

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 73 (1955)
Heft: 42: 100 Jahre Eidg. Technische Hochschule

Artikel: Wehrbauten
Autor: Schnitter, Gerold
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-61998>

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: 03.02.2026

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

denen die sinnvolle Ausnützung der Naturkräfte aufgegeben ist, zu übernehmen haben. Es darf uns nicht genügen, technische Bedingungen richtig zu erfüllen, wir müssen uns auch verantwortlich fühlen für die Verwendung der von dieser Technik geschaffenen Möglichkeiten.

Diese Verantwortung kann nur übernehmen, wer den Sinn seines Tuns kennt. Sinn der Technik war seit je, Dienerin, Werkzeug der Kultur zu sein. Frühere Kulturen werden ja durch das Werkzeug, mit dem sie geschaffen wurden, gekennzeichnet: die Stein-Zeit, die Bronze-Zeit usw. Diese Einsicht führt uns aber über den Rahmen der rein technischen, naturwissenschaftlichen Kenntnisse hinaus in den Bereich der kulturellen und humanistischen Probleme. Schmerzlich zeigt sich hier die vielfach vorhandene Trennung. Im Gespräch mit unsern Kommilitonen von der Universität fühlen wir schon während unserer Studienzeit die Verschiedenheit unserer Denkweisen. Der eine sieht den nüchtern, ach so utilitaristisch denkenden Techniker und der andere den sich ständig im geistigen Hochflug befindlichen Träumer. Und doch sollte gerade hier das Fundament gelegt werden für das Verständnis und die Zusammenarbeit derer, die dazu berufen sind, einmal unserer Welt Sinn und Gestalt zu geben.

In der Schaffung dieses Fundamentes sehen wir heutigen Polystudenten neben unserm Fachstudium unsere Hauptaufgabe, und es darf mit Genugtuung gesagt werden, dass die Einsicht in die Wichtigkeit dieser Aufgabe in unserer Studentenschaft sicher weitgehend vorhanden ist. Die Verworrenheit unserer heutigen Zeit legt eine Flucht in die mathematische, jenseits von Gut und Böse liegende Welt der Technik

nahe. Dieser Versuchung dürfen wir nicht erliegen. Es ist an uns, dieses vornehme Werkzeug des Menschen sinnvoll in unser geistiges Weltbild einzubauen.

Der Sinn für die Verantwortung gründet sich auch auf die richtige Einstellung zur Arbeit. Die Arbeit eines Technikers ist vor allem Dienst am Mitmenschen. Seine Erfindungen und Entwicklungen verschaffen den Mitmenschen Arbeit und Brot. Dieses Wissen und nicht der Eigennutz soll der Ansporn zu seinem Tun sein.

Es wird vielleicht der Einwand erhoben, dass in der heutigen Studentenschaft nicht viel von diesem Verantwortungsbewusstsein zu bemerken sei. Das mag in vielen Fällen richtig sein. Auch wir Studenten sind dem Geist unserer heutigen Zeit ausgesetzt — wie wäre das auch anders denkbar. Auch wir spüren die Einflüsse eines bloss auf die Nützlichkeit und den raschen Erwerb materieller Güter ausgerichteten Geschäftigkeitsgeistes. Die Gewandtheit im Ermessen der Rendite einer Arbeit ist auch unter vielen Studenten sehr verbreitet. Kann man diesen daraus einen Vorwurf machen? Wohl kaum. Doch in ebenso vielen Fällen trifft dieser Einwand nicht zu. Auch wir, ganz in dieser Gegenwart lebende Studenten, fühlen deren Fragwürdigkeit. Vielleicht noch unklar ahnen wir den Weg zur Ueberwindung dieses Zeitgeistes und wir freuen uns auf den Augenblick, da auch wir mit unserm Diplom einen Teil dieser Verantwortung übernehmen dürfen, die dem Akademiker und Techniker aufgegeben ist.

Robert Winter,

Präsident des Verbandes der Studierenden an der ETH

Wehrbauten

Von Prof. Gerold Schnitter, ETH, Zürich

Vortrag, gehalten im Zürcher Ingenieur- und Architektenverein am 16. Februar 1955

Aus dem grossen Gebiete des Wehrbaues sollen hier im wesentlichen jene Wehre behandelt werden, die beim Bau von Niederdruckanlagen notwendig werden. Es wird dabei der Versuch gemacht, die Tendenzen zu zeigen, die bei Projekt und Ausführung vornehmlich des tiefbaulichen Teiles eines Wehres zur Zeit vorherrschend sind. An der grundsätzlichen Disposition des Wehres bei einem Kanalkraftwerk Typus Wildeg-Brugg hat sich gegenüber früher nichts Wesentliches geändert, nur dass immer wie öfters bei Grossanlagen das Einlaufbauwerk zum Kanal weggelassen wird. Bei der reinen Stauanlage hingegen (Typus Ryburg-Schwörstadt) sind zwei grundsätzlich neue Anordnungen vorgeschlagen worden und in Deutschland und Oesterreich zur Ausführung gekommen, die hier kurz skizziert werden sollen.

Die *überströmte Kraftwerkanlage* besteht aus einem überströmbar Staukörper, in welchen gleichzeitig das eigentliche Kraftwerk mit Turbine und Generator eingebaut ist. Wehr und Maschinenhaus fallen somit zusammen. Die Hochwässer werden teils durch zwischen die Maschineneinheiten angeordnete Grundablässe und teils über das Kraftwerk hinweg abgeleitet. Bis heute ist der Anwendungsbereich dieses Typs beschränkt auf geringe Fallhöhen und Schluckvermögen. Es ist vor allem eine Frage der Weiterbildung des elektromechanischen Teiles und der Wirtschaftlichkeit, die darüber entscheiden werden, ob bei dieser überströmten Kraftwerkanlage die von ihren Befürwortern vorgebrachten Vorteile sich tatsächlich behaupten werden.

Beim *Pfeilerkraftwerk* hingegen wird die Flussbreite unterteilt in eine gewisse Anzahl Wehröffnungen zum Abfluss der Hochwässer analog der Disposition des herkömmlichen Wehrtypes. Die Pfeiler zwischen den einzelnen Öffnungen sind aber so ausgebildet, dass sie als einzelne Maschinenhäuser wirken, das Triebwasser fassen und der im Pfeiler eingebauten Kaplan- oder Francis-Turbine mit vertikaler Achse und damit starrverbundenem Generator zuführen. Die Pfeilerbreiten erreichen damit etwa die Grösse der Wehröffnungen. Die Befürworter dieses Typus verweisen auf die ersten Erfahrungen an Werken wie Lavamünd an der Drau und auf Modellversuche;

sie führen als wesentlichen Vorteil dieses Systems an die bessere, geradlinigere Führung der Wasserfäden zur Maschine und behaupten, damit eine Verbesserung des Wirkungsgrades zu erzielen.

Offenbar ist die Führung der Stromfäden beim normalen Typus einer Stauanlage mit seitlich an das Wehr angeschlossenem und von diesem durch einen Trennpfeiler abgeteiltem Maschinenhaus bei den normalen Wasserführungen (Schützen geschlossen) nicht ideal. Das Wasser wird dabei starken, aber allmählichen Richtungswechseln beim Zufluss zur und beim

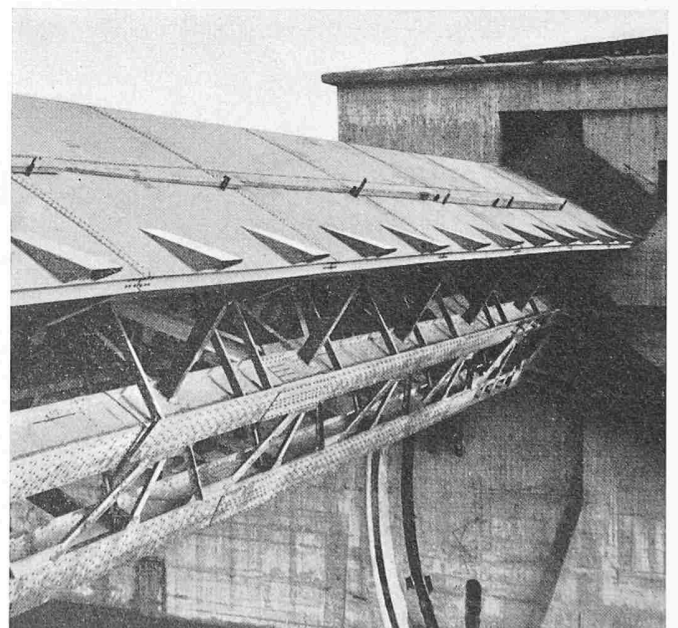


Bild 1. Stauwehr der Kraftwerkanlage Donzère-Mondragon, Segment-schütze von 45 m lichter Weite und 9,15 m Stauhöhe

Abfluss von der Turbine ausgesetzt. Doch ist darauf hinzuweisen, dass die vorhandenen Geschwindigkeiten nicht gross sind, und dass deshalb noch wenig ausgesagt ist über den quantitativen Einfluss dieser aufgezungenen Richtungsänderungen. In geschiebeführenden Flüssen ist die Anordnung des Pfeilerkraftwerkes nicht etwa ungünstig, wie befürchtet werden könnte und auch befürchtet wurde. Bei richtiger Formgebung des Pfeilerkopfes mit Wasserfassung gelingt es leicht, das Geschiebe den benachbarten Wehröffnungen zuzuleiten.

Hingegen steht ausser Zweifel, dass vom betrieblichen Standpunkt aus das Pfeilerkraftwerk dem normalen, klassisch gewordenen Typus unterlegen ist. Schliesslich wird aber ein Kostenvergleich unter Berücksichtigung der betrieblichen Nachteile einerseits und des besseren Wirkungsgrades, sofern vorhanden, andererseits, in jedem Einzelfalle entscheiden, ob ein Pfeilerkraftwerk am Platze ist. In ausführungstechnischer und damit kostenmässiger Hinsicht scheint mir speziell bei schwierigen Untergrunds- und damit Fundationsverhältnissen, das Pfeilerkraftwerk müsse pro Einheit ausgeführter Arbeitsgattung (Aushub, Beton, Schalung) teurer zu stehen kommen als der Normaltypus. Die verschiedenen Einzelbaugruben der Pfeiler sind z. B. für eine straffe Mechanisierung viel ungünstiger als eine zusammenhängende Maschinenhausbaugrube. Tatsache ist auch, dass, soviel mir bekannt, bei einigen neueren reinen Stauanlagen der Vergleich zwischen Normaltypus und Pfeilerkraftwerk zu Gunsten des ersteren ausgefallen ist. Doch ist der Vorschlag als solcher interessant und sollte im Einzelfalle jeweils geprüft werden.

Nach diesen einleitenden Ausführungen werde ich mich auf die Besprechung des Wehres beim Normaltypus der reinen Stauanlage beschränken, wobei ich den Zweck und die allgemeine Anordnung eines Wehres und seiner Einzelteile als bekannt voraussetze.

Stand am Anfang des Wehrbaues vor allem die gesicherte Hochwasserabfuhr und der Schutz gegen Durchsickerungen und gegen die Einwirkungen des Kolktes im Vordergrund des Interesses, so gesellte sich im Laufe der Zeit zu diesen massgebenden Faktoren auch das Bestreben, ein Wehr möglichst gut, unauffällig und wenig störend in die bestehende Landschaft einzufügen und gleichzeitig trotzdem die erheblichen Kosten zu senken.

Vom ästhetischen Standpunkt aus wirken die durchlaufenden, hohen Windwerkbrücken zweifellos unbefriedigend hart. Deshalb sehen wir bei den nach dem Kriege bei uns und anderswo erstellten Wehren keine solchen Wehrbrücken mehr; die Windwerke sind im nach oben verlängerten Pfeiler in architektonisch gut behandelten Windwerkhäuschen untergebracht. Gleichzeitig wurden die Pfeiler niedriger; während früher das Verhältnis von Pfeilerhöhe zur Stauhöhe über zwei,

sogar bis gegen drei betrug, ist dieses Verhältnis heute unter zwei und bei Spezialausführungen mit tiefliegendem Windwerk unter 1,5 gesunken. Auch die Pfeilerlänge wurde kürzer. Die Breite ist massgebend beeinflusst durch die Nischentiefe der Betriebsverschlüsse. Ohne auf diese näher einzugehen, denn die neuzeitliche Entwicklung von *Wehrverschlüssen* könnte Gegenstand eines gesonderten Aufsatzes darstellen, sollen nur einige Punkte, die Interesse verdienen, hervorgehoben werden. Für grössere Wehranlagen in geschiebeführenden Flüssen werden wohl die Hubhakenschütze (neueste Ausführung K. W. Birsfelden) und die Segmentschütze mit Hubhaken oder Klappe zwecks Ueberfall (neueste Ausführung Hauptwehr K. W. Donzère-Mondragon oder K. W. Wildeggen-Brugg) in erster Linie stehen. Fällt die Rücksichtnahme auf die Geschiebeführung weg, so kommen noch andere Schützentypen in Frage wie das Sektorwehr (K. W. Rheinau) oder das Dachwehr (K. W. Letten und Hilfwehr K. W. Wildeggen-Brugg). Die Hubhaken und Segmentwehre gestatten bekanntlich den Abschluss grosser Oeffnungen (Bild 1). Beide Wehrtypen verlangen leider immer noch beträchtliche Nischentiefen von rd. 1,20 bis 1,60 m, wodurch sich Pfeilerbreiten von 5 und 6 m ergeben, obschon rein statisch bedeutend geringere Stärken genügen würden. Der Wegfall der oberen Windwerkbrücke, auf welcher die Windwerke einer Oeffnung mit gemeinsamem Motor so gelagert und miteinander verbunden waren, dass der synchrone Lauf der beiden an einem Verschluss angreifenden Windwerke garantiert war, führte bei der getrennten Anordnung der Windwerke auf den Pfeilern zur Notwendigkeit, andere Lösungen für deren synchrones Laufen zu finden. Zur Zeit werden folgende zwei Lösungen ausgeführt: Die beiden Teiltriebwerke einer Oeffnung werden durch einen Motor (d. h. je einen für Ober- und Unterschütze) angetrieben, der in einem der beiden Windwerke untergebracht ist. Die Verbindung mit dem anderen Teiltriebwerk geschieht auf mechanischem Wege durch eine in der Wehrbrücke untergebrachte Welle (K. W. Birsfelden). Bei der anderen Lösung wird jedes der beiden Windwerke durch seinen zugehörigen Motor angetrieben, und die beiden Motoren sind elektrisch miteinander verbunden, so dass kein einseitiges Vorlaufen eintreten kann (Schützen in Donzère-Mondragon oder Simbach-Braunau am Inn; Schaltung für Gleichlaufüberwachung).

Was die *Dambalken* anbetrifft, so werden heute oft keine unteren wasserseitigen Dambalken mehr vorgesehen. Man begnügt sich damit, in der Verlängerung der Pfeiler unterwasserseitig Din-Träger einzubetonieren, die als Auflager eines behelfsmässig angeordneten Abschlusses bei Niederwasser dienen können. Neben den üblichen Lösungen für den oberwasserseitigen Notverschluss sind zwei davon abweichende Ausführungen zu erwähnen. In Birsfelden werden die 27 m weiten Wehröffnungen durch Dambalken abgeschlos-



Bild 2. McNary-Stauwehr am Columbia River, USA, fahrbarer Portalkran zur Bedienung der Schützen

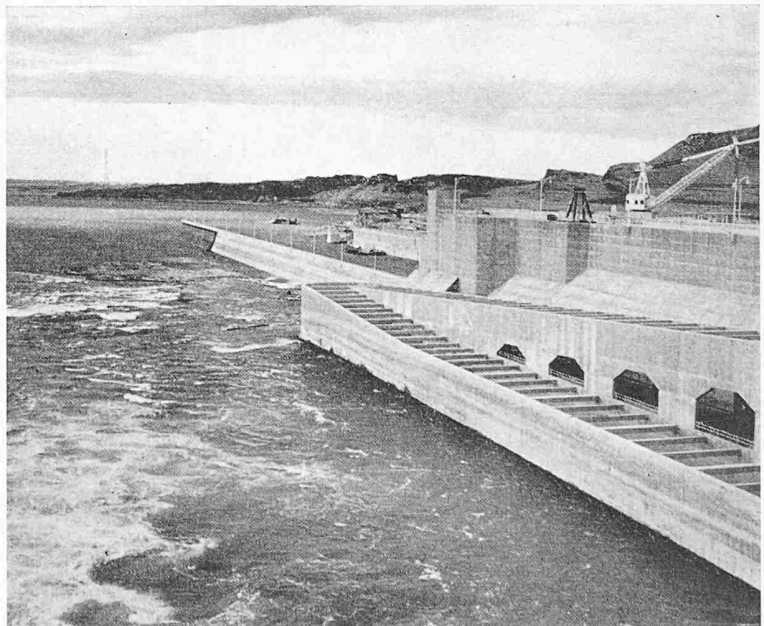


Bild 3. McNary-Stauwehr am Columbia River, USA, Fischtreppenanlage (Neigung 1:20, Kammerbreite 9,00 m)

sen, die mit einem besonders hierfür gebauten Schwimmkran von 60 t Tragkraft herangebracht und eingesetzt werden. Es wird nicht geringer Geschicklichkeit bedürfen, die Damm-balken im strömenden Wasser auf diese Art zu versetzen, dann nämlich, wenn aus irgendeinem Grunde die Schütze halbwegs blockiert bleibt und durch die Öffnung Wasser fließt. In Donzère-Mondragon ging es darum, für die grossen Wehröffnungen, $5 \times 31,50 + 1 \times 45,00$, einen möglichst wirtschaftlichen Notverschluss zu finden. Es wurde ein stählernes Nadelwehr angeordnet, dessen Nadeln sich einerseits in Aussparungen auf die Schwelle und anderseits auf den Untergurt der oberwasserseitigen Wehrbrücke abstützen. Da dieselbe als zukünftige wichtige Strassenbrücke auszuführen war und deshalb ohnehin ziemlich breit wurde, ergaben sich aus dem Wasserdruck nicht sehr wesentliche Verstärkungen.

Des Interesses wegen darf hier noch darauf hingewiesen werden, dass bei Wehren mit einer grossen Zahl von Wehröffnungen in den USA oft überhaupt keine Windwerke angeordnet werden. Das Heben und Senken der Schützen geschieht durch eine kleine Zahl fahrbarer Portalkrane, die von Öffnung zu Öffnung fahrend, die Schützen einzeln bewegen. So besorgen z. B. bei dem Mc. Nary Dam über den Columbia-Fluss in Oregon-Washington (USA) bei 22 Öffnungen von 15,0 auf 15,00 m Durchfluss nur zwei fahrbare Portalkrane die Bedienung der Schützen (Bilder 2 und 3).

Die Länge des Wehrpfeilers ist vor allem bestimmt durch die Länge des Abfallbodens, der Wehrschwelle, welche sie weder im Oberwasser noch im Unterwasser überragen sollte. Bekanntlich bezweckt die Wehrschwelle teils durch entsprechende Formgebung die Energie des Wasserstrahles zu vermindern, teils den Wasserstrahl ohne Gefahr für das Bauwerk abzuführen. Dies soll womöglich durch Erzielung starker Walzenbildung auf der Länge der Schwelle, eventuell mittels Tosbecken, eventuell mittels Einbau von Schikanen erreicht werden. Obschon zahlreiche Untersuchungen an Wehrschwellen, insbesondere an Modellen derselben vorliegen, fehlt bis heute eine wirklich zusammenfassende und hydraulisch einwandfreie Darstellung der komplexen Vorgänge und dementsprechend eine einheitliche Auffassung über die beste Formgebung, insbesondere über das Verhältnis von Länge der Wehrschwelle, gemessen von der Dichtungsleiste der Schütze bis Wellenende, zur Stauhöhe. Immerhin ist festzustellen, dass dieses Verhältnis wieder kleiner (d. h. die Schwellen gegenüber früher kürzer) geworden ist, und heute zwischen 1,5 und 2 liegt. Es ist allerdings zu sagen, dass die Anzahl der den Vorgang beeinflussenden Faktoren gross ist, und dass

es deshalb noch immer das Beste ist, durch einen Modellversuch in genügend grossem Masstab den Naturvorgang nachzubilden und danach die Höhenlage der Schwellenoberkante oberstromseitig, die Schwellenform und die Höhenlage unterstromseitig zu bestimmen. Zu den interessantesten und aufschlussreichsten Versuchen auf diesem Gebiete gehören die von Prof. Müller und Dr. Eggenberger an der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau durchgeführten; als Mitteilung Nr. 5 von der Anstalt im Jahre 1944 veröffentlicht. Es geht daraus hervor, dass die Kolkentiefe in einer unbefestigten Sohle einem bestimmten Grenzwert zustrebt, der, einmal erreicht, nicht mehr überschritten wird und der ausser von der über- bzw. unterströmten Wassermenge und der Spiegeldifferenz zwischen Unterwasser und Oberwasser von der Korngrösse des den natürlichen Untergrund bildenden Bodens abhängt. Der Gedanke liegt deshalb nahe, bei felsigem Baugrund die Wehrschwelle noch weiter zu verkürzen, d. h. sie gerade noch so lange auszubilden, dass der Ueberfallstrahl noch mit Sicherheit auf die Schwelle trifft, und den unterwasserseitigen Schwellensporn dafür so tief zu verlegen, dass die zu erwartende Kolkentiefe das Bauwerk nicht unterspülen kann. Durch Blockeinlagen in den sich bildenden Kolk kann dessen Tiefe noch günstig beeinflusst werden. Selbstverständlich wird auch hier dafür gesorgt werden müssen, dass durch Anordnung eines Tosbeckens möglichst viel Energie verzehrt wird, und dass durch günstige Formgebung des unterwasserseitigen Abschlusses des Tosbeckens der Strahl so geführt wird, dass die maximale Kolkentiefe sich möglichst weit unterhalb des Schwellenendes einstellt.

Als Beispiel möge die Wehranlage in Rochemaure an der Rhone dienen (Bild 4), welche zur Zeit als Bestandteil der Kraftwerksanlage Montélimar im Bau ist. Das Wehr ruht auf seiner ganzen Länge auf Fels auf. Es besteht aus sechs gleichen Öffnungen von 26,00 m mit Zwischenpfeilern von 6,00 m Breite (bei Tiefe der Schützennische von je 1,50 m). Die Stauhöhe beträgt normal 12,00 m bzw. 13,50 m für Ueberstau. Der Abschluss geschieht durch Hubhakenschützen mit Windwerken in Kabinen auf den Wehrpfeilern, also ohne Windwerksbrücke. Die Wehrschwelle, gerechnet vom Auflager der Schütze an bis unterwasserseitiges Ende, hat eine Länge von 14,10 m, das oben erwähnte typische Verhältnis zur Stauhöhe beträgt somit nur noch 1,2.

Bei dieser Anordnung rückt die Schützennische mit der starken Einschnürung des Pfeilers immer wie mehr in die Pfeilermite, und diesem Umstande ist bei der statischen Berechnung des Pfeilers gebührend Rechnung zu tragen. Der unterwasserseitige Teil des Pfeilers hat unter dem Einfluss des Wasserdruckes bei geschlossener Schütze das Bestreben, sich vom oberwasserseitigen Teile zu lösen und wird deshalb in denselben durch Rundenisen zurückverankert. Solange der oberwasserseitige Anteil des Pfeilers klein ist im Verhältnis zum unterwasserseitigen, wie dies bei den üblichen Ausführungen der Fall war, genügt es, diese Verankerung unter der sehr groben, vereinfachenden Annahme zu berechnen, dass sich der Gesamtwasserdruck entsprechend ihren Trägheitsmomenten auf die beiden Teile zerlegen lasse. Rückt die Schützennische aber gegen die Mitte zu, so ist eine genauere Berechnung am Platze, wobei der Pfeiler und seine beiden Teile als Scheiben und nicht mehr als Kragbalken aufzufassen sind. Ähnlicherweise verlangen auch die hohen Raddrücke der Schützenlager auf die Pfeilernische eine eingehendere statische Untersuchung als Scheibe, wobei die Steifigkeit der Laufschiene mit ihrer stählernen Unterstützung in die Berechnung einbezogen werden muss.

Mit der Ausbildung von Pfeiler und Wehrschwelle in engem Zusammenhange steht die bedeutsame Entscheidung, ob eine Verkleidung mit Natursteinen angeordnet werden soll oder nicht. Früher wurden unbesehene Schwelle und Pfeiler bis zur Oberkante mit Natursteinen verkleidet; die notwendigen und dazu befähigten Arbeitskräfte standen zur Verfügung. Jede Verkleidung ist teuer und ihr Nutzen nicht unumstritten, und deshalb ist die Frage nach ihrer Notwendigkeit sehr berechtigt. Einen Pfeiler höher als 1 bis 2 m über der Schwellenoberkante auch bei stark geschiebeführendem Flusse zu verkleiden, ist unnötig. Als einziger Grund dafür könnte die Wetter- und Frostbeständigkeit angeführt werden, doch sollte es heute möglich sein, einen frostbeständigen Beton herzustellen. Die Schwellen wird man bei we-

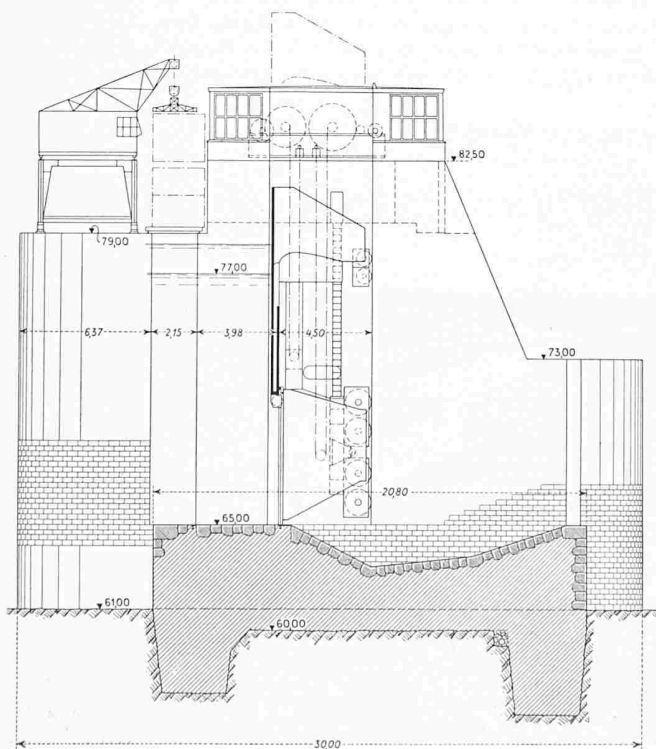


Bild 4. Stauwehr in Rochemaure der Kraftwerksstufe Montélimar an der Rhone. Querschnitt 1:350 durch das Wehr

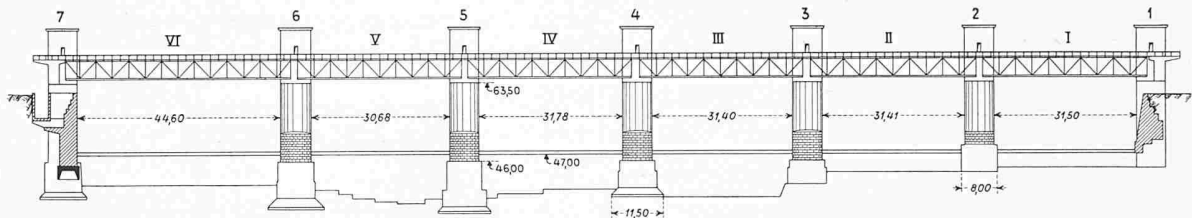


Bild 6. Stauwehr Donzère, Ansicht von Oberstrom, 1:1600

sentlicher Geschiebeführung mit Natursteinen verkleiden, aber dann so, dass Gewähr dafür besteht, dass die einzelnen Steine nicht aus dem Verband herausgelöst werden können, dass sie also genügend schwer sind und mit sehr schmalen Fugen aneinandergrenzen. Das satte Vergiessen und Verkeilen wird immer schwierig sein und das Einbetonieren erst recht; Verankerungen und Dollen dürfen deshalb nicht fehlen. Bei fehlender oder geringer Geschiebeführung kann die Verkleidung wegfallen. Beim Kraftwerk Birsfelden z. B. hat man erstmals bei einem Rheinkraftwerk auf jegliche Natursteinverkleidung verzichtet und dafür die obersten 0,85 m der Schwelle aus Beton mit 350 kg Zement pro m³ mit 1 % Plastimentzuschlag ausgeführt. In den USA wurde das dort entwickelte Vacuum-Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Wehrschwelen, Absturzböden und Tosbecken verwendet. Es scheint aber nicht die erwarteten Ergebnisse gezeitigt zu haben, so dass wiederum davon abgekommen wurde. Die Tiefenwirkung des Vakuumverfahrens ist nur dann beträchtlich, wenn sich das Vakuum, d. h. der Druck entsprechend lange auf den Frischbeton auswirken konnte, was beim normalen Verfahren nicht der Fall ist und eine sehr starke Verteuerung desselben zur Folge hätte. Bei den heutigen Kenntnissen auf dem Gebiete der Betontechnik sollte es möglich sein, einen Verkleidungsbeton herzustellen und einzubringen, der in den meisten Fällen die Verwendung von Natursteinverkleidung erübrigen wird. Gute Kornzusammensetzung, insbesondere der Fein- und Feinstanteile, reichliche Zementbeigabe, luftporenbildender Zusatz zur Erhöhung der Frostbeständigkeit, geringstmögliche Wasserbeigabe, sorgfältiges Einbringen mit wirksamer Innenrüttlung sind dazu erforderlich. Allerdings wird ein solcher Beton auch teurer zu stehen kommen und deshalb höher bezahlt werden müssen als der gewöhnliche Schwellenbeton.

Von ganz besonderer Bedeutung für die Projektierung und die Ausführung einer Wehranlage ist deren *Fundierung*. Sie hängt offenbar in erster Linie von den vorhandenen Untergrundverhältnissen ab. Dabei sind Gründungsgestaltung und Gründungsmethode auf das engste miteinander verbunden. Wehre können heute bei der nötigen Vor- und Umsicht auf den meisten Böden abgestellt werden, allerdings sind deren Kosten sehr stark abhängig von der Güte des Baugrundes. An Stelle allgemeiner Betrachtungen mögen an einigen Beispielen die verschiedenen Möglichkeiten erläutert werden.

Beim Bau des *Rhonewehres Evionnaz für das Kraftwerk Lavey*¹⁾ bestand der Untergrund auf der linken Seite aus stark verfestigtem Moränenmaterial, überlagert mit dem blockigen Material des Schuttkegels aus dem Barthélemy-Bach. Das rechte Widerlager hingegen kam auf Fels zu liegen. Es musste sich also die berechtigte Sorge einstellen, dass bei unabhängiger Fundierung der einzelnen Pfeiler in der rechten Wehröffnung zwischen dem auf Fels gegründeten Widerlager und dem auf die Moräne abgestellten ersten Flusspfeiler ungleichmässige Setzungen sich einstellen könnten. An Stelle der Einzelfundierung wurde beschlossen, die Pfeiler im Fundament über die *ganze Rhone rahmenartig miteinander zu verbinden*, wozu die ober- und unterwasserseitigen Schwellensporne beigezogen wurden. Der so erstellte steife, stark armierte Rahmen sollte ungleichmässige Setzungen überbrücken. Die ganze Wehranlage, Pfeiler, Schwellensporne, Widerlager und Ufermauern wurden unter Verwendung von Druckluft gegründet, was bei dem vorhandenen Baugrund, dem wildbachartigen Charakter der Rhone und dem vorgeschriebenen Bauprogramm notwendig war. Die Ausführung des Rahmens unter Druckluft gestaltete sich äusserst schwierig und kostspielig und bewies erneut, dass eine zusammenhängende Fundierung einer Wehranlage nur in dringenden Fällen vorgesehen werden soll, und dass dabei mit erhöhten Kosten gerechnet werden muss, es sei denn, die Gründungsverhältnisse seien ausgesprochen günstig und würden eine Ausführung in offener Wasserhaltung gestatten.

Beim Bau der Wehranlage des Kraftwerkes *Rupperswil-Auenstein* musste ebenfalls die Druckluftgründung herbeigezogen werden. Der anstehende Fels lag so tief, rd. 15,0 m unterhalb der Fluss-Sohle, dass zur Garantierung der absoluten Dichtigkeit sowohl die Pfeiler wie die Schwellensporne und die anschliessenden Ufermauern mittels Druckluft gegründet wurden. Es besteht aber keine biegezugsfeste Verbindung zwischen Pfeiler und Schwellen; es handelt sich um die normale Ausführung mit Einzelfundierung eines jeden Bauwerkteiles. Ueber das Nähere des Projektes und die Bauausführung orientiert die aufschlussreiche Monographie, aus welcher von den NOK in der Schweiz. Bauzeitung ein Auszug publiziert wurde²⁾, so dass ich nicht näher auf diesen interessanten Wehrbau eintrete.

1) SBZ 1949, Nr. 12, S. 169 ff.

2) SBZ 1950, Nr. 5, S. 50 ff.

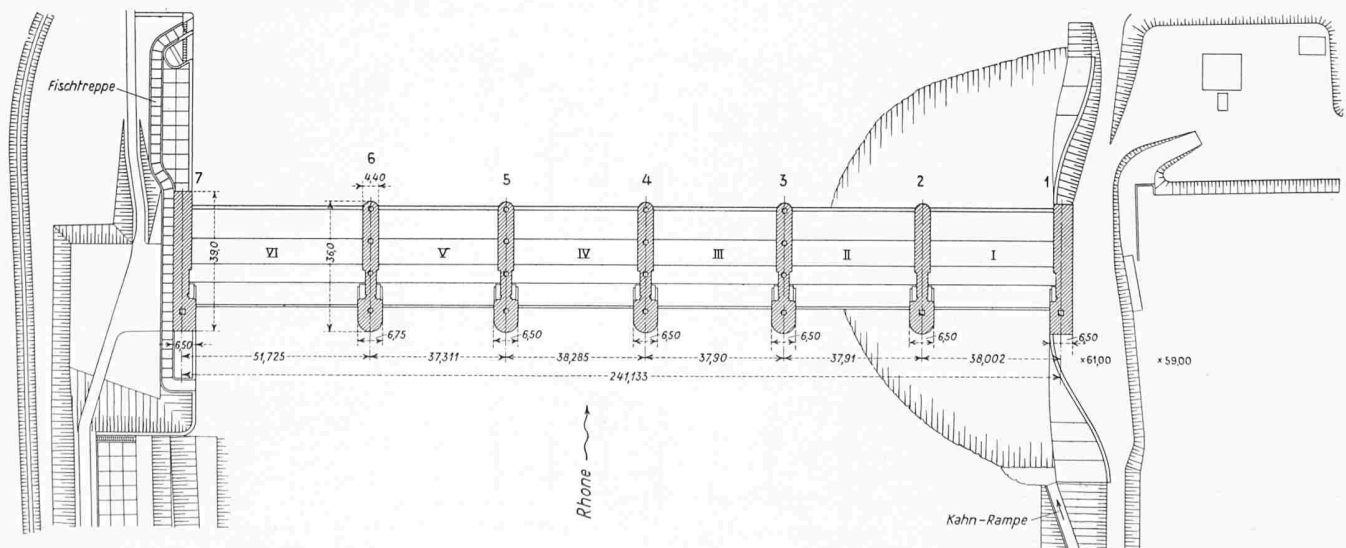


Bild 5. Stauwehr Donzère, Grundriss 1:2000

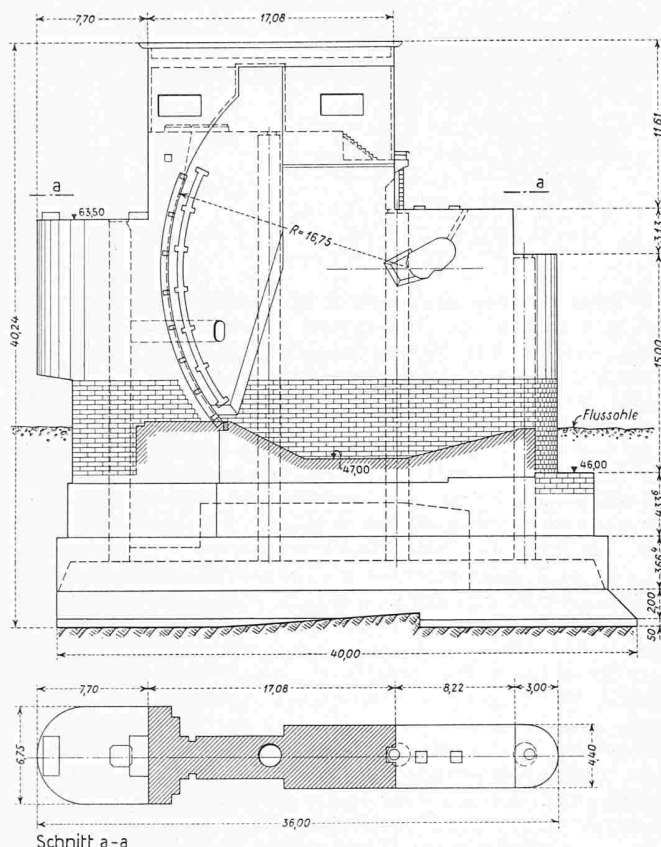


Bild 7. Stauwehr Donzère, Wehrpfeiler No. 6, Masstab 1:500

Bei der folgenden Wehranlage an der Aare unterhalb Wildeggen, dem *Kraftwerk Wildeggen-Brugg*, lag der Felsen sehr hoch, praktisch wenig tiefer als das Flussbett, so dass das ganze Wehr in offener Wasserhaltung im Schutze von Spundwänden erstellt werden konnte. Diese Lösung ist offenbar die weitaus billigste und wird immer wie mehr angestrebt werden. Die Entwicklung der Fundationstechnik, insbesondere die Möglichkeit vermehrter Verwendung von Spundwänden und Fangdämmen führt allgemein dazu, die teure Druckluftgründung teilweise oder gänzlich zu verlassen und wo immer möglich grosse Baugruben zu erzielen. Diese Entwicklungstendenz zeigt sich bei sämtlichen neueren Wehrbauten und wird im folgenden an zwei grösseren Beispielen an der Rhone näher erläutert.

Vorerst soll noch kurz die Fundierung des *Kraftwerkes Birsfelden*³⁾ erwähnt werden. Bei der Wehranlage Birsfelden am Rhein besteht der tragfähige Untergrund aus Molassemergel, überlagert durch eine schwache Kiesschicht. Wehr-

3) SBZ 1949, Nr. 37, S. 515; 1953, Nr. 34, S. 483

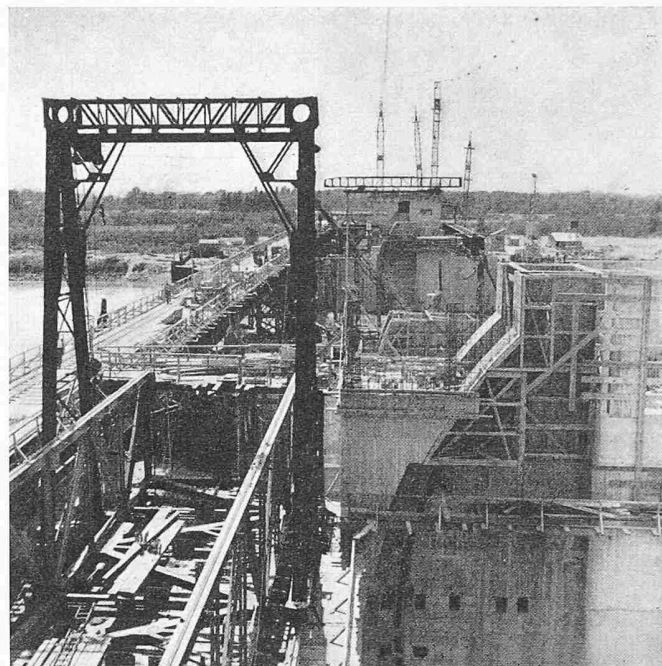


Bild 9. Stauwehr Donzère, Schalung des Pfeileraufbaues

pfeiler und Wehrschwelen sind in den dichten Mergel eingebunden. Vor Baubeginn wurden verschiedene Fundierungsmöglichkeiten untersucht. Der reinen Druckluftgründung für Pfeiler und Wehrschwelen standen gemischte Lösungen mit teils Druckluftgründung, teils Gründung in offener Wasserhaltung und die Gründung nur innerhalb Spundwänden mit offener Wasserhaltung gegenüber. Auf Grund der verschiedenen Unternehmerangebote entschied sich die Bauleitung für eine gemischte Lösung, wobei die Flusspfeiler mit Druckluft gegründet, während die Schwellensporne und die Schwellen selbst innerhalb Spundwänden in offener Wasserhaltung ausgeführt wurden. Es zeigte sich, dass bei dem relativ weichen Felsen die Spundwände mit genügend dichtem Anschluss an den Fels eingerammt werden konnten, wodurch sich ein dichter Baugrubenabschluss ergab, der die Ausführung der Schwellen in offener Wasserhaltung ohne Schwierigkeiten gestattete. Ausführungstechnisch ungünstig erwies sich die strenge Vorschrift, dass nur gleichzeitig eine der fünf 27 m weiten Wehröffnungen gebaut werden durfte.

Bei derartigen Ausführungen ist vor allem darauf zu achten, dass während des Aushubes der Wehrschwelle die anschliessenden Pfeiler auf seitlichen Wasserdruck bei Hochwasser sehr ungünstig beansprucht werden, d. h. bedeutend ungünstiger, als es im späteren Betriebszustand je der Fall sein kann. Entweder muss der Pfeiler entsprechend verbreitert werden, um genügend stabil zu sein, oder die beiden

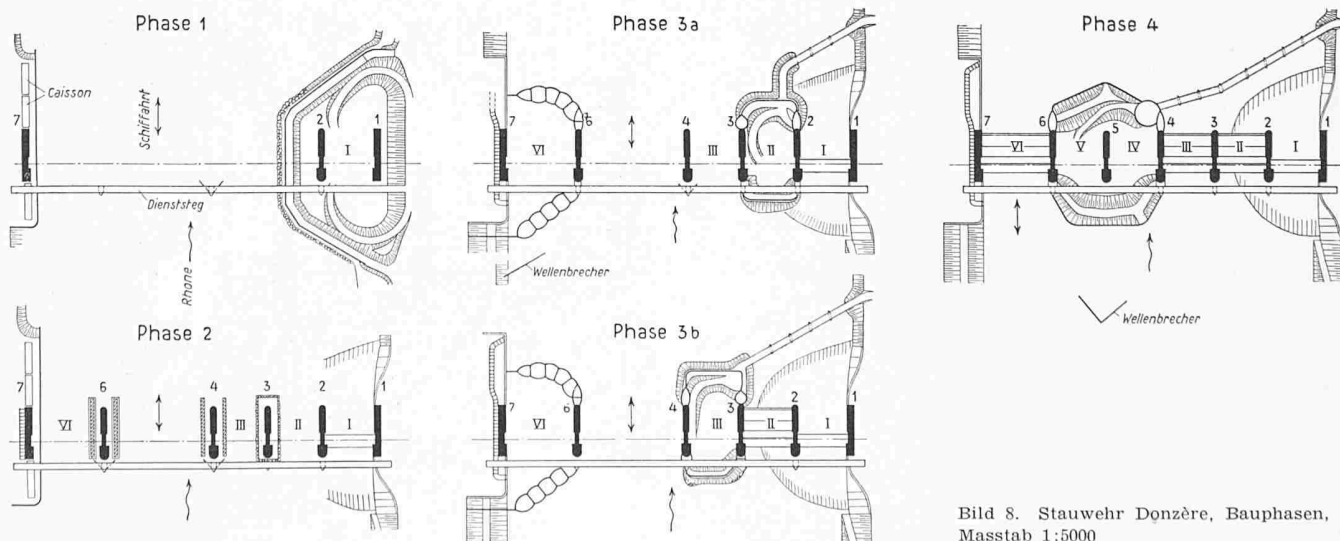


Bild 8. Stauwehr Donzère, Bauphasen, Masstab 1:5000

Pfeiler müssen während der Ausführung der Wehrschwelle gegenseitig durch starke provisorische Abstützungen abgesteift sein.

Eine andere viel umstrittene Frage bei offener Wasserhaltung hinter Spundwänden und Fangdämmen ist jene nach der wünschenswerten Höhe des Fangdammes. Um absolut sicher zu sein vor jeglicher Hochwassergefahr, müsste man die Höhe des Fangdammes unter Berücksichtigung der Stauwirkung durch die Einbauten dem höchsten zu erwartenden Hochwasser entsprechend anlegen. Dies führt aber notwendigerweise zu sehr hohen Fangdämmen. Man kann sich deshalb mit Recht fragen, ob es nicht wirtschaftlicher ist, der Festlegung der Kronenhöhe nicht das extreme, sondern ein mittleres Hochwasser zugrunde zu legen.

Als weiteres Beispiel möchte ich etwas eingehender über die Ausführung des Stauwehres des grossen *Rhone-Kraftwerkes Donzère-Mondragon*⁴⁾ berichten.

Die Projektierung des Stauwehres hatte von folgenden Grundlagen auszugehen: Bei Abschluss einer der sechs Wehröffnungen muss das sogenannte hundertjährige Hochwasser von 10 000 m³/s ohne wesentlichen Ueberstau abgeführt werden können. Während des Baues und in Ausnahmefällen auch nachher soll die Schifffahrt auch auf der Rhone weitergeführt werden können. Dazu wurde eine freie Schifffahrtsöffnung von 45 m im lichten verlangt. Dies setzte bereits die Grösse einer definitiven Wehröffnung und das Offenhalten einer 45 m breiten Oeffnung während des Baues fest.

Der Untergrund besteht an der Wehrbaustelle auf der rechten Seite auf rd. $\frac{1}{3}$ der Breite aus gutem Kalkstein, der aber gegen die Flussmitte zu stark abfällt. Dort kommen nur blaue Mergel als tragfähiger Baugrund in Betracht. Die Ueberlagerung aus Flusschotter ist nicht sehr bedeutend und schwankt zwischen zwei und vier Metern. Dabei ist noch erwähnenswert, dass die Rhone bei der Wehrbaustelle im Mittel pro Jahr eine Schweb- und Geschiebefracht von zwölf Mio Kubikmeter durchschleppt, wovon das eigentliche Geschiebe 400 000 m³ ausmacht.

Eingehende Projektstudien, die sich auf den Vergleich verschiedenartigster Wehrtypen wie Hubschützen, Segment-schützen, Walzen erstreckten und jeweils sowohl den tiefbaulichen Teil wie die Schützen mit Windwerken umfassten, führten zum Ausführungsentwurf (Bilder 5, 6 und 7). Dieser besteht aus einem Segmentschützenwehr von fünf Oeffnungen zu 31,5 m und einer solchen von 45 m Breite. Den Abschluss besorgen Segmentklappenschützen, wobei die Höhe der Klappen 1,75 m beträgt, mit Ausnahme der rechtsseitigen Wehröffnung, die keine Klappe besitzt. Die totale Stauhöhe beläuft sich auf 9,15 m und liegt damit 65 cm oberhalb des auf Kote 58,00 festgesetzten Normalstaus. Die Durchbildung der Wehrschwelle im einzelnen wurde im Modellversuch im Massstab 1:60 an der Versuchsanstalt für Wasserbau der Electricité de France in Chatou bei Paris für die verschiedenen Zustände im Betrieb wie auch für die verschiedenen Bauzustände eingehend geprüft.

Bei der Gestaltung der Fundierung mussten die grundsätzlich verschiedene Beschaffenheit des Baugrundes im Längsschnitt des Wehres sowie der Bauvorgang, das Bauprogramm und die Kosten berücksichtigt werden.

Auch hier wurde eine ungleichmässige Setzung der auf dem Kalkstein abgestützten Pfeiler gegenüber den auf dem Mergel fundierten befürchtet. Da die Wehrschwellen einfach auf den Pfeilersockeln abgestützt wurden, konnte dieser allfälligen verschiedenen Setzung Rechnung getragen werden. Dies geschah durch die Anordnung einer elastischen Zwischenlage am Auflager der Schwellen auf die Pfeiler. Diese Zwischenlage soll eine gewisse elastische Zusammendrückung des einen Bauteiles gegenüber dem andern gestatten. Ueber die Tragfähigkeit des Mergels wurden eingehende Versuche durchgeführt sowohl im Erdbaulaboratorium wie an Ort und Stelle. Um ein richtiges Bild der tatsächlichen Beschaffenheit des Baugrundes vorgängig der definitiven Projektierung zu erhalten, wurde im Schutze einer Taucherglocke, d. h. also unter Zuhilfenahme von Druckluft, ein Schacht bis in den Mergel ausgehoben und in der Kammer der Taucherglocke eine Belastungsprobe des anstehenden Mergels sowohl in vertikaler wie in horizontaler Richtung vorgenommen, womit die wesentlichsten Bodeneigenschaften so genau wie möglich



Bild 10. Abschluss der Schifffahrtsöffnung von 45 m durch Zellenfangdämme

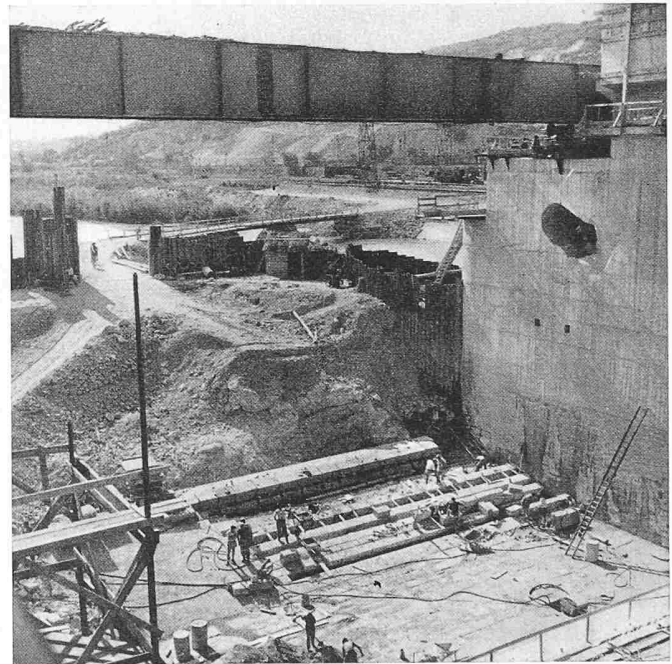


Bild 11. Stauwehr Donzère, Versetzen der Schwellenverkleidung



Bild 12. Stauwehr Donzère, Durchschleppen eines Tankers durch eine Öffnung bei einem mittleren Hochwasser (5000 m²)

⁴⁾ SBZ 1950, Nr. 47, S. 656

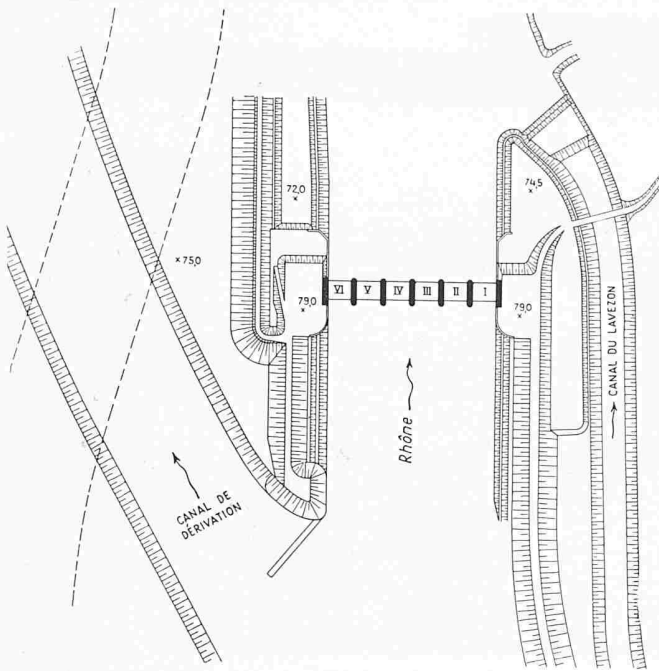


Bild 13. Kraftwerkanlage Montélimar, Lageplan 1:8000 des Stauwehres Rochemaure

bestimmt und mit den im Laboratorium an kleinen Proben ermittelten verglichen werden konnten.

Man entschloss sich auch hier zu einer gemischten Fundierung (Bild 8). Die beiden Pfeiler der rechten Flussseite wurden in einer ersten Phase durch eine erste Baugrube umschlossen und auf den Kalksandstein in offener Wasserhaltung gegründet. Anschliessend wurde die Wehröffnung I erstellt. Das Besondere an der ganzen Bauausführung liegt darin, dass mit Erfolg versucht wurde, grosse Baugruben zu schaffen, in welchen die neuzeitlichen Baugeräte voll zur Entfaltung kommen konnten. Sämtlicher Aushub wurde mit Baggern direkt auf Pneufahrzeuge verladen und abgeführt. In der selben ersten Phase wurde auch der linksseitige Widerlagerpfeiler unter Druckluft hergestellt, wobei der Caisson als massiver Eisenbetoncaisson von einer Anschüttung aus abgesenkt wurde.

Anschliessend wurde in Phase 2 der Flusspfeiler 3 abgesenkt und mit der Erstellung der wichtigen Pfeiler 4 und 6 in Flussmitte vom Gerüst aus begonnen, wobei zwischen Pfeiler 6 und Pfeiler 4 eine Spannweite von 76 m, also eine lichte Weite von mehr als den vorgeschriebenen 45 m zur Verfügung stand (Bild 9).

Die Caisson-Schneiden der Pfeiler 4 bis 7, welche nicht auf Kalkstein, sondern im Mergel drin sitzen, liegen auf verschiedenen Koten, höchstens 39,05 bis min. 36,40. Unterhalb der Schneiden konnte jeweils das Fundament beidseitig um rd. 1,5 m, max. 2,00 m, verbreitert und um 2,50 m vertieft werden, womit die erwünschte und erforderliche Verringerung der Bodenpressung und Erhöhung der Seitenstabilität der Pfeiler ohne wesentlichen Mehraushub erreicht wurde. Diese seitliche Verbreiterung unter den Caisson-

schneiden ist jedoch eine schwierige Arbeit. Der Aushub darf dabei nur schlitzartig auf kurze Strecken ausgeführt werden, wobei der Beton sofort eingefüllt zu werden hat. Hydraulische Grundbruchgefahr ist ständig zu befürchten.

Die nächste Phase 3 umfasste den Bau der zweiten Wehröffnung und der grossen Schiffahrtsöffnung Nr. VI sowie des Wehrpfeilers 4. Dabei kamen die Zellenfangdämme (Bild 10) als Abschluss der Baugrube mit Vorteil zur Verwendung (Bild 11). Zellenfangdämme haben bekanntlich den grossen Vorteil, dass sie selbsttragend sind, will sagen, dass sie auch ohne Einspannung in den Untergrund durch ihr eigenes Gewicht dem Wasserdruck standhalten können, ohne dass die Spundwände wesentlich auf Biegung beansprucht werden. Sie eignen sich deshalb insbesondere für grosse Wasserdrücke und bei schwer rambbarem Untergrund. Im vorliegenden Falle musste damit gerechnet werden, dass die Kiesüberlagerung sehr rasch weggespült werden konnte, was dann auch tatsächlich der Fall war. Die Zellenfangdämme haben auch bei dieser Bauausführung ihren grossen Nutzen gezeigt. Im Gegensatz dazu wurden die übrigen Baugrubenabschlüsse im Damm aus geschüttetem Steinmaterial hergestellt, in welchem zur Dichtung eine einfache Spundwand eingeschlagen wurde. Diese Methode erwies sich als sehr einfach und gleichzeitig billig, dank der Verwendung von Pneufahrzeugen, Baggern und Bulldozern. Mit diesen Geräten sind derartige Dämme auch beträchtlichen Ausmasses sehr rasch geschüttet und ebenso rasch wieder abgebaut.

Anschliessend konnte wiederum im Schutze geschütteter Steindämme die Wehröffnung III gebaut werden.

Es verblieben die Wehröffnungen IV und V mit dem dazwischenliegenden Pfeiler 5. Bereits bei Baubeginn war vorgeschrieben, dass diese beiden Wehröffnungen noch erstellt werden mussten, nachdem bereits die Rhone teilweise eingestaut blieb. Es waren also dafür spezielle Fangdämme vorzusehen. Ursprünglich war dafür ebenfalls ein Abschluss aus Zellen-Fangdämmen in Aussicht genommen. Mit Rücksicht auf das Bauprogramm aber (das Wehr war gegenüber den Arbeiten am Kanal etwas voraus) gelang es auch hier, mit einfachen Dämmen den Abschluss zu bewerkstelligen.

Die Verbindung mit dem Lande geschah durch eine provisorische Hilfsbrücke, deren Fahrbahn ziemlich tief lag, bedeutend tiefer als ein mittleres Hochwasser, deren Konstruktion aus einfachen Differingenträgern es aber erlaubte, die Fahrbahn bei drohendem Hochwasser in kürzester Zeit zu demontieren. Auf diese Art konnten die mitten im Fluss gelegenen zwei letzten Wehröffnungen ohne Schwierigkeiten ausgeführt werden (Bild 12).

Aus der kurzen Beschreibung des Bauvorganges ergibt sich die interessante Feststellung, dass dank dem Einsatz der heute zur Verfügung stehenden Baugeräte neue Möglichkeiten bestehen, in einfacher Weise Baugruben abzuschliessen, und dass darauf gezielt werden muss, das Bauprogramm so zu gestalten, dass möglichst grosse Baugruben auf einmal hergestellt werden können. Selbstverständlich findet dies seine Beschränkung bei den im Einzelfall vorhandenen, oft sehr beschränkten Durchflussmöglichkeiten für die Hochwässer während des Baues. Aber auch in dieser Beziehung scheint es mir, sollte man in Zukunft weniger ängstlich sein und grössere Risiken, d.h. die allfällige Ueberschwemmung einer Baugrube, in den Kauf nehmen⁵⁾. Es muss dabei nur dafür

⁵⁾ Vgl. Birsfelden, SBZ 1953, Nr. 33, S. 481

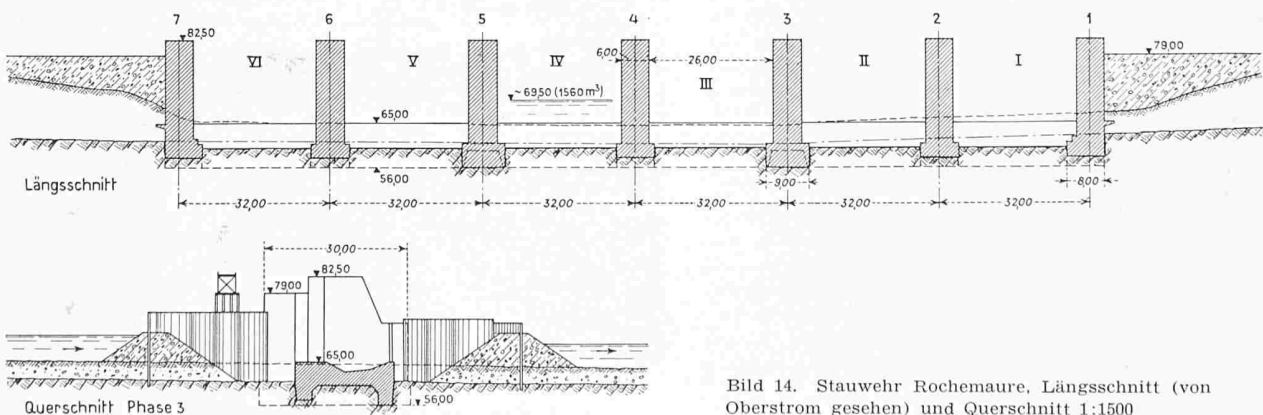


Bild 14. Stauwehr Rochemaure, Längsschnitt (von Oberstrom gesehen) und Querschnitt 1:1500

Bild 15. Kraftwerkanlage Montélimar, Lageplan 1:2000 des Stauwehres Rochemaure

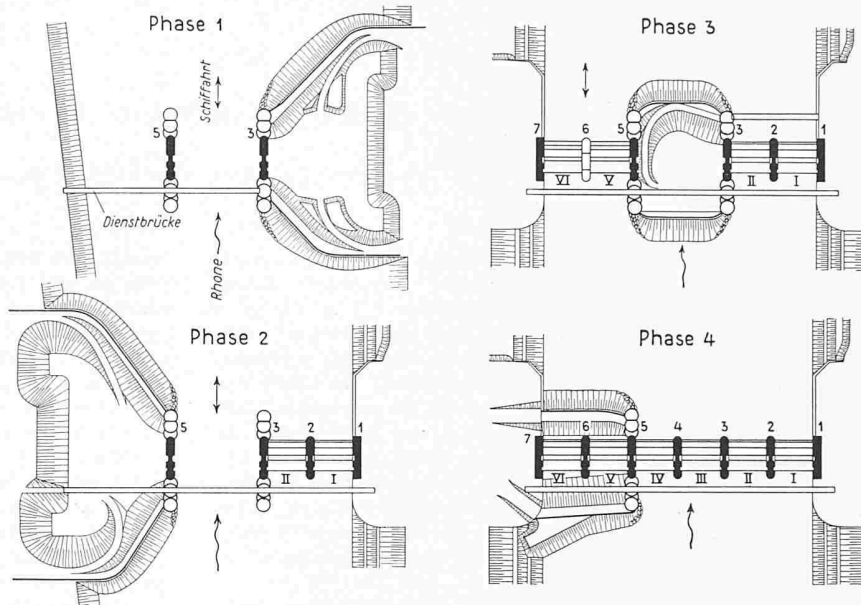
gesorgt werden, dass der durch das Füllen der Baugrube entstandene Schaden beschränkt bleibt. Die Geräte müssen beweglich bleiben, so dass sie rechtzeitig aus der Baugrube entfernt werden können. Die Fangdämme müssen so konstruiert werden, dass eine eventuelle Ueberflutung ihren Bestand nicht gefährdet (Schutz der Krone und Kolkenschutz durch reichliche Blocklagen oder Drahtwalzen). An den bereits erstellten Teilen des definitiven Bauwerkes dürfte der Schaden im allgemeinen klein sein ⁶⁾.

Im vergangenen Jahr ist mit dem Ausbau der oberhalb Donzère an der Rhone gelegenen Stufe Montélimar begonnen worden. Das betreffende Rhonewehr bei Rochemaure (Bilder 13 bis 15) zeigt gegenüber Donzère verschiedene Aenderungen. In erster Linie ist zu erwähnen, dass vom Bauherrn bzw. von den für die Schifffahrt kompetenten Organen auf die Forderung auf Freihaltung einer Schifffahrtsöffnung von rund 45 m auch nach Vollendung des Wehres verzichtet wurde. Ferner sind die Untergrundverhältnisse in Rochemaure bedeutend günstiger als in Donzère, liegt doch auf die ganze Länge Kalkstein vor, auf welchen Pfeiler und Schwelle abgestellt werden können. Das Wehr muss imstande sein, bei voll geöffneten Schützen 10 000 m³/s und beim Abschluss einer Oeffnung noch 8500 m³/s abzuführen.

Wiederum angestellte ausführliche Studien mit den entsprechenden verbindlichen Angeboten von Unternehmern und Lieferanten führten diesmal zu der Anordnung eines Hub-Haken-Wehres mit sechs Oeffnungen von im lichten 26 m bei einer Pfeilerbreite von 6 m und der erwähnten Stauhöhe von 12,0 m. Ueber den sehr gedrunghenen Pfeilerquerschnitt siehe S. 612.

Beim Studium der Baumethode hat man konsequent die Erfahrungen von Donzère angewendet. Als erste Arbeit wurden die Flusspfeiler 3 und 5 mittels Druckluft in der freien Rhone im Schutze von Spundwänden abgesenkt. Diese beiden Pfeiler, die den Fluss in drei etwa gleiche Teile auflösten, dienten in der Folge als Stützpunkte der Baugrubenabschlüsse. Der Bau benötigt für die sechs Oeffnungen nur drei Baugruben. Phase 1 umfasst die rechtsseitigen Oeffnungen, die total fertiggestellt wurden. Während der Phase 2 werden die linksseitigen Oeffnungen erstellt, aber dabei werden sowohl der Pfeiler 6 wie die Schwelle auf Kote 63, d. h. 2 m unterhalb der definitiven Schwellenkote, belassen, damit die Oeffnungen V und VI während der nächsten Phase 3 als Schifffahrtsöffnung dienen konnten. Damit wurde es möglich, auf eine eigentliche Schifffahrtsöffnung wie beim Wehr von Donzère zu verzichten.

Phase 3 erlaubt die Herstellung der mittleren zwei Wehröffnungen mit Pfeiler IV auf die endgültige Kote, und in Phase 4 schliesslich werden die Schwellen in den linksseitigen Oeffnungen 5 und 6 und der Pfeiler VI auf ihre endgültige



Höhenkote gebracht. Dabei müssen die Baugrubenabschlüsse auf den Vollstau dimensioniert werden, denn diese Abschlüsse dürfen erst dann erstellt werden, wenn die Schifffahrt durch den zukünftigen Kanal geleitet werden kann.

Sämtliche Baugrubenabschlüsse bestehen aus einfach geschütteten Steindämmen mit einfacher Spundwand als Dichtungsdiaaphragma. Die Schwierigkeit bei dieser Anordnung besteht immer im Anschluss dieses Dammes an den entsprechenden Wehrpfeiler. Der Damm benötigt eine gewisse Basisbreite und deshalb muss die Dammkrone etwas vom Wehrpfeiler weg liegen. Dies ist auch deshalb nötig, weil der Sickerweg an dieser Stelle am kürzesten und damit die hydraulische Grundbruchgefahr am grössten ist. Aus dem Grundrissplan ist die getroffene Lösung ersichtlich. Sie besteht aus einer provisorischen Verlängerung der entsprechenden Wehrpfeiler 3 und 5 durch Anordnung von drei bis vier Zellen und Anschluss des geschütteten Dammes an die äussersten Zellen. Die in Strommitte gelegenen zwei Oeffnungen werden wiederum durch eine einfache Dienstbrücke erreicht. Die gewählte Anordnung gestattet das Arbeiten mit Grossgeräten und hat es ermöglicht, bis heute Phase 1 und 2 programmgemäss auszuführen.

Die Hochwasser vom Januar 1955, die in ganz Frankreich viel Unheil anstifteten, verschonten auch die Baustelle Rochemaure nicht. Am 19. Januar erreichte das Hochwasser 6300 m³/s, eine ganz selten beobachtete Wassermenge. Erschwerend wirkte der Umstand, dass die ganze Hochwasserperiode sehr lange dauerte. Bereits am 13. Januar wurden 4000 m³/s überstiegen und erst Ende Januar wieder unterschritten. Während zwölf Tagen überschritt das Hochwasser 5000 m³/s. Die rechtsseitige Baugrube wurde überflutet.

Die konsequente Durchführung des Gedankens der direkten Verbindung zwischen Ufer und Baugrube hat auch dazu geführt, dass die übliche Anordnung mit zwei Dienstbrücken, einer oberwasserseitigen und einer unterwasserseitigen, wie sie noch in Birsfelden angewendet wurden, fallen gelassen werden konnte. Der Längstransport wird durch eine einzige Dienstbrücke besorgt, welche benötigt wird nicht so sehr für die Ausführung des tiefbaulichen Teils als für die Zufuhr und die Montage der Stahlkonstruktion und die Windwerke der Wehre. Ein Kabelkran überspannt die ganze Wehrbaustelle und sorgt für die rasche Zufuhr von Beton, Rund-eisen und Schalung. Unterstützung erhält der Längstransport durch Pneufahrzeuge, die auf dem bereits erwähnten Wege zu den einzelnen Arbeitsstellen gelangen können.

⁶⁾ Das Projekt und die Detailbearbeitung des tiefbaulichen Teiles der Wehranlage bei Donzère, sowie der folgenden bei Rochemaure wurden durch die AG. Conrad Zschokke besorgt, welche auch während der Bauausführung als beratendes Organ des Unternehmers wirkte und in dieser Eigenschaft die Baumethoden und das Bauprogramm im einzelnen zu studieren hatte. Das Projekt und die Pläne für die Schützen für das Wehr bei Donzère wurden durch ein Konsortium der Firmen AG. Conrad Zschokke, Döttingen und Buss AG., Pratteln, entworfen und werkstattgerecht bearbeitet und von Prof. Dr. F. Stüssi als Experte geprüft.