ü. M. erreicht haben. Das neue Programm sah nun die Fertigstellung der Umlaufstollen und damit den Beginn der Flussumleitung auf den 20. April vor bzw. auf den 1. August für beide Stollen. Es war praktisch das gleiche Dammvolumen in der halben Zeit einzubringen. Wir dachten dieses Ziel durch zwei Massnahmen zu erreichen: erstens durch sofortigen Beginn der Dammschüttung auf dem linken Flussufer. Durch die günstige flache Topographie war es möglich, hier einen ansehnlichen Anteil der Schüttung vor der Umleitung zu bewerkstelligen. Die dadurch entstandenen Mehrkosten wurden hauptsächlich verursacht durch die schwierigeren Zufahrten, die kleinen Schütt- und Walzlängen und die notwendig werdende Nachbehandlung der provisorischen Längsböschungen. Die zweite Massnahme bestand in zusätzlichem Einsatz von Geräten.

Aber auch dieses neue Programm musste aufgegeben werden, denn im Stollenbaufortschritt gab es Verzögerungen. So entschloss sich die Leitung des Konsortiums kurzerhand, erst nach der Hochwasserperiode, am 15. Oktober, umzuleiten, um jegliche Möglichkeit einer Überflutung der halbfertigen Dammschüttung auszuschliessen. Damit schienen die Gefahren und die Schwierigkeiten – wenigstens für die kommenden Monate – gebannt. Aber bald zeigten sich neue

Bild 9. Staubeginn durch Versetzen der Dammbalken am Portal des Umlaufstollens. Das erste Element der dritten Lage ist soeben versetzt worden; die zwei unteren Lagen sind bereits eingestaut

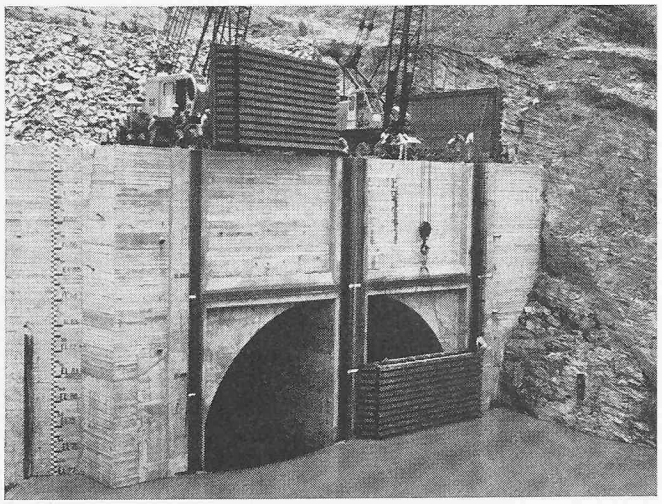


Bild 10. Verschlossener Umlaufstollen mit versetzten Dammbalken vom Unterwasser her gesehen. Noch sind einige Undichtigkeitsstellen abzudichten, was beim rasch ansteigenden äusseren Wasserdruck nicht immer leicht war

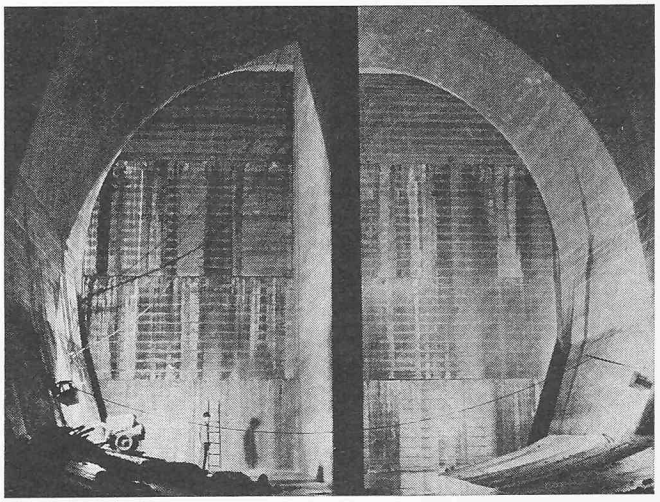
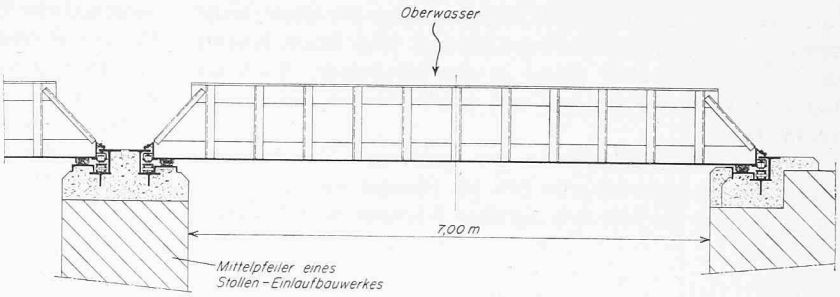


Bild 11a. Dammbalkenverschluss eines Umleitungsstollens, Horizontalschnitt 1:100. Während des Versetzens liefen die Dammbalken auf Rollenbatterien; die Holzauflager wurden während dem Versetzen mit hydraulischen Pressen vor dem Aufsitzen abgehalten. Einmal in der Soll-Lage wurden die hydraulischen Pressen abgelassen, und der steigende Wasserdruck wurde dann über die Holzauflager weitergegeben



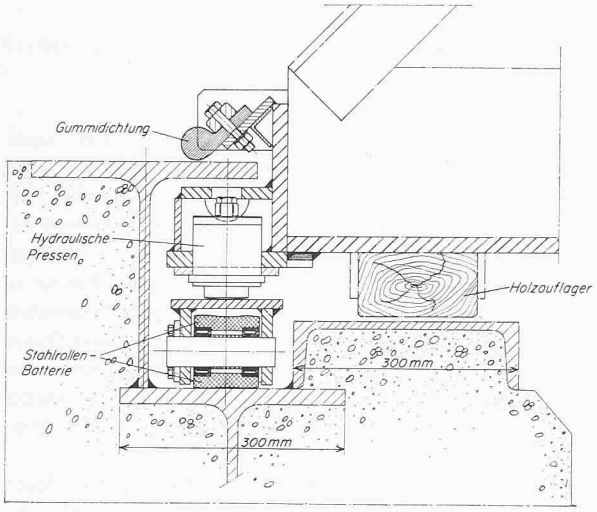


Bild 11b. Ausschnitt aus Bild 11a, linkes Widerlager 1:10

Risiken, die einzugehen waren. Ja, wenige Monate vor dem wichtigen Datum des 1. Juni 1971 wurde der Zeitpunkt des Staubeginnes wieder in Frage gestellt, und es entwickelte sich über zwei Probleme der intensivste und heftigste Meinungsstreit während der gesamten Bauzeit: Das erste Problem kann in folgender Frage zusammen gefasst werden: War es wirklich sicher, dass das «Wettrennen» zwischen steigendem Wasserspiegel im Staubecken und der fortschreitenden Dammschüttung von letzterer «gewonnen» wurde? Dabei muss noch darauf hingewiesen werden, dass ein Grundablass nicht vorhanden war; die zwei Druckstollen (und die elektrische Zentrale) waren im Bau, konnten somit nicht als Entlastung dienen. Die einzige vorgesehene Entlastung war der kleine Bewässerungsstollen, der zwar fertig war, jedoch noch ohne beendete Installationen der Hochdruckschützen. Wohl war an der Wasserfassung ein Dammbalkenverschluss vorgesehen, jedoch nur bis zu einem Wasserspiegel von 132 m ü. M. bemessen. Damit kommen wir zum zweiten Problem: Die Lieferung der Hochdruckschützen des Bewässerungsstollens war mit grosser Verspätung erfolgt, und somit konnte der Stollen nicht wie vorgesehen am 1. Juni 1971 zur Entlastung des steigenden Stauspiegels in Funktion treten. Schliesslich kam noch die beschränkte Tragfähigkeit der Dammbalken dazu. Die Schwierigkeiten der Situation seien damit angedeutet: Es folgten Wochen, während deren fieberhaft gerechnet wurde; es wurden 100jährige, sogar 1000jährige Hochwasser extrapoliert, Notverstärkungen der Dammbalken projektiert, beschleunigte Montageprogramme der Schützen ausgearbeitet. Trotz allem bildeten sich grundsätzlich zwei Parteien; die eine wollte das Risiko des programmässigen Staubeginnes auf sich nehmen, die andere nicht. Dabei ging es wohlverstanden nicht um eine Gruppierung Ingenieurbüro – Unternehmung, sondern auf beiden Seiten waren Vertreter sowohl der Consultants wie des Konsortiums vertreten. Schlussendlich ging es also um eine Frage des Mutes oder Wagnisses, denn auch die grössten Optimisten wussten, dass ein letzter Rest von Risiko immer vorhanden blieb bei den mageren Erfahrungswerten, auf die man sich stützen konnte. Nun, der Entscheid fiel für das Wagnis aus, und das Ergebnis gab den Optimisten recht: Der Stauspiegel stieg bis zur Kote 129,50 m an; der Bewässerungsstollen war unterdessen betriebsbereit geworden und konnte der nötigen Staubeckenentlastung dienen, und damit wurde ein weiteres Ansteigen des Stauspiegels verhindert. Zu keinem Zeitpunkt betrug der Höhenunterschied zwischen Dammschüttung und Stauspiegel weniger als 4,5 m; unter Mitberücksichtigung des oberwasserseitigen Schutzwalles, welcher stets gleichzeitig mit der Hauptschüttung hochgezogen wurde, betrug diese Sicherheitsmarge sogar nie weniger als 10 m.

Mit der Absperrung des Umleitungsstollens begann der Aufstau. Er erfolgte durch das Versetzen von 2 Paaren Spezial-Dammbalken vor je einer Hälfte des durch einen Mittelpfeiler unterbrochenen Einlaufquerschnittes. Während des Versetzens liefen die Dammbalken auf Rollen, leicht abgehoben von den Dichtungen, um die Reibung zu verhindern. Einmal in der richtigen Lage, wurden sie durch eingebaute hydraulische Pressen auf die Dichtungen abgelassen (Bilder 9 bis 11). *(Fortsetzung in einem der nächsten Hefte)*

Jubiläum des Bauingenieurkurses 1920/24 der ETH Zürich

DK 92

Am 14. Juni 1974 – einem der eher seltenen Schönwettertage dieses Frühsommers – trafen sich 20 von den 58 Absolventen, die vor 50 Jahren das Poly verlassen hatten, im Zeughauskeller in Zürich. Gleich aussehend wie damals die einen, stark verändert die andern. Noch höchst aktiv der und jener, auf einträglichen Ehrenposten einige, ganz dem Ruhestand hingegeben die Mehrzahl. Aber alle einig im Gefühl, die Kameradschaft sei genau wie damals. Dies zeigte sich auch bei der anschliessenden Schiffahrt nach der Halbinsel Au, wo man sich zum Mittagessen niederliess.

Den Kranz der Tischreden eröffnete Prof. Paul Haller, der auch, zusammen mit Roland Guyer, Ernst Meyer und Walter Weyermann, die Initiative und Organisation des Anlasses übernommen hatte. Im Rahmen seines humorgewürzten Rückblickes gedachte er auch der 26 schon verstorbenen Kollegen, unter denen Namen wie Armin Aegerter oder Max Stahel landesweit bekannt geworden sind. Auf Wunsch der Initianten hatte sich alt AIV-Präsident Peter J. Bener darauf vorbereitet, jeden der Anwesenden zu charakterisieren, was ihm auch in seiner trocken sich gebenden, aber voll heimlichen Witzes steckenden Weise gelang. Den Gegenpart von uns Studenten, die Dozenten, zeichnete Rudolf Minnig