

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 95/96 (1930)
Heft: 20

Artikel: Ausführungstechnisches zum Wehrbau für das Rhone-Kraftwerk Chancy-Pougny
Autor: Blattner, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-44096>

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: 15.03.2025

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

INHALT: Ausführungstechnisches zum Wehrbau für das Rhone-Kraftwerk Chancy-Pougny. — Von der II. Weltkraft-Konferenz, Berlin 1930. — Kleinwohnungsbau in Zürich (mit Tafeln 9 bis 12). — Ueber den Ersatz der in der Schweiz benötigten Brennstoffe durch hydro-elektrische Energie. — Mitteilungen: Der Einfluss der Lage-

rung auf die Eigenschaften von Normenzementen. Der Vorgang der Blitzbildung bei Gewittern. Limmat-Kraftwerk Wettingen. Basler Rheinhafenverkehr. Akustischer Konzert- und Vortragssaal mit veränderlichem Volumen. — Nekrologe: Jac. Rehfuss. Alphonse Zollinger. Ernst Burkhard. — Mitteilungen der Vereine.

Band 96

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 20

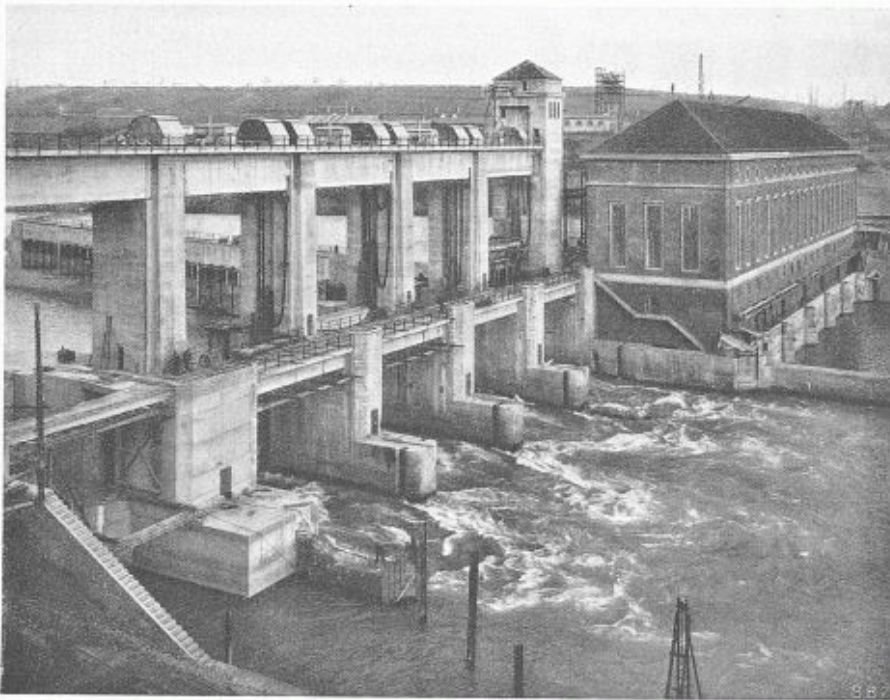


Abb. 10. Ansicht des Wehres von der Unterwasserseite, gegen das Maschinenhaus.

18. Nov. 1924.

Ausführungstechnisches zum Wehrbau für das Rhone-Kraftwerk Chancy-Pougny.

Von Oberingenieur H. BLATTNER, Locher & Cie., Zürich.

(Schluss von Seite 265.)

Das Haupt der am rechten Ufer gelegenen Schiffschleuse ist in offener Baugrube erstellt worden. Die Abschlüsse aus Larssenspunddielen banden am Ufer in die Böschung ein; am Trennungspfeiler zwischen Wehr- und Schiffschleuse wurden betonierte Stopfkasten erstellt. Der Wasserzufluss war sehr gering.

An die rechtsseitige, hinter der Spundwand erstellten Ufermauer, schliessen sich zwei Ufermauer-Caisson an, in die die ErdleitungsKanäle samt den Erdungsplatten angebaut sind. Aus Ersparnisrücksichten sind zwischen den beiden Caissons und dem im Trockenem erstellten Ufermauerstück 4 m breite Fugen offen gelassen worden, die durch Larsseneisenabschlüsse gegen Kolkgefahr gesichert wurden. Anschliessend an die Ufermauer folgt eine Ufersicherung in Form von Steinkisten, die sich gegen das Schienen-Leitwerk eines Schiffspasses lehnen.

Da die Sperre auf beiden Ufern an die wasserdurchlässigen steilböschigen Kiesterrassen angelehnt werden mussten, waren besondere Vorsichtsmassregeln nötig, um seitliche Wasserdurchbrüche um das Wehr und das Turbinenhaus zu vermeiden. Während der linksufrige Talabschluss als gewöhnlicher Betonsporn mit Hilfe gewöhnlicher Getriebezimmern auf den undurchlässigen Mergel hinunter getrieben werden konnte und die Geländeformation von Anfang an seitlich ein genügend tiefes Einbinden des Sporns in die Kiesterrassen erlaubte, waren auf dem französischen Ufer die Verhältnisse nicht so günstig, da unmittelbar neben der Schiffschleuse, auf Höhe der obren Wehrbrücke, die Linie der P. L. M. Genf-Bellegarde auf der Uferböschung selbst liegt (Abb. 2 auf Seite 263). Wasserdurchbrüche wären deshalb an dieser Stelle, schon

wegen der Bahn, äusserst gefährlich gewesen, und da das Tracé die Erstellung des Sporns im Tagbau nicht ohne weiteres gestattete, mussten rd. 20 m davon im bergmännischen Verfahren ausgeführt werden. Es wurde zu diesem Zweck zuerst ein kleiner Stollen in die Uferlehne vortrieben, und von dort aus konnte dann der Schlitz bis auf die wasser-dichte Felsformation heruntergeteuft werden. Da man in einer bestimmten Höhe auf Grundwasser stiess, musste das letzte Drittel des Aushubes mit Wasserhaltung durchgeführt werden. Auf der Sohle angelangt, sind dann alle Quellen sorgfältig gefasst und die Drainageleitungen mit Steigröhren versehen worden. Darauf erfolgte das Betonieren des Sporns mit einem sehr dichten Beton bis über Grundwasser und unter ständigem Ausbau der Getriebezimmern. Nach Erhärtung dieses Beton wurden die Drainagen unten geschlossen, das ganze System mit Mörtel ausgepresst und die Mauer bis auf Höhe der Stollensohle betoniert. Der Stollen selbst ist nicht zubetoniert worden, weil man sich für den Fall, dass der Dichtungsporn sich als zu kurz erweisen sollte, die Möglichkeit sichern wollte, diesen vom Stollen aus noch weiter vorzutreiben. Nach erfolgtem Einstau erwies sich aber der Talabschluss als vollkommen dicht und der Stollen, der sicherheitshalber ausgemauert worden war, dient heute als Magazin.

Die Trennungsmauer zwischen Maschinenhaus und Wehr, sowie der Verlängerungsporn stromabwärts ist ebenfalls, wie schon früher bemerkt, pneumatisch fundiert; sie besteht aus acht massiven Betoncaissons (C und E in Abb. 4), die, auf einer Schüttung erstellt, bis 12 m tief in den Mergel- und Molassefelsen abgesenkt wurden, wobei die letzten 4 m als Sporn unter der Caissonschneide aufgehoben worden sind. Die Fugen dieser Caissons mussten ebenfalls gedichtet werden, da das Turbinenhaus samt dem Turbinenauslaufkanal in offener Baugrube erstellt ist und diese Caissons einen Teil des Abschlusses gegen die Rhone bildeten. Sämtliche Fugen wurden, nachdem sie mit Larssenspunddielen abgeschlossen waren, vom Caisson aus geleert und nachher mit dem Rohr ausbetoniert.

Weitere vier Caissons, ebenfalls als leicht armierte, massive Betoncaissons ausgebildet und auf einer Planie erstellt, sichern die linksseitige Ufermauer, wo sie als Uebergangskurve aus dem Auslaufkanal nach der normalen Flussuferböschung einbiegt und Kolkgriffen ausgesetzt ist. Die Ufersicherung weiter flussabwärts wird dann durch eine Betonblockschüttung übernommen.

Das Einlaufbauwerk (Abb. 2 und 11), das aus einer zur Stromrichtung schräg gestellten Einlaufschwelle und einer zur Aufnahme der Rechenputzmaschine bestimmten, als Tauchwand ausgebildeten Eisenbetonbrücke besteht, gegen die sich der eiserne Grobrechen lehnt, ist zum Teil in offener Bauweise, zum Teil in Druckluft gegründet worden. Der an das Widerlager links anschliessende Einlaufschwelleinteil besteht aus zwei massiven Eisenbetoncaissons (P_1, P_2 in Abb. 4) von je $4,0 \times 16,40$ m, auf die die

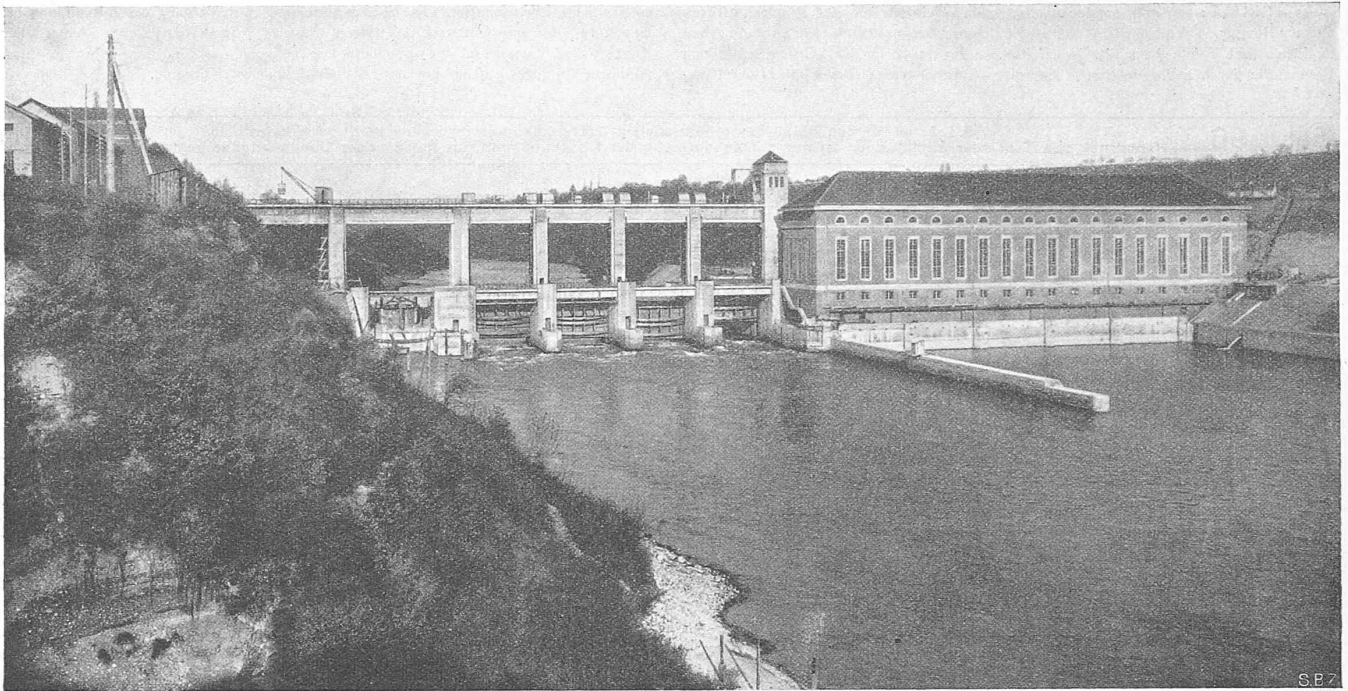


Abb. 11. Gesamtbild der Unterwasserseite vom Wehr und Maschinenhaus, vom französischen Ufer aus.

18. November 1924.

Schwellenkörper aufgesetzt sind. Der übrige Teil wurde im Schutze von Larssenwänden mit offener Wasserhaltung fundiert, doch sind die daraus erzielten Ersparnisse verhältnismässig recht bescheiden geblieben.

Es wäre nur noch eine kurze Schilderung der Installationen zu geben. Da Wehr und Turbinenhaus in einer Interessengemeinschaft der beiden Firmen Société Générale d'Entreprise in Paris und Locher & Cie. in Zürich ausgeführt wurde, wobei die technischen Verantwortungen nur intern nach den beiden Bauobjekten getrennt blieben, da die Société Générale das Maschinenhaus, Locher & Cie. das Wehr und sämtliche pneumatisch erstellten Uferschutzbauten ausführten, konnten gewisse allgemeine Installationen für beide Objekte gemeinsam projektiert werden. Es betrifft dies vor allem die Kies- und Betonaufbereitungsanlage, die Hauptreparaturwerkstätten und die Reservekraftanlage.

Die Betonaufbereitungsanlage am linken Ufer und am Hang aufgestellt, bestand aus drei Betonmischmaschinen, System Oehler, von je etwa 100 m³ Leistung in 10 h. Ueber jeder Maschine waren je zwei Materialsilos angeordnet, der eine für Feinkies und Sand, der andere für Grobkies. Die Siloschnauzen gaben das Material in kippbare Messgefässe ab, Zement und Wasser wurden direkt in dem Schüttrichter der Betonièrè zugemessen. Das Zementmagazin, seitlich aufgestellt, erlaubte die einfache horizontale Zufuhr der Säcke auf Höhe des Schüttrichters der Mischer.

Das Kies- und Sandmaterial, das aus dem Baggeraushub des Maschinenhauses gewonnen und in hölzernen Kippwagen auf Zufahrtswagen durch Lokomotiven zugeführt wurde, konnte auf einem besondern Kippgerüst in genügender Höhe über der Kiesaufbereitungsanlage gekippt werden. Dabei fiel es entweder direkt auf einen verstellbaren Grobsortierrost oder wurde, wenn aus dem weiter zurückliegenden Kiesdepot kommend, mittels Transportbändern auf diesen geschafft. Die Kiesbollen gelangten in einen Vorsilo, aus dem sie in Kippwagen abgelassen und dem ebenfalls seitlich auf der selben Höhe aufgestellten Steinbrecher zugeführt werden konnten. Das Betonierkies passierte ebenfalls einen Vorsilo, an dessen unterem Ende ein Aufgabearrangement die Beschickung der drei Wasch- und Sortiertrommeln (System von Roll) besorgte. Die Leistung dieser Einheiten war genau der Leistung der unter ihnen liegenden Betonmischer angepasst. Aus dem

Sortiertrichter fiel das Material nach zwei Korngrössen getrennt in die schon erwähnten Hauptsilos. Vom Steinbrecher wurde das Brechkies mittels Kippwagen auf einem horizontalen Geleise dem Grobkies silo zugeführt. Die gesamte Zufuhr des Zementes zum Magazin erfolgte durch Motorlastwagen, von denen die Säcke auf Holzrutschen direkt ins Magazin befördert werden konnten.

Der Beton wurde an den Maschinen in 500 l fassende eiserne Kippwagen abgezogen und durch Benzintraktor vollkommen horizontal über eine hölzerne Zufahrtbrücke entweder auf die Gerüstbrücken des Turbinenhauses oder die eisernen Dienstbrücken des Wehres befördert. Da sowohl im Maschinenhaus, als auch am Wehr die zu leistenden Hauptbetonkubaturen unterhalb der Schienenhöhe des oben erwähnten Betonzufahrtgeleises lagen, konnte von dort für den Betontransport in weitgehendem Masse die Schwerkraft verwendet werden und der Beton gelangte in der Hauptsache auf mit Blech beschlagenen Rutschen auf die endgültige Verwendungstelle.

Die Hauptreparaturwerkstätte mit grosser Schmiede, Schlosserei und Dreherei lag an der Hauptzufahrtstrasse auf dem Installationsplatz neben dem Turbinenhaus.

Da mit Stromunterbrüchen aus der Zentrale Bellegarde gerechnet werden musste und die Pumpen der Baugrube des Turbinenhauses und der Schwellen, sowie die Kompressoren der Caissondruckluftanlage kontinuierlichen Betrieb erfordern, erstellte die Bauleitung auf dem französischen Ufer, als Anbau zur Transformerstation die den ankommenden Strom von 15000 V auf 500 V herabsetzte, eine Dieselkraftreserve von 300 PS Leistung. Diese Anlage, die in 3 min Strom abgeben konnte, hat während des Baues unschätzbare Dienste geleistet, da Stromunterbrüche auf der Hauptlinie sehr häufig waren.

Der Installationsplatz der Firma Locher & Cie., auf einer Hochebene über dem Turbinenhaus gelegen, wies die nötigen Schmalspurgeleise zu den Depotplätzen für Holz, Granit, Rundeisen und Installationsmaterial auf und war durch einen Bremsberg mit der erwähnten hölzernen Zugangbrücke und den anschliessenden eisernen Dienststegen des Wehres verbunden. Ein eiserner Derrick besorgte das Umladen. An Baracken waren aufgestellt ein Baubureau, verschiedene Magazine und Arbeiterunterkunftsräume, eine Schmiede und ein Zimmermannschuppen mit Fräse und Reissboden, ein Krankenzimmer usw.

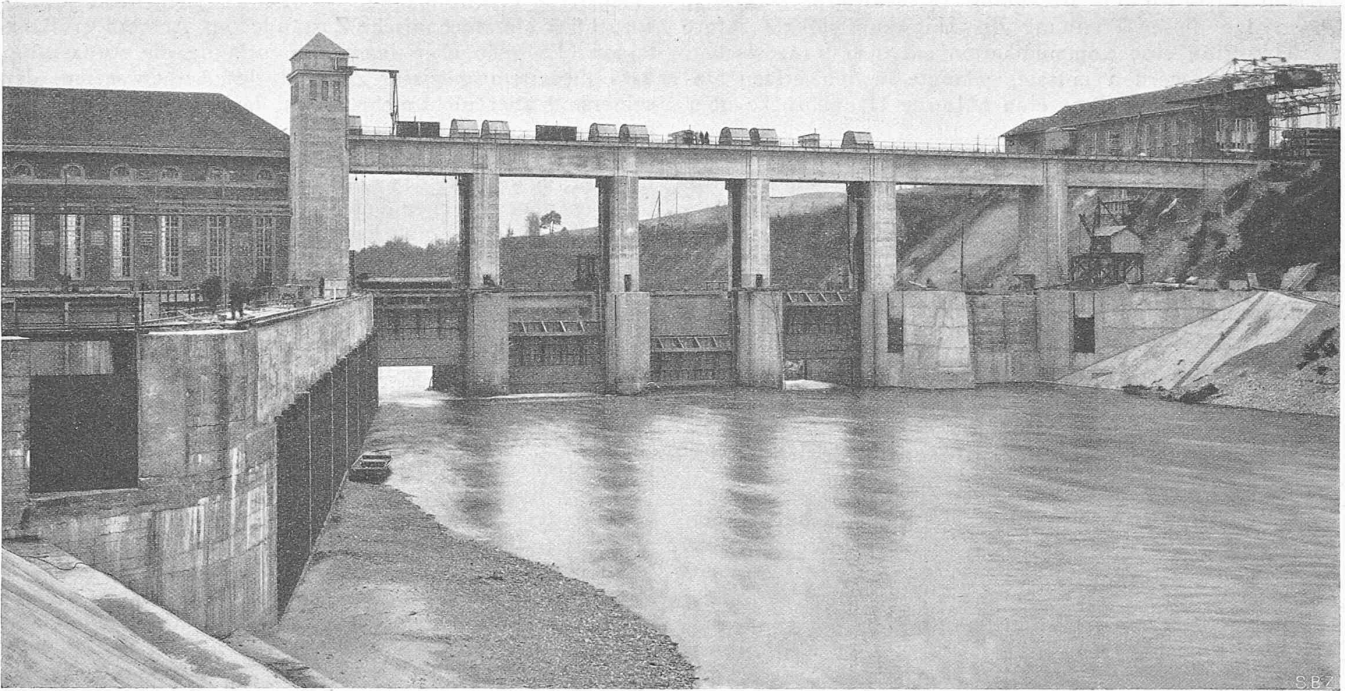


Abb. 12. Einlaufbauwerk, Rechen, Steg und Stauwehr, unmittelbar vor dem Einstau.

18. November 1924.

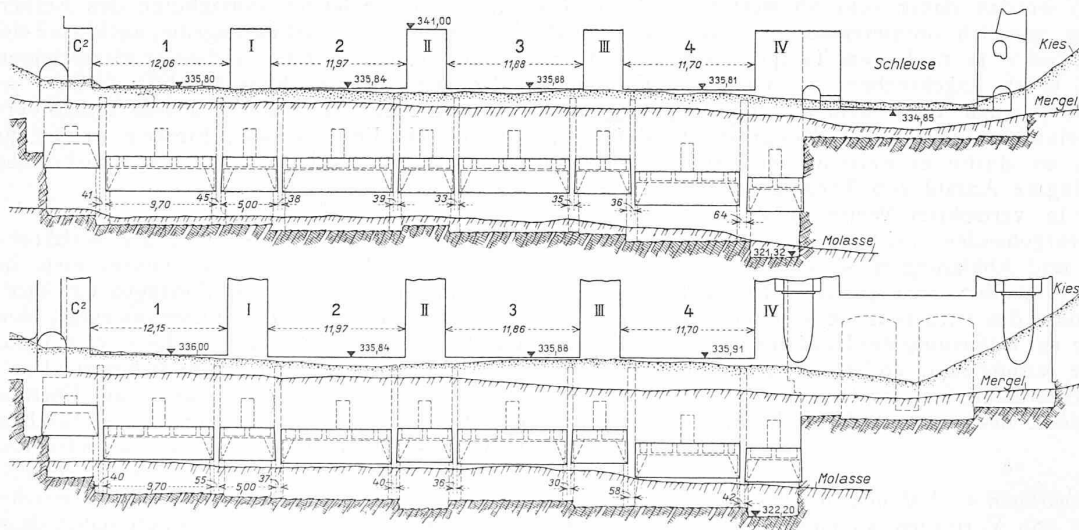


Abb. 13. Längsschnitt der Wehrfundation, oben flussabwärts, unten flussaufwärts; Caisson-Schneiden in Enlage. — Masstab 1 : 600.

Das Maschinenhaus für den Druckluftbetrieb lag hochwasserfrei rund 2 m höher als die zukünftige Schwelle des Einlaufbauwerkes im Einlaufkanal selbst. Es enthielt drei Niederdruck-Kompressoren und zwar zwei Kolbenkompressoren von 3 bis 6 m³/min sowie einen Rotationskompressor der Lokomotivfabrik Winterthur von 10 m³/min. Der kleinere Kolbenkompressor konnte mit einer Dampflokobile direkt gekuppelt werden und diese Reserve wurde dann bereit gehalten, wenn am Wehr besondere gefährliche Caissonpositionen in Arbeit standen. Für gewöhnlich genügte die in 3 min laufende Hauptreserve der Dieselgruppe. Zwei Kolben- und ein Rotationshochdruckkompressor mit insgesamt rd. 20 m³/min lieferten Pressluft von 7 at Druck für die Bohrhammeranlagen der gesamten Baustelle. Das Kühlwasser für die Kompressoren wurde aus einem besondern Pumpschacht beim Turbinenhaus geliefert, wo reines Wasser gepumpt werden konnte.

Neben dem Maschinenhaus fand eine Krankenschleuse Aufstellung, die eigens für Chancy auf Grund der neuesten Erfahrungen im Druckluftbetrieb neu konstruiert wurde. Diese Schleuse hat sich sehr gut bewährt und es sind dank ihrer Verwendung keine gefährlichen Fälle von

sog. Caissonkrankheiten aufgetreten.¹⁾

Auf die Zeit der Montage der Schützen und Turbinen wurde auf dem französischen Ufer, abweigend von der Eisenbahnlinie Genf-Bellegarde, ein Werkgeleise mit verschiedenen Abstellgleisen erstellt. Sämtliche schweren Werkstücke konnten so auf dem Bahnweg zugeführt und mittels des definitiven Werkkrans der obern Wehrbrücke auf die untern definitiven

und provisorischen Dienstbrücken abgesetzt werden. Dies wurde notwendig, weil die obern Wehrbrücken aus Eisenbeton, die als Kabelkanal ausgebildet waren, im Zeitpunkt der ersten Montagen noch nicht fertiggestellt waren.

Die oberen und unteren Betonwehrbrücken wurden auf hölzernen Sprengwerken erstellt; die unverkleideten Pfeiler und Widerlageraufbauten sind wie die Dienstbrücken innert gehobelter Schalung in Gussbeton ausgeführt, ohne jede nachträgliche Bearbeitung. Für die gesamten Aufbauten wurden zum Heben des Beton einfache, feste Stangenkrigarme verwendet, deren Leistung vollauf genügte, da der Beton in den Schalungen sorgfältig zu verarbeiten war.

Ausser den genannten Installationen hatte jede Firma für sich Kantinen und Arbeiterwohnbaracken auf dem französischen und schweizerischen Ufer aufgestellt. Diese Trennung war notwendig, weil die französische Firma ihr Personal in französischer Währung entlohnte, wie auch die Baukosten in der Hauptsache in französischer Währung ausgesetzt waren, und nur für Spezialpersonal, soweit es auf Schweizerboden wohnhaft war, hatten die beiden

¹⁾ Ueber Caissonkrankheiten vergl. Bd. 96, S. 91 (23. Aug. d. J.). Red.

Firmen Anspruch auf Bezahlung in Schweizer-Währung. Da infolge dieser Trennung der Unterkunftslokale sofort zu Baubeginn eine Kommunikation mit dem französischen Ufer erstellt werden musste, gelangte in den ersten Monaten eine Fähre, später eine hölzerne Hängebrücke über die Rhone zur Aufstellung.

Die angeführten Druckluftarbeiten umfassen die Absenkung von insgesamt 36 Einzelcaissons; daneben wurde noch eine Brunnengründung zur Gewinnung von Transformatorenkühlwasser in dem im Grundwasser liegenden Teil als sog. pneumatische Plafondgründung durchgeführt.

Wie schon eingangs bemerkt, ermöglichten die geschilderten Installationen ein sehr sicheres und programm-gemässes Arbeiten, sodass trotz der konzentrierten Arbeitsweise der ganze Bau in den vorgesehenen 48 Baumontaten vollendet werden konnte.

Von der II. Weltkraft-Konferenz, Berlin 1930.

(Fortsetzung von Seite 205.)

Die Generalberichte geben ein Bild des ungeheuren Arbeitsgebietes, das sich die II. Weltkraftkonferenz gestellt hatte; es war zu gross, als dass es hätte erschöpfend behandelt werden können. Die jeder Sektion zur Verfügung gestandenen 2 h 15 min waren meistens ganz ungenügend, nachdem schon die Generalberichte oft viel Zeit in Anspruch nahmen und von der, den Berichten anschliessenden Diskussion von 430 Rednern sehr reichlich Gebrauch gemacht wurde. Mit Rücksicht auf die knappe Zeit (manchmal nur 2 min/Redner) wurden daher sehr oft wertvolle Mitteilungen auf Kosten gänzlich uninteressanter, in störender Weise verkürzt oder je nach dem Temperament des Vorsitzenden auch brüsk abgebrochen. Solche peinliche Vorkommnisse entsprechen nicht dem Zwecke der Veranstaltung und da eine Verlängerung der Kongresszeit nicht in Frage kommt, so dürfte es wertvoll sein, sich zukünftig auf eine geringere Anzahl von Themata zu beschränken, oder aber in vermehrter Weise in getrennt arbeitenden, zeitlich vorgehenden Teilkonferenzen Vorberatungen zu pflegen und Abklärung zu schaffen.

Die Einzelberichte standen zum grossen Teil auf hohem Niveau, doch sollte das vorbereitende Komitee das Recht haben, einerseits zur Entlastung der Konferenz nicht entsprechende Berichte abzulehnen, andererseits störende Lücken (siehe z. B. Generalberichte der Sektionen Nr. 9 und 16) durch die Berichte dazu aufgeforderter Fachleute füllen zu lassen.

*

Neben den Fachvorträgen im Rahmen der Sektionen, wurde noch eine Reihe von Vorträgen allgemeiner Natur geboten, die hier ebenfalls auszugsweise wiedergegeben werden sollen.

Beinahe über die Kraft der Weltkraftkonferenz ging der Vortrag von Prof. Dr. A. Einstein über „Das Raum, -Feld- und Aether-Problem in der Physik“. An die Begriffe „reale Aussenwelt“ und „körperlicher Zustand“, knüpfen sich durch die gegenseitige Lagerung körperlicher Objekte die räumlichen Begriffen, sowie das Begriffssystem der euklidischen Geometrie. Dem Raumbegriff liegt die Idee zugrunde, dass es einfacher ist, die Lagebeziehungen aller Körper gegenüber einem zu studieren, als diejenigen aller Körper gegen einander. Dieser *eine* Körper ist aber die Funktion eines unbegrenzt ausgedehnten Körpers. Das Verdienst von Descartes, der dieses räumliche Kontinuum in die Mathematik eingeführt hat, kann nicht hoch genug gewertet werden, weil sonst eine Formulierung von Newtons Mechanik gar nicht möglich gewesen wäre. Der Raum der Newton'schen Lehre ist durch die Begriffe Raum, Zeit und ponderable Materie gekennzeichnet. Das XIX. Jahrhundert brachte durch das neue Element des Aethers bereits eine Lockerung dieses theoretischen Rahmens. Vollends wurde er aber gesprengt durch die Faraday-Maxwell'sche Theorie der elektro-mechanischen Erscheinungen und die sich entwickelnde Auffassung, dass auch im materienfreien Raum

lokalisierte elektro-magnetische Felder sich nicht widerspruchsfrei als mechanische Zustände des Aethers erklären lassen. Es blieb aber immerhin vorläufig die Auffassung, dass diese ein gewisser Zustand des Aethers seien, der seinerseits aber nicht mehr als ein der ponderabeln Materie analoges Gebilde, sondern als ein solches molekularer Struktur betrachtet wurde. Die Frage nach der mechanischen Eigenschaft des Aethers wurde dahin beantwortet, dass er überall gegenüber dem Newton'schen Raume in Ruhe sei. Es wäre naheliegend gewesen, auch die Felder als Zustände des Raumes zu betrachten und damit den Raum mit dem Aether zu identifizieren. Das geschah aber nicht, weil man den Raum als Sitz der Galilei-Newton'schen Trägheit für absolut, als ein unbeeinflussbares schweres Gerippe der Welt hielt.

Der nächste Schritt in der Entwicklung des Raumbegriffes war nun der einer speziellen Relativitätstheorie. Das Gesetz der Lichtausbreitung im leeren Raum, in Verbindung mit dem Relativitätsprinzip hinsichtlich der gleichförmigen Bewegung; die Erkenntnis, dass dem Begriffe gleichzeitiger Ereignisse nichts Reales entspreche, hatte mit Notwendigkeit zur Folge, dass Raum und Zeit zu einem vierdimensionalen Kontinuum verschmolzen werden mussten. Die Auffindung der bezüglichen neuen Gesetze scheint gelungen zu sein, denn sie stimmen in der Tat mit den empirisch erkannten Gesetzen der Gravitation und Elektrizität in erster Annäherung überein. Zusammenfassend sagte der Vortragende: „Der Raum, ans Licht gebracht durch das körperliche Objekt, zur wissenschaftlichen Realität erhoben durch Newton, hat in den letzten Jahrzehnten den Aether und die Zeit verschlungen und ist im Begriffe, auch das Feld und die Korpuskeln zu verschlingen, sodass er als alleiniger theoretischer Repräsentant der Realität übrig bleibt.“ —

Und der Vorsitzende sagte zum Schlusse seiner Verdankung, dass es ein Erlebnis war, Einstein gehört zu haben, auch dann, wenn der Eine oder Andere nicht alles verstanden haben sollte.

*

Schon näher dem Gebiete der von der Weltkraftkonferenz bearbeiteten Energien, aber immer noch in kosmischen Fernen, lag der Inhalt des Vortrages von Prof. Sir A. S. Eddington, Direktor des Observatoriums der Universität Cambridge, über *Inneratomare Energie*, d. i. die in den Materien aufgespeicherten Energiemengen. Prof. Einstein hat die Gleichwertigkeit von Masse und Energie aufgestellt, er hat gezeigt, dass ein Massengramm 9×10^{20} Erg entspricht und dass daher die in einem Wassertropfen enthaltene Energie gleich ist jener von 200 Jahres-PS. Leider sind aber diese Betrachtungen nur theoretische Spekulationen, denn es bestehen Anhaltspunkte dafür, dass diese Energien nur gewonnen werden könnten bei einer Erhitzung der Materie auf etwa 30 bis 40 Millionen Grad C, womit uns die Wege zur Erschliessung dieser ungeheuern Energien vorläufig noch versperrt sind.

Die Erkenntnis der Vorgänge im Sternenreich setzt die Beantwortung der Frage voraus, ob ein Stern von fremder Energie lebt, oder ob er in seinem Innern aufgespeicherte Energien besitzt. Vieles spricht für diese letzte Annahme, denn nach unserer heutigen Auffassung müssten die gewöhnlichen Energiearten in etwa 20 Millionen Jahren aufgezehrt werden; da aber Sonne und Erde schon längst über diese kosmisch bescheidenen Alter hinaus sind, bleibt die Annahme berechtigt, dass die Sternsubstanz aus inneratomarer Energie, aus Konstitutions-Energie des Atomkerns und der Elektronen gebildet ist. Mit dem Vorrat an Energie schwindet mit der Zeit auch die Materie; die Sonne z. B. erschöpft ihre Energie durch Licht- und Wärmeausstrahlung in rd. 15 Billionen Jahren. Die Energielieferung ist also vorstellbar als eine Umwandlung der Materie in Ausstrahlung, wobei die letzten Einheiten der Materie durch die positiv und negativ geladenen Protone gebildet werden. Die Zerstörung der Substanz geschieht nach der einen Auffassung durch ein Zusammenfliessen und gegenseitiges Aufheben von Protonen und Elektronen, nach anderer