

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 67 (1949)  
**Heft:** 13

**Artikel:** Die Foundationen für Stauwehr und Wasserfassung des Rhonekraftwerks Lavey  
**Autor:** Spaeni, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-84030>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

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



linken Widerlager (natürlicher Flussboden) sehr stark zu armieren. Zum Schliessen der Fugen wurde der Beton unter Wasser in drei verschiedenen Etappen eingebracht. Vorerst erfolgte nach dem Absenken der Pfeiler- und Schwellencaissons das Schliessen der einzelnen Fugen durch Rammen von eisernen Spundbohlen und Aushub des Kiesel bis auf die gewollte Fundationskote. Hierauf konnte der Beton unter Wasser für die erste Etappe mit Hilfe eines 20 m langen Rohres von 25 cm  $\varnothing$  eingebracht werden. Die Zementdosierung betrug 400 kg/m<sup>3</sup>, das Kies-Sandgemisch entsprach der Bolomey-Kurve. Unmittelbar darauf wurden zwei weitere Spundwände im Abstand von 60 bis 80 cm von der ersten Spundwand bis auf die Höhe des eingebrachten Betons der Etappe 1 gerammt und die erforderlichen Dichtungsarbeiten durch einen Taucher ausgeführt. Das Betonieren dieser Wände unter Wasser (Etappe 2) hatte sehr sorgfältig zu erfolgen, da entsprechend dem kleinen Grundriss (rd. 0,50 m<sup>2</sup>) und der grossen Höhe (rd. 16 m) dieser Objekte die Steighöhe des frisch eingebrachten Betons pro Zeiteinheit gross und damit der Betondruck auf die Spundwände ebenfalls gross war. Es musste daher etappenweise in Schichthöhen von 3 bis 4 m betoniert werden. Nach drei Tagen hatte der Unterwasserbeton genügende Festigkeit erreicht, so dass das Wasser in der Baugrube abgepumpt werden konnte. Der unter Wasser eingebrachte Beton erwies sich dabei trotz der geringen Stärke der seitlichen Wände und dem grossen äusseren Wasserdruck (bis zu 16 m) als so dicht, dass mit einer kleinen Pumpe von 80 mm  $\varnothing$  die Baugrube trocken gehalten werden konnte. Nach dem Reinigen und Aufräumen der Betonflächen wurde die sehr dichte Rundeseisenarmierung verlegt. Der Armierungsgehalt betrug stellenweise bis zu 200 kg/m<sup>3</sup>. Um das Einbringen des 20 m langen Betonierrohres in dieser engmaschigen Armierung zu ermöglichen, musste eine kreisförmige Öffnung auf rd. 10 m Höhe offen gehalten werden. Nach Beendigung dieser Arbeiten wurde der Fugenschacht unter Wasser gesetzt und mit einem 16 m langen Rohr von 25 cm  $\varnothing$  betoniert. Der Zementgehalt betrug 400 kg/m<sup>3</sup>, der max. Korndurchmesser 30 mm, und das Kies-Sandgemisch entsprach der Bolomey-Kurve. Nach dem Abpumpen der Schwellenbaugrube wurden Probestücke dieses Unterwasserbetons aus dem Betonmassiv herausgebrochen. Sie wiesen eine vorzügliche Qualität in bezug auf Dichtigkeit und Festigkeit auf.

#### Wehrschwellen

Im Prinzip gestaltete sich die Ausführung der drei Wehrschwellen gleichartig. Nach Beendigung der Absenkung der Schwellencaissons im Schutze des Wellenbrechers und nach dem Schliessen der Fugen konnte mit den Bauarbeiten für die Schwellen begonnen werden. Um die Ausführung in offenen Baugruben zu ermöglichen, wurden auf die Schwellencaissons Absperrwände aus eisernen Spundbohlen gestellt, die sich mit Hilfe von rahmenartigen Einbauten auf die Pfeiler abstützten. Der Niveauunterschied zwischen dem Rhonewasserspiegel und dem abgepumpten Wasserspiegel in der Baugrube betrug bei NW 9 m, bei mittlerem HW 13 m. Dank den durchgeführten Zementinjektionen konnte der Wasserandrang verhältnismässig klein gehalten und die Grundbruchgefahr vermieden werden. Ein weiterer, für die

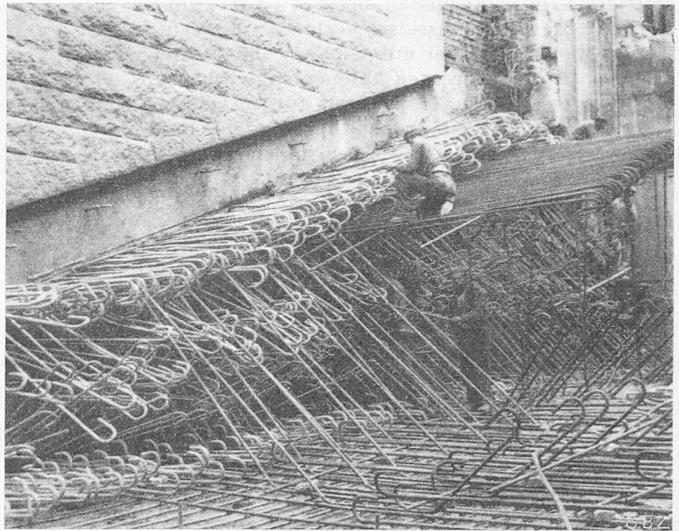


Bild 16. Blick in eine Schwellenbaugrube. Anschlussarmierung Pfeiler-Schwellenplatte

Wasserhaltung günstiger Umstand war der, dass das ganze Wehr in eine 3 bis 4 m starke Schicht von stark verfestigtem, lehmigem Moränenmaterial zu liegen kam, die etwa 16 m unter der Flussole angetroffen wurde. Die Durchführung der Injektionsarbeiten erfolgte auf folgende zwei Arten: 1. *Ramminjektionen*. Rings um die Schwellenbaugrube wurden in Abständen von rd. 4 m I-Pfähle von 20 m Länge, an denen je zwei 2"-Rohre angeschweisst waren, bis auf Kote 423 gerammt. Nach dem Injizieren des Baugrundes konnten diese I-Pfähle mit dem Pfahlzieher wieder gezogen werden. 2. *Injektionen der Caissonrigolen*. Beim Betonieren der Arbeitskammern der Pfeiler- und Schwellencaissons wurden 2"-Rohre einbetoniert, die im Abstand von 5 bis 6 m gleichmässig auf dem Umfang der Caissonschnitten verteilt lagen. Mit Hilfe von Verbindungsleitungen, die in den Kaminschächten montiert waren, konnten die Caissonrigolen nachträglich injiziert werden. — Nach dem Leerpumpen der Baugrube folgte der Materialaushub mit Hilfe von zwei auf Dienstbrücken installierten Turmdrehkränen.

Die Schwellenplatte ist stark mit Rundeseisen bewehrt, der

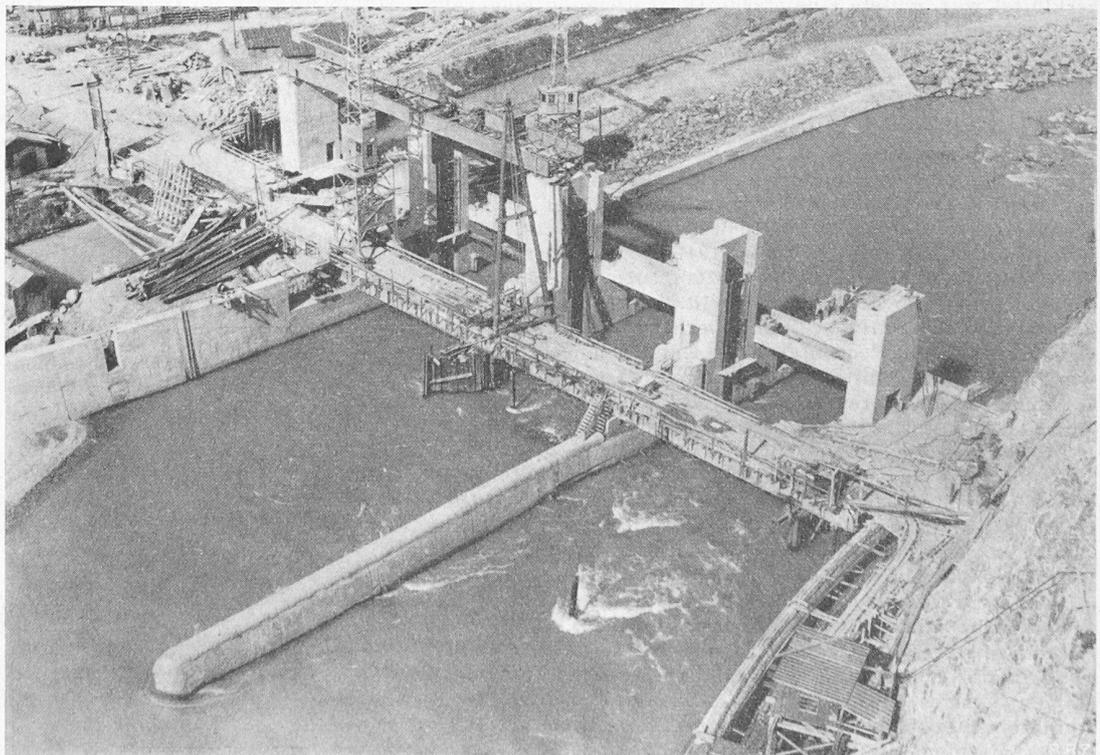


Bild 15. Das Stauwehr vom rechten Ufer aus gesehen. Die eigentlichen Bauarbeiten sind beendet. Montagearbeiten für die Windwerkbrücke

Phot. Bugarat & Paris, Lausanne

mittlere Armierungsgehalt beträgt rd.  $60 \text{ kg/m}^3$ . Sehr kräftige Anschlusseisen verbinden die Wehrpfeiler und Widerlager mit den Schwellenplatten zu einem einzigen grossen Rahmentragwerk, dessen rechtes Widerlager auf Fels fundiert, sämtliche übrigen Bauteile jedoch in normalem Flussboden gelagert sind (Bild 16). Die Zementdosierung des mit Hilfe der Turmdrehkrane eingebrachten Betons betrug in der stark armierten Zone  $300$  bis  $350 \text{ kg/m}^3$ , in schwach armierten Teilen  $250 \text{ kg/m}^3$ . Um das Schwindmass der etwa  $25 \text{ m}$  langen und im Mittel  $3,5 \text{ m}$  starken Schwellenplatte zu verkleinern, wurde in der Mitte der Platte quer durch die Schwelle eine Arbeitsfuge angeordnet und der Beton in zwei zeitlich getrennten Etappen eingebracht. Nach dem Versetzen der Granitabdeckquader konnte mit dem Montieren der Schützen- und Dambalkenführungen begonnen werden. Unmittelbar nach dem Einbetonieren sämtlicher Führungen wurde die Schwelle unter Wasser gesetzt und die Spundbohlen der Absperrwände und der Strombrecher gezogen, so dass die Rhone wieder freien Durchfluss hatte.

Glücklicherweise sind während der ganzen  $2\frac{1}{2}$  Jahre Bauzeit keine abnormalen Hochwasser in kritischen Bauphasen aufgetreten. Das einzige seit Jahrzehnten grösste Hochwasser vom September 1948 mit einer Abflussmenge von über  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$  setzte wohl die Baugrube für die Wehrschwelle 2 und die unterwasserseitige Dienstbrücke unter Wasser, richtete sonst jedoch keinen weiteren Schaden an. Die günstige Wasserführung der Rhone wirkte sich auch auf die Kolkbildung vorteilhaft aus; obwohl während verschiedener Baustadien der Durchflussquerschnitt infolge der Schwelleneinbauten auf  $\frac{2}{3}$  des normalen verengt war, traten keine schädlichen Kolke auf.

#### Bauausführung der Wasserfassung

Die Bauarbeiten für die Wasserfassung wurden in folgenden Etappen durchgeführt:

1. Felsabtrag des fast senkrecht abfallenden Felsmassivs oberhalb Kote 447 auf etwa  $70 \text{ m}$  Länge. Es wurden rund  $10\,000 \text{ m}^3$  Gneisfels weggesprengt.

2. Felsaushub unterhalb Kote 447 bis auf den Wasserspiegel der Rhone für die OW-seitige Einlauföffnung.

3. Felsaushub unter Wasserhaltung im Schutze eines stehengelassenen Felsriegels. Da der Gneisfels in dieser Zone stark zerklüftet war, musste eine starke Holzspriessung eingebaut werden. Durch schlitzzweises Ausbrechen des Felsens und sofortiges Betonieren der Zwischenpfeiler konnten Gewölbeinbrüche in dem zerklüfteten Gneis vermieden werden.

4. Nach Vollendung des Felsaushubes wurde auf dem stehengelassenen Felsriegel vor dem OW-seitigen Einlauf ein Betonfangdamm von rd.  $40 \text{ m}$  Länge errichtet. Im Schutze dieses Fangdammes konnte dann auch während der Sommerhochwasser das Einlaufbauwerk auf eine Länge von  $31 \text{ m}$  erbaut werden. Die zweite Hälfte des Einlaufbauwerkes, ebenfalls  $31 \text{ m}$  lang, wurde im Winter 1947/48 zusammen mit der Wehrschwelle 3 in einer grossen Baugrube im Schutze des Wellenbrechers der Oeffnung 3 erstellt. Das Schalen, Armieren und Betonieren der Haupt- und Zwischenpfeiler und der Auflagerbalken für die Rechentafeln der Geschwemmselrinne war, wie bei allen Einlaufbauwerken mit grossen Abmessungen, schwierig. Als weiterer erschwerender Umstand trat hinzu, dass das Einlaufbauwerk bogenförmig angeordnet ist (Bild 17).

5. Parallel zu diesen Bauarbeiten wurde mit dem Felsaushub für die beiden Einlaufstollen weitergefahren. Im Berginnern erwies sich der Gneis als sehr standfest, so dass mit einem Sohlvortriebstollen und dessen nachträglicher Ausweitung das ganze Profil ohne jeden Einbau herausgesprengt werden konnte. Die komplizierte Form der zwei Einlaufstollen mit einem rechteckigen Querschnitt von  $24 \text{ m}$  Breite und  $4,50 \text{ m}$  Höhe unmittelbar hinter dem Rechen (Bild 18) und einem kreisförmigen Querschnitt von  $7,75 \text{ m}$   $\varnothing$  beim Uebergang in das Normalprofil,  $100 \text{ m}$  im Berginnern, erforderte ein sorgfältiges Heraussprengen der Profile. Durch die installierten Pumpen wurde das eindringende Rhone- und Bergwasser aus dem Stollen in die Rhone gepumpt. Der tiefste Punkt des Stollens liegt in  $100 \text{ m}$  Entfernung von der Rhone  $4 \text{ m}$  unter dem NW-Spiegel und  $9 \text{ m}$  unter dem HW-Spiegel.

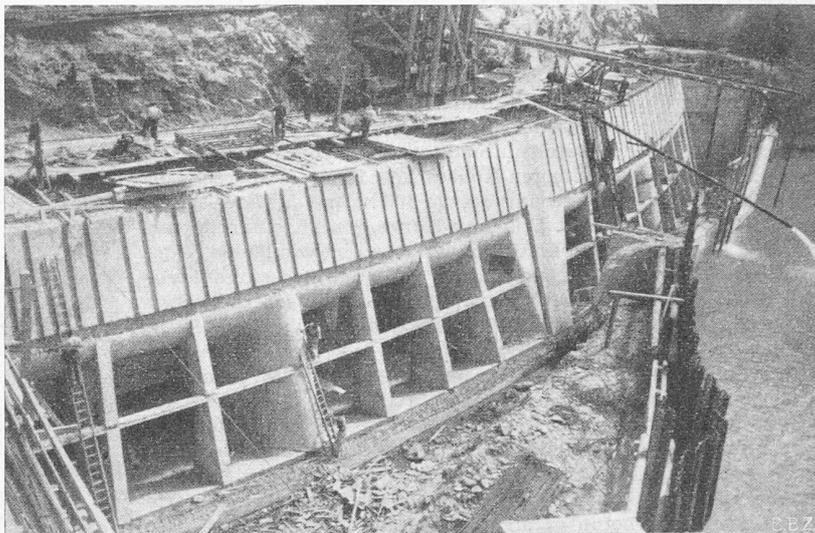


Bild 17. Wasserfassung, Baugrube für die Erstellung des Einlaufbauwerkes

Das Schalen dieser zwei Tunnelleinläufe von je  $100 \text{ m}$  Länge, wobei jeder Meter ein anderes Profil aufwies, gestaltete sich schwierig. Hinzu kam noch, dass zwischen die Schalung und den Fels eine starke Armierung einzubringen war, wobei der Zwischenraum Schalung-Fels im Mittel nur  $40$  bis  $60 \text{ cm}$  betrug. Der Beton für die Sohlenverkleidung wurde normal eingebracht und mit elektrischen Pervibratoren vibriert. Das Einbringen des Betons für die Widerlager und das Gewölbe erfolgte mit einer Betonpumpe, wobei Betonetappen bis zu  $10 \text{ m}$  in einem Arbeitsgang ausgeführt wurden. Die Qualität des Betons, der eine Dosierung von  $350 \text{ kg}$  Portlandzement pro  $\text{m}^3$  Beton aufwies, war, trotzdem er ziemlich plastisch eingebracht wurde, eine gute.

#### Verschiedenes

##### Rhonekorrektur

Auf eine Länge von  $300 \text{ m}$  oberhalb und rund  $250 \text{ m}$  unterhalb des Wehres wurde das Rhonebett durch Baggerungsarbeiten korrigiert, um möglichst günstige Durchfluss- und Abflussverhältnisse zu schaffen. Zum Schutze der Uferböschung brachte man eine kräftige Blocklage von  $1$  bis  $4 \text{ t}$  schweren Blöcken ein (Bild 19). Das Rhonebett oberhalb der Wehrschwelle 3 im Bereich der Wasserfassung und der Leitmauer ist durch eine Blocklage von  $2 \text{ t}$ -Blöcken gegen Kolkwirkungen geschützt.

##### Herstellen und Verarbeiten des Betons

Die Betonkubatur für das Stauwehr einschliesslich Installationen betrug  $34\,000 \text{ m}^3$ , für die Wasserfassung  $6\,000 \text{ m}^3$ , total  $40\,000 \text{ m}^3$ . Hiervon wurden  $2\,400 \text{ m}^3$  unter Druckluft und  $1\,500 \text{ m}^3$  unter Wasser eingebracht. Das Kiessand-Material konnte rund  $2 \text{ km}$  oberhalb der Baustelle aus der Rhone gebaggert und mit Camions in die Aufbereitungsanlage transportiert werden. Nach dem Brechen, Waschen und Sortieren erfolgte der Transport von Kies und Sand mit einer Seilbahn auf die Deponie. Ein etwa  $60 \text{ m}$  langer Tunnel unter dieser Deponie, bestehend aus einer soliden Holzkonstruktion, in welchem für die verschiedenen Komponenten Schnauzen eingebaut waren, ermöglichte das Abfüllen der Rollwagen. Ein Rollbahngleis führte die gefüllten  $750 \text{ l}$ -Wagen direkt zu

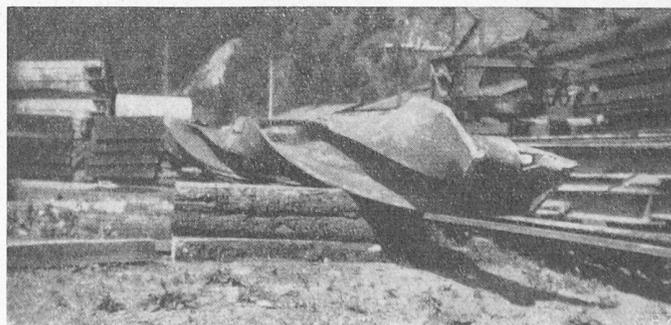


Bild 20. Verdrehter I-Pfahl als Folge schwieriger Bodenverhältnisse

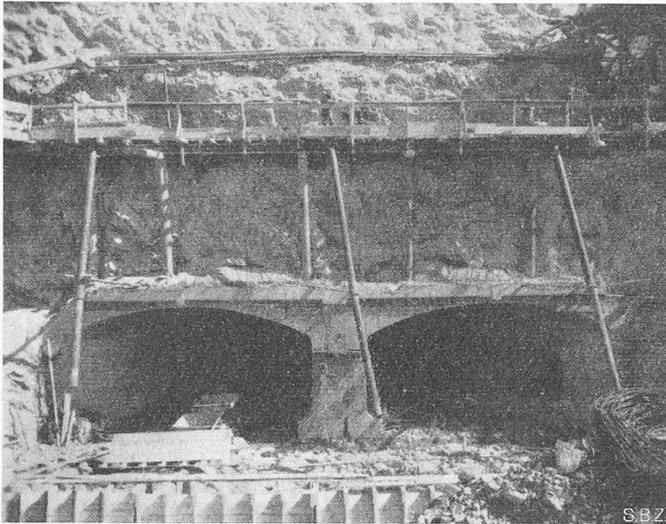


Bild 18. Blick in die Eintrittsöffnung, unmittelbar hinter dem Rechen



Blick 19. Rhonekorrektur. Sicherung der Ufer durch eine Blockschüttung mit der Neigung 2: 3

den zwei 670 l-Betonmaschinen, von wo aus der Beton auf mehreren Rollbahngleisen in die verschiedenen Bauobjekte verteilt wurde. Das Kiessandgemisch bestand aus drei Komponenten mit folgenden Kornabstufungen:

0 ÷ 8 mm	34 % (Volumen)
8 ÷ 30 mm	35 % (Volumen)
30 ÷ 60 mm	31 % (Volumen)

Die Qualität des mit normalem Portlandzement hergestellten Betons war, wie die fortlaufend auf der Baustelle durchgeführten und von der Ingenieurschule in Lausanne geprüften Betonproben ergaben, eine sehr gute. Aller Beton wurde mit elektrischen Pervibratoren von 70 und 100 mm Ø vibriert. Tabelle 2 gibt eine gute Uebersicht über die nach 28 Tagen erreichten Druckfestigkeiten.

Tabelle 2: Festigkeiten der Probewürfel 20 × 20 × 20 cm

Dosierung	Baustelle Lavey	S. I. A.-Norm
P 250	310 kg/cm <sup>2</sup>	220 kg/cm <sup>2</sup>
P 300	360 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>
P 350	400 kg/cm <sup>2</sup>	380 kg/cm <sup>2</sup>

Das Betonieren im Winter ergab bei diesem Wehrbau keine ungewöhnlichen Schwierigkeiten, da beide Winter 1946/47 und 1947/48 verhältnismässig mild waren. Der Betonierbetrieb musste nur wenige Tage wegen zu grosser Kälte eingestellt werden. Die einzelnen Objekte, wie Senkkasten, Pfeileraufbauten, Ufermauer, Schwellenplatten wiesen relativ grosse Betonabmessungen auf, so dass auch bei Temperaturen von - 6° betoniert werden konnte unter Einhaltung der üblichen Vorsichtsmassnahmen, wie Heizen unter der Betonmaschine, Einführen von Dampf in die Mischtrommel, Abdecken des Betons während dem Transport auf die Arbeitsstelle und nach dessen Einbringen, Heizen in Kokskörben, um durch eine Warmluftschicht über dem frisch eingebrachten Beton eine zu rasche Abkühlung desselben zu vermeiden.

Rammen und Ziehen der Spundbohlen

Für die verschiedenen Baugruben, Strombrecher usw. wurden total 750 t eiserne Spundbohlen und I gebraucht.

Das Rammen erfolgte mit 3 t Demag- und 2 t Pajot-Druckluftschlämmern, das Ziehen mit 3 t Demag-Pfahlziehern. Diese Ramm- und Ziehschlämmern haben sich auch bei diesem schwierigen Baugrund als ausserordentlich leistungsfähig erwiesen (Bild 20).

Installationen

Als hauptsächlichste Bauplatzinstallationen sind zu erwähnen: Eine Kiesaufbereitungsanlage mit einer Leistung von 150 m<sup>3</sup>/10 h, mit welcher total rd. 50 000 m<sup>3</sup> Betonkies aufbereitet wurden.

Für die pneumatischen Fundationsarbeiten, das Rammen und Ziehen und den Felsaushub waren in einem Kompressorenhaus folgende Kompressoren installiert: Vier Kompressoren mit einer Leistung von 40 m<sup>3</sup>/min Druckluft bis zu 2 atü, weitere vier Kompressoren mit einer Gesamtleistung von 40 m<sup>3</sup>/min Druckluft bis zu 7 atü, ferner ein Kompressor für die Erzeugung von Druckluft bis zu 12 atü. Um die Sicherheit der Arbeiter unter Druckluft auch bei Stromunterbruch zu gewähr-

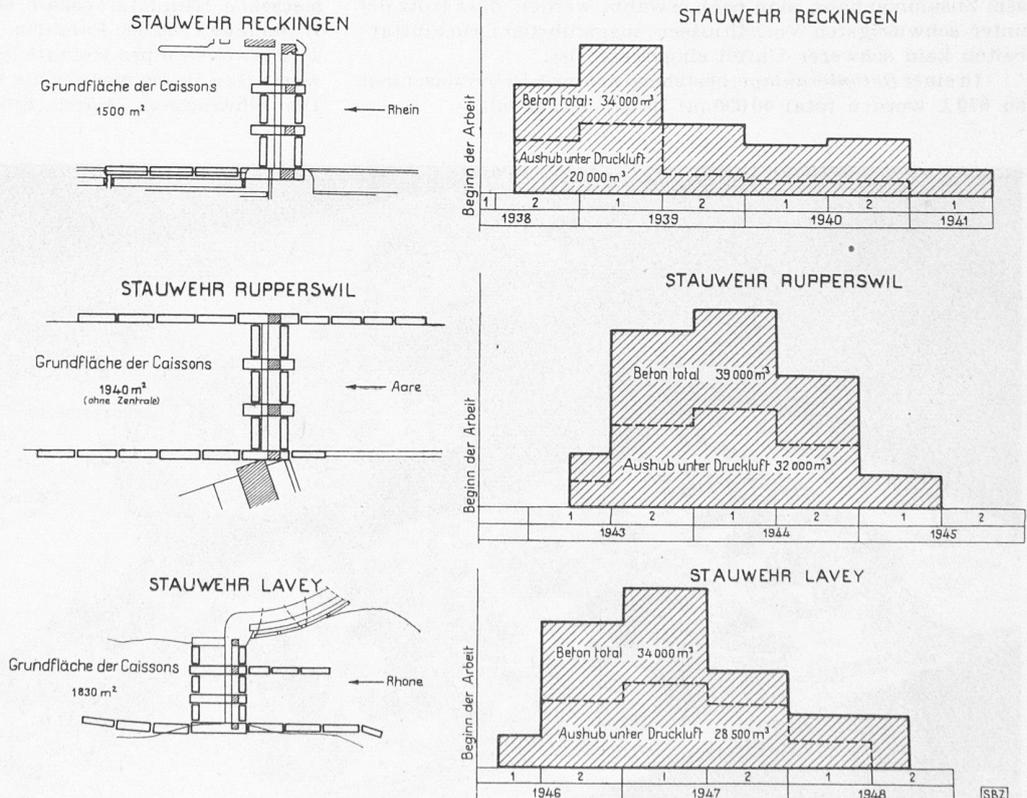


Bild 21. Vergleich der Wehranlagen dreier schweizerischer Flusskraftwerke hinsichtlich Arbeitsumfang und Bauzeit

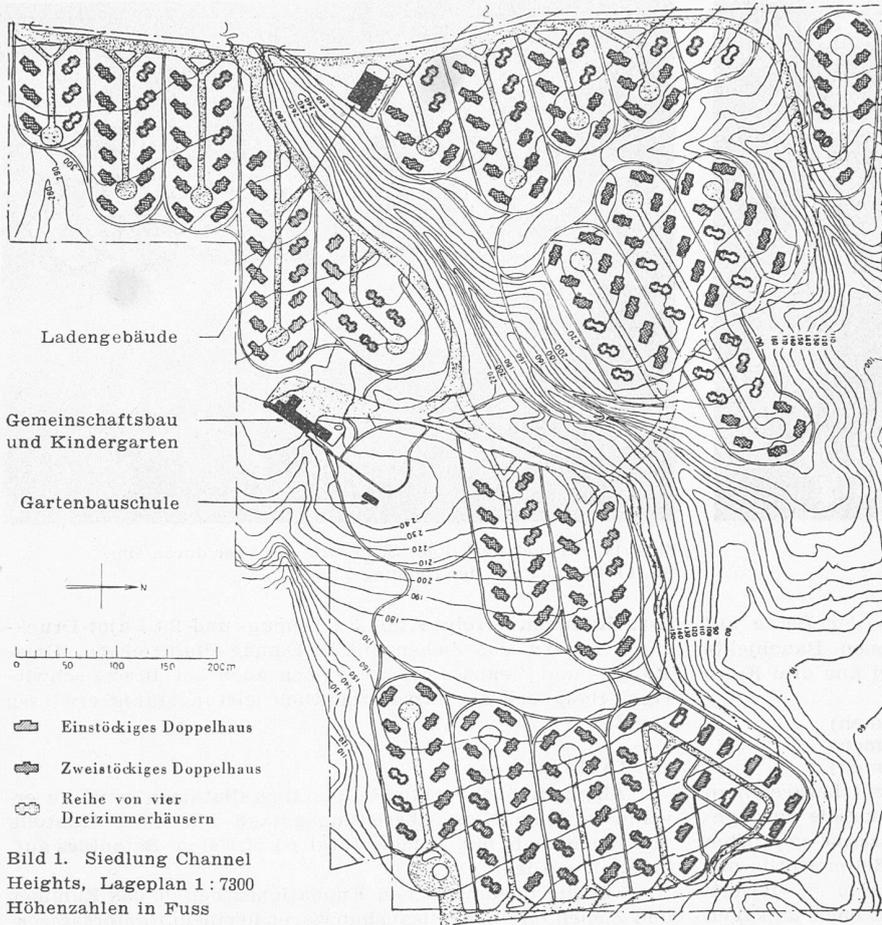


Bild 1. Siedlung Channel Heights, Lageplan 1:7300  
Höhenzahlen in Fuss

leisten, wurde dem Kompressorenhaus eine Reserveanlage, bestehend aus einem Generator und einem Dieselmotor, angefügt. Eine Krankenschleuse, wie sie von der Firma Locher & Co. bereits auf verschiedenen Kraftwerkbaustellen mit Erfolg verwendet wurde, ermöglichte auch auf dieser Baustelle, die auftretenden Fälle von Caissonkrankheit zu heilen. In diesem Zusammenhang mag noch erwähnt werden, dass trotz der unter schwierigsten Verhältnissen ausgeführten Druckluftarbeiten kein schwerer Unfall eingetreten ist.

In einer Betonieranlage, bestehend aus zwei Betonmaschinen zu 670 l, wurden total 40 000 m<sup>3</sup> Beton hergestellt.

Für die Bauarbeiten in der Rhone sind folgende Installationen verwendet worden: Umfangreiches Druckluftinventar, wie Schleusen, Kamine, Betonschleusen usw.; zwei Dienstbrücken aus Vollwandstahlträgern von je 60 m Länge; drei Turmdrehkrane, zwei Derricks; umfangreiches Rollmaterial, Bagger und Motorkipper.

Für die Belegschaft, die im Mittel 270 Mann, in der Bauperiode 1947/48 350 Mann betrug, sind zahlreiche gut eingerichtete Baracken für Unterkunft und Verpflegung erstellt worden.

Zum Schluss zeigt Bild 21 noch einen Vergleich jüngster Schweizerischer Flusskraftwerk-Baustellen hinsichtlich Arbeitsumfang und Bautempo.

## Neuere Arbeiten von Architekt Richard J. Neutra, Los Angeles

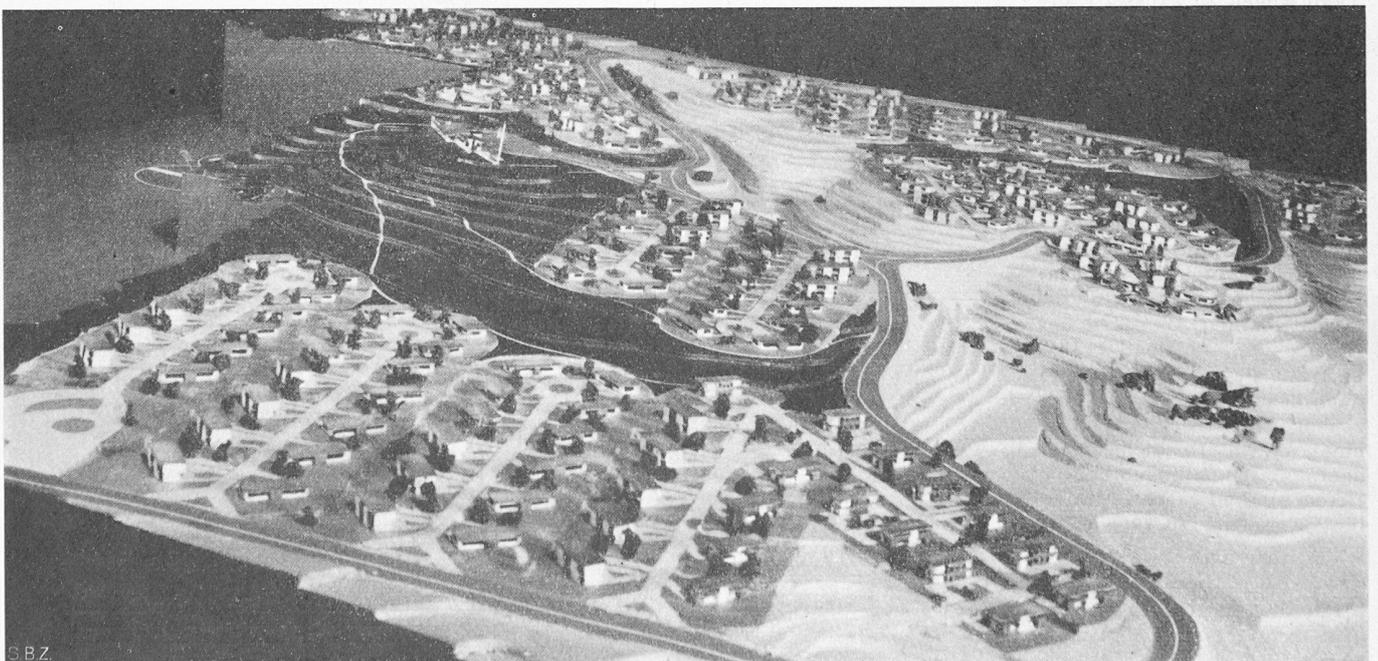
Von RICHARD HEYKEN, Zeitz  
DK 72.071.1 (Neutra)

(Fortsetzung von Seite 24)

### 2. Die Siedlung Channel Heights

Angesichts der überragenden Bedeutung Rich. J. Neutras als bahnbrechender Architekt und Wohnreformer darf man von jedem neuen Werk aus seinem Atelier erwarten, dass es in technischer und kultureller Beziehung jedem baulich oder auch nur allgemein am Wohnungswesen Interessierten etwas zu sagen hat. Seine Bauten weisen eine gewisse Frische auf und sind kompromisslos den modernen Baumaterialien angepasst. Seine Gestaltungselemente sind einfach; sie werden konsequent angewandt.

Auch die Siedlung Channel Heights, die 1942, also während des Krieges, für Rüstungsarbeiter errichtet wurde, trägt diese Merkmale. Sie liegt im weitem Stadtbezirk von Los Angeles in erhöhter Lage an der kalifornischen Küste. Der schöne Ausblick auf den Ozean wurde bei der Aufstellung des Generalbebauungsplanes berücksichtigt und der rd. 70 ha messende Bauplatz deshalb sehr locker überbaut. Er enthält Wohnungen für 600 Familien, was einer Wohndichte von etwa 35 Einwohnern pro Hektare entspricht. Die Nähe der Schiffsverft San Pedro war für die Wahl des Geländes massgebend. Die schwierigen Geländebeziehungen hat man in Kauf ge-



SBZ

Bild 2. Ansicht des Modells aus Nordosten

Alle Photos von J. Schulman, Los Angeles