

Technisch-wirtschaftliche Betrachtungen zum Wasserkraftwerksbau in Nordamerika

Autor(en): **Meyer, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **79/80 (1922)**

Heft 10

PDF erstellt am: **20.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-38056>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Technisch-wirtschaftliche Betrachtungen zum Wasserkraftwerksbau in Nordamerika. — Wettbewerb für ein neues Gebäude der Schweizerischen Volksbank in Freiburg. — Beitrag zur Berechnung massiver Staumauern. — Elektrische Linearheizung, System Zweifel-Oerlikon. — Miscellanea: Brücke über den Hafen von Sydney.

Elektrische Automobilstrecken mit Oberleitung in Amerika. Betriebserfahrungen mit einem wasserlosen Gasbehälter im Gaswerk Durlach. Vakuumpumpe für ätzende Gase. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Stellenvermittlung.

Band 79.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 10.

Technisch-wirtschaftliche Betrachtungen zum Wasserkraftwerksbau in Nordamerika.

Von Ing. Hans Meyer, Baden

(Schluss von Seite 113)

Zuleitungstollen und Wassertunnel.

Die Ausführung der Tunnel kann als typisches Beispiel für amerikanische Arbeitsweise betrachtet werden.

Beim Studium eines Problems wird alle bestehende Theorie herangezogen und angewendet; das theoretisch abgeleitete Ergebnis bildet bei der Ausführung das Maximum an Aufwand. Ganz im Gegensatz zu der bei uns weit verbreiteten Ansicht arbeitet der amerikanische Ingenieur sehr wissenschaftlich. Er unterscheidet sich aber von uns darin, dass er bei der Ausführung einer Aufgabe nicht bei der Wissenschaft stehen bleibt und daraus sozusagen die Hauptsache macht. Die Wissenschaft ist dem Amerikaner Mittel, nicht Zweck. Darum redet er nicht so viel von ihr und daraus ziehen wir den falschen Schluss, dass er sich um Wissenschaft nicht kümmere. Bei der Arbeit lässt der Amerikaner das Ziel nicht aus dem Auge; dessen Erreichung auf dem einfachsten und schnellsten Weg ist die Hauptsache; darnach richten sich seine Dispositionen.

Die Bemessung aller Wasserstollen und Tunnel, die ich zu sehen Gelegenheit hatte, war sehr reichlich. Rücksichten auf die Bauausführung der Tunnel haben zur Ueberschreitung der hydraulisch notwendigen Abmessungen geführt; Tendenz auch beim Tunnelbau ist die Anwendung möglichst vieler Maschinen.

Seit etwa drei Jahren ist die Verwendung des Löffelbaggers zum Verladen des Schottermaterials eingeführt worden. Beim Bau des Tunnels der Anlage Big Creek Nr. 8 der Southern Cal. Edison Co. wurde z. B. das Profil statt etwa $4,8 \times 4,8$ m, die zur Wasserführung notwendig gewesen wären, auf $5,4 \times 6$ m erhöht; dadurch wurde die Verwendung des grossen Löffelbaggers möglich. Der laufende Meter des grösseren Tunnels kam aber etwa 15 bis 20% billiger, als dies beim kleinen Profil, ohne Verwendung des Löffelbaggers, der Fall gewesen wäre. Gleichzeitig wurde aber der Baufortschritt sehr beträchtlich beschleunigt. Dies ist eine besonders wichtige Tatsache, denn meistens bildet der Zeitpunkt der Fertigstellung des Tunnels das Hauptkriterium zur Inbetriebsetzung der ganzen Anlage. Die gleichen Ueberlegungen waren massgebend beim Bau des Kerckhoff-Tunnels für die San Joaquin Light Power Co. Dieser Tunnel hat $5,4 \times 5,4$ m Profil, ist ungefähr $4\frac{1}{2}$ km lang und führt durch Gneis und Granit. Er wurde in den Jahren 1919 und 1920 von vier Angriffstellen aus in der „Weltrekordzeit“ von acht Monaten gebaut. Es wurde dabei gleich das volle Profil vorgetrieben; der Tunnel ist nicht ausgekleidet, das Wasser fliesst druckfrei durch.

Der Löffelbagger ist auf einem Geleise verschiebbar montiert und verladet das Material in 2 m³-Wagen, die auf einem zweiten Geleise laufen. Der Bagger wird mit Druckluft bedient; die Züge werden von elektrischen Akkumulator-Lokomotiven befördert.

Bei der im Sommer 1921 für die gleiche Gesellschaft durchgeführten Erweiterung der Anlage Kern Canyon wurde der Stollen von $1,8 \times 1,8$ m auf $3,3 \times 3,6$ m erweitert. Zum Verladen des Sprengmaterials verwendeten wir dabei den „Shuvelloader“. Diese Maschine besitzt eine Schaufel von etwa 30×60 cm, die an einem durch Luftdruck getriebenen Kniehebel befestigt ist; sie wird in das Material vorgestossen und wirft dieses über die Lademaschine hinweg rückwärts in den auf dem Geleise stehenden Wagen.

Der Shuvelloader ist auf 90 cm Geleise (10 kg/m) verschiebbar montiert. Zur Durchfahrt benötigt er ein liches Profil von etwa 1,25 m Breite und 1,40 m Höhe, zur Arbeit etwa 2,15 m Höhe und Breite. Je nach dem zu verladenden Material wird die Höhe etwas grösser sein müssen, indessen nicht mehr als 2,40 m; die seitliche Reichweite beträgt etwa 3,35 m.

Nach unsern Erfahrungen leistete der Shuvelloader mit vier Mann Bedienung die Handarbeit von zwölf Mann. Dazu kommt der weitere Vorteil, dass der Shuvelloader auch dort verwendet werden kann, wo höchstens sechs bis acht Mann zur Wegräumung des Sprengmaterials angesetzt werden könnten. Wir rechneten bei Verwendung des Loaders mit einer Beschleunigung des Baufortschrittes von etwa 30% gegenüber Handarbeit. Die Maschine ist bei sorgfältiger Bedienung im Stande, Steine bis zu 1 t Gewicht zu verladen. Sie leistete in achtstündiger Schicht im Mittel 76 m³, arbeitet unter $7\frac{1}{2}$ at Druck und braucht rund 5 m³/min angesaugter Luft. Der Shuvelloader ist Eigentum der Lake Superior Loader Co. in Milwaukee, Wisconsin, und kostet dort rund 3000 \$. Ich bin der Ansicht, dass diese Maschine in den bei uns üblichen Stollenprofilen mit grossem Vorteil angewendet werden kann.

Der Kern Canyon-Stollen steht seit der Erweiterung der Anlage unter 22 m innerem Druck. Er wurde deshalb, wo das durchfahrene Gestein nicht einwandfrei und die Ueberlagerung nicht hoch genug war, ausgemauert und die Ausmauerung armiert. Die Armierung berechneten wir für den vollen innern Druck, gingen aber mit der Beanspruchung der Eisen bis an die Elastizitätsgrenze. Die Ausmauerung wurde mit einer „Beton-Kanone“ ausgeführt, bestehend aus einem Zylinder von 70 cm Durchmesser und 5 m Länge. In diesen wird der Beton eingefüllt und durch Druckluft hinter die Verschalungen gejagt. Jede Füllung beträgt ungefähr 100 Liter. Die Beton-Mischung war von 1:5, bei $2\frac{1}{2}$ cm maximaler Kieselgrösse, und von plastischer Konsistenz. Wir bezahlten dem Patentinhaber für den Gebrauch der Maschinen etwa 3,50 Fr./m³Beton.

Die Verwendung der Betonkanone erhöht wie bekannt die Qualität der Ausmauerung. Diese wird satter; auch sind Ueberbrüche, die von Hand nur mit Mühe ausgemauert werden können, mit der Kanone leicht zu erreichen. Die Betonkanone sollte nicht so sehr mit der Absicht, die Ausmauerung zu beschleunigen, als sie zu verbessern, verwendet werden. Beim Kern Canyon-Tunnel wurden in dieser Hinsicht Fehler begangen. Die Tunnelzimmerung wurde nirgends herausgenommen; abgesehen von den Haupthölzern, die aus Sicherheitsgründen gelegentlich stehen gelassen werden müssen, wurden auch die vielen Füllhölzer hinter den Verschalungen gelassen. Dies bewirkt die Bildung von Nestern überall da, wo der Beton nicht hinkommen kann. Dadurch wird die Festigkeit der Mauergewölbe bedenklich beeinflusst. Auch kann die Armierung an Stellen, wo solche Nester sind, nicht zur Wirkung kommen, und es besteht die Gefahr, dass der Tunnel dort aufbricht.

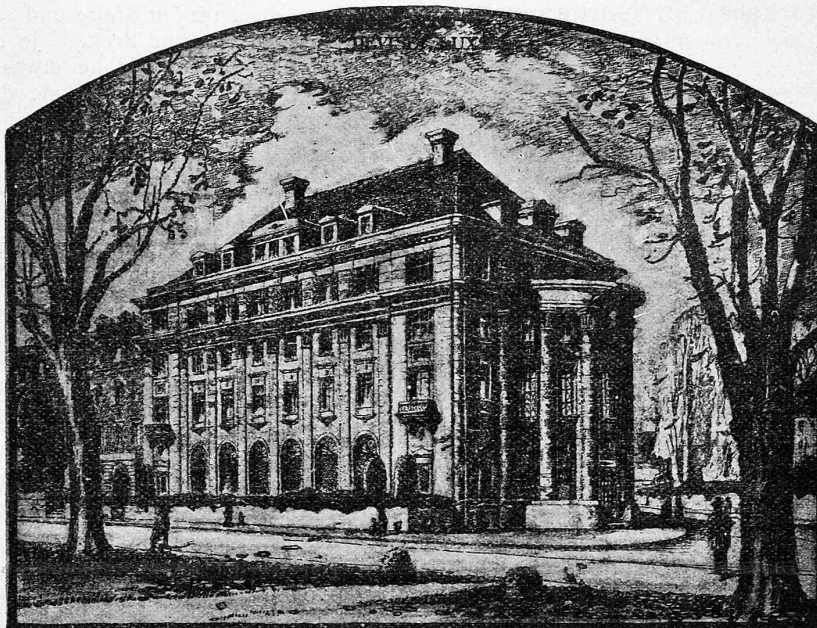
Mit Druckstollen, die ohne Armierung ausgeführt wurden, haben auch die Amerikaner keine guten Erfahrungen gemacht. Dies in gewissen Fällen auch dann, wenn rechnerisch eine genügende Umlagerung des Stollens vorhanden war. Bei einem der Stollen am San Joaquin-Fluss haben sich seinerzeit ähnliche Erscheinungen gezeigt wie beim Ritom-Stollen. Durch Einziehen eines Stahlmantels wurde der Uebelstand behoben.

Ueber die Druckstollenfrage habe ich mit verschiedenen Ingenieuren gesprochen. Dabei wies ich auf die bei

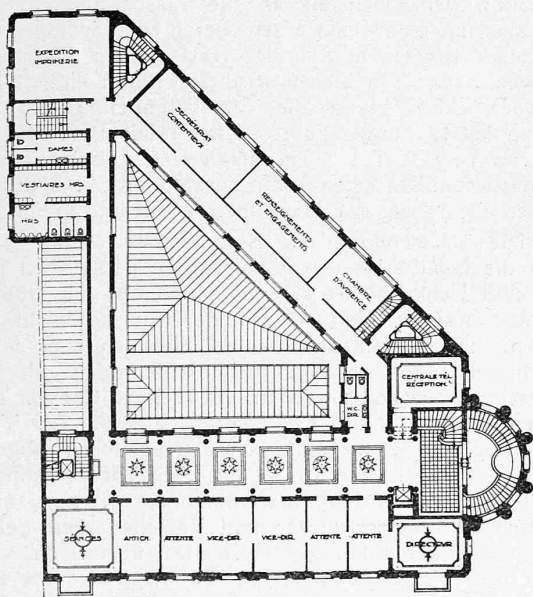
uns schon angewandte Methode hin, die Stollenausmauerung in zwei Schichten auszuführen, einer innern, in die die Armierungen für den Wasserdruck verlegt werden, und einer äussern, die als Gewölbe den Gebirgsdruck aufnimmt, bzw. auch nur als Füllbeton zu betrachten ist. Von verschiedenen Seiten wurde mir gesagt, dass dies eine gute Lösung sei.

Ich hatte auch Gelegenheit, einen Norweger zu sprechen, der im Auftrag seiner Regierung zum Studium dieser Fragen Amerika bereiste. Er sagte mir, dass nach seinen Beobachtungen bei mehr als 3 bis 4 at Innendruck keine, auch noch so mächtige Umlagerung des Stollens sichere Gewähr gegen elastische und dauernde Veränderungen des Profils biete. Das allein Zuverlässige sei eine armierte Ausmauerung. Dies ist, nach seiner Aussage, auch die Ansicht der Bauleiter der Catskill-Wasserleitung für die Stadt New York.

Wettbewerb für die Schweizer. Volksbank in Freiburg.



1. Preis (6500 Fr.), Entwurf Nr. 59. — Arch. Franz Trachsel und E. Hostettler, Bern.



1. Preis, Entwurf Nr. 59. — Erdgeschoss und I. Stock. — 1:500.

Druckleitungen.

Im allgemeinen gilt in Amerika die Regel, dass für jede Turbine eine eigene Leitung zu erstellen sei. Dies entspricht der Tendenz, möglichst wenige, aber grosse Einheiten einzubauen. Im Falle mehrerer Leitungen werden diese untereinander nicht verbunden. Neuestens werden die Druckleitungen auch wieder ohne Dehnungsfugen gebaut; in diesem Falle werden sie eingedeckt. Ausdehnungsfugen werden immer in der Mitte zwischen den Verankerungen angeordnet; Längenänderungen in den Leitungen zufolge Temperaturschwankungen vollziehen sich

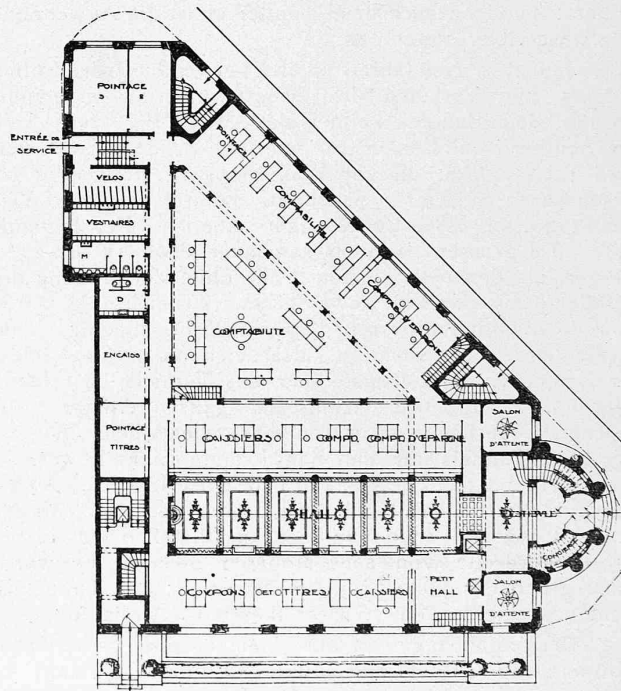
dabei leichter und darum gleichmässiger. Auch findet bei dieser Anordnung der Dehnungstücke eine teilweise Entlastung der Verankerung statt; bei den grossen Leitungsdurchmessern (bis zu 3 m) hat das sehr bedeutende Ersparnisse in der Kubatur der Verankerungsklötze zur Folge. Bei den ältern Anlagen findet man häufig nahtlose, aus

Deutschland eingeführte Rohre. Heute werden fast nur noch genietete Rohre verwendet.

Der Linienführung der Druckleitungen wird im allgemeinen nicht genügend Aufmerksamkeit geschenkt. Insbesondere wird der bei uns angestrebten Streckung der Leitung (Vermeidung horizontaler und vertikaler Winkel) kein grosser Wert beigemessen. Druckleitung und Maschinenhaus stehen meist in der gleichen Axe.

Maschinenhaus und Ausbau der Anlagen.

Alle Maschinenhäuser zeichnen sich durch grosse Einfachheit aus. Sie



enthalten meistens nur die Generatoren und die Schaltanlage; die Transformatoren und Verteilanlagen stehen im Freien. Bei mehrphasigem Strom wird grundsätzlich für jede Phase ein besonderer Transformator aufgestellt.

Die Anzahl der Einheiten wird möglichst klein gehalten. So hat die Southern California Edison Co. im letzten Sommer in ihrer Anlage Big Creek Nr. 8 nur eine Einheit zu 30000 PS installiert. Die gleiche Gesellschaft erstellte letztes Jahr das Werk Kern River Nr. 3 mit zwei Einheiten zu 20000 PS. Dabei wurden, entsprechend der streng befolgten Tendenz, Francis-Reaktions-Turbinen ein-

gebaut. Bei 255 m Druckhöhe dürften dies wohl die unter höchstem Gefälle arbeitenden Reaktionsturbinen sein.

In allen neuen Ausführungen von Reaktionsturbinen kommt der „Hydrocone“ zur Ausführung. Dies ist eine Platte, auf die das Wasser aus dem Saugrohr auffällt und auf der es nach allen Seiten abfließt. Allfällige Bewegungswellen im Saugstrahl werden durch sie gebrochen; das Wasser fließt viel ruhiger aus und der Wirkungsgrad der Turbinen wird verbessert.¹⁾

In den Nordstaaten werden bei Niederdruckwerken oft Gefällsvermehrter eingebaut, Vorrichtungen, die erlauben, Wasser aus dem Oberkanal unter Umgehung der Turbine direkt in das Saugrohr zu leiten. Dort fließt es mit grosser Geschwindigkeit aus und reisst das langsamer aus der Turbine strömende Wasser mit. Solche Vorrichtungen wären auch bei unsern Flüssen besonders nützlich zur Vermehrung der Gefälle bei Hochwasser.

Die Periodenzahl des erzeugten Stromes ist meist 60, die höchste Freileitungsspannung in Californien 110 000 V. Meldungen über die erfolgreiche dauernde Verwendung von höhern (220 000 Volt) Spannungen sind mit Vorsicht aufzunehmen. Es wird hierüber in Amerika sehr viel geschrieben und gesprochen; so weit jedoch beobachtet werden konnte, haben Versuche mit jenen hohen Spannungen bis heute keinen dauernden Erfolg gehabt.

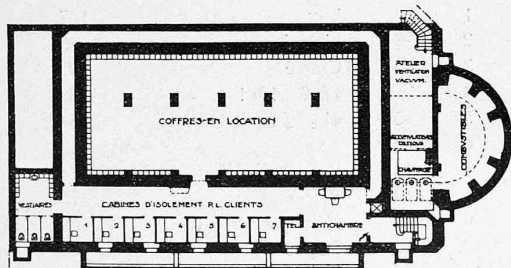
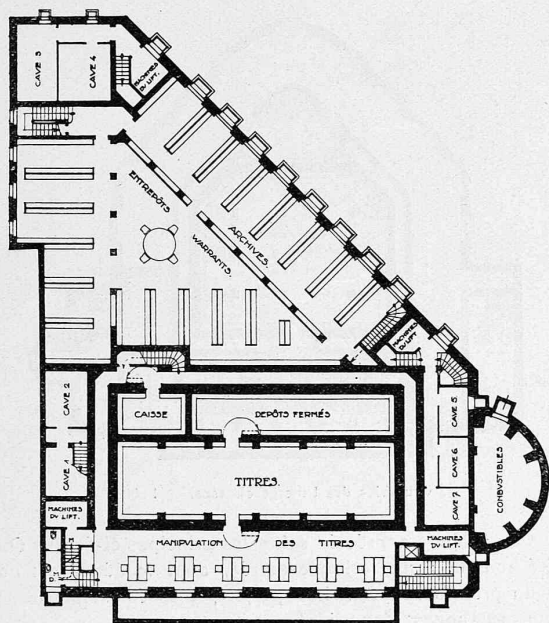
Der Ausbau der Anlagen erfolgt heute noch kaum für mehr als die mittlere Wassermenge. Beobachtungen der Abflussmengen liegen meist nicht für mehr als 15 bis 20 Jahre vor. Mit der in den jüngsten Jahren angestrebten Systematik des Ausbaues erscheint die Frage der Ausbaugrösse aber wieder auf der Tagesordnung. Bemerkenswert in dieser Hinsicht ist besonders auch die Erstellung von Stauseen im Oberlauf der Flüsse;

hierzu werden sowohl natürliche Seen als auch künstliche Anlagen verwendet. Weder in den Südstaaten noch in Californien hat man, soviel ich erfahren konnte, unangenehme Folgen des wechselnden Wasserstandes in den Staubecken bemerkt; insbesondere wurden auch keine schlechten Gerüche festgestellt.

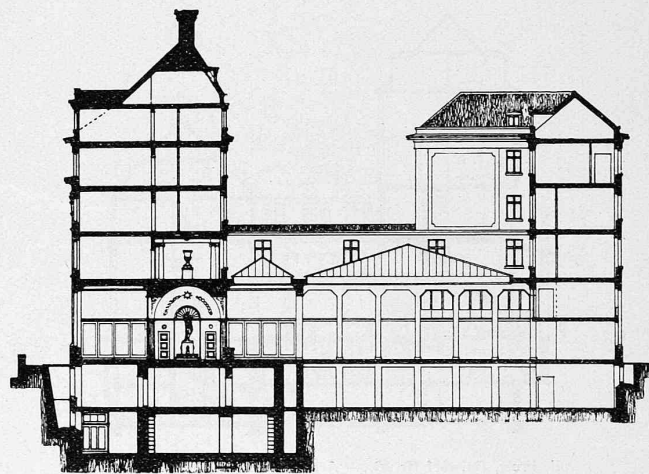


1. Preis, Entwurf Nr. 59. — Schallerhalle.
Architekten Franz Trachsel und E. Hostettler in Bern.

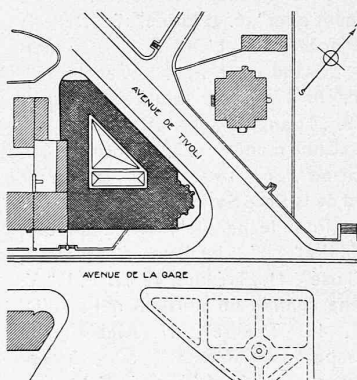
¹⁾ Vergl. Chippawa-Queenston Kraftwerk in Bd. LXXVIII, Seite 60 (30. Juli 1921). Red.



Grundrisse der Untergeschosse. — 1:500.



Querschnitt SO-NW. — Masstab 1:500.



Lageplan. — 1:2000.

Alle Gesellschaften in Californien besitzen kalorische Reserven. Brennmaterialien sind Oel und natürliche Erdgase; die Oele werden aus den Gruben in die Zentralen gepumpt und auch die Gase durch besondere Leitungen diesen direkt zugeführt.

Seit dem Kriege ist bei uns viel über Amerika geschrieben worden. Die geäusserten Ansichten über

das Land und besonders über sein Volk weichen aber weit voneinander ab. Eine objektive Beurteilung Amerikas ist eben fast unmöglich, denn die Lebensäußerungen sind dort so heftig und unvermittelt, dass wir Alle gezwungen werden, Stellung zu beziehen. Je nach unserem eigenen Temperament und unserer Lebensauffassung wird das Urteil dann ein ganz verschiedenes.

Amerika als Land ist ganz anders als Europa und es hat aus den eingewanderten Europäern auch einen ganz neuen Menschen-Typus gebildet. Was an Hemmungen in uns Europäern lebt, wird dort drüben durch ein drängendes, an europäischem Masstab gemessen traditionsloses, jugendliches Erlebenwollen zurückgedrängt. Was an bejahenden Eigenschaften im Europäer lebt, erhält dort drüben mächtigen Impuls. Es ist darum vielmehr das *wie* es der Amerikaner macht, als das *was* er macht, worin er sich von uns unterscheidet.

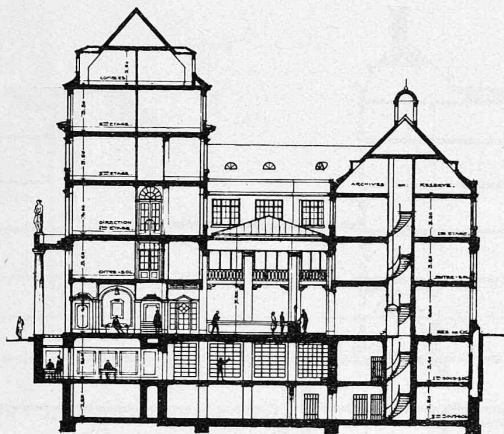
Wettbewerb für ein neues Gebäude der Schweizerischen Volksbank in Freiburg.

Procès-verbal des opérations du Jury.

Lundi, 26 septembre 1921, à 9 h. 30 du matin, le jury s'est réuni à la salle de la Grenette pour examiner les projets.

Sont présents tous les membres du jury, soit: MM. P. Blancpain, président de la Commission de banque, à Fribourg, président; G. Epitoux, architecte, à Lausanne; A. Gerster, architecte, à Berne; N. Künzli, Directeur général de la Banque Populaire Suisse, à Berne; R. Suter, architecte, à Bâle. — M. Fr. Gränericher, directeur de la Banque Populaire Suisse, à Fribourg, membre suppléant, assiste aux séances en sa qualité de Directeur de l'Etablissement. Fonctionne comme secrétaire, M. G.-L. Fragnière, vice-directeur de la Banque Populaire Suisse, à Fribourg.

Il est constaté que 62 projets (dont l'un avec deux solutions) ont été remis et sont parvenus dans les délais prescrits.



II. Preis, Entwurf Nr. 28. — Arch. Ed. Völlmy in Freiburg.
Querschnitt SO-NW durch das Gebäude. — 1:500.

Les projets sont les suivants: No. 1 „Sapere Aude“, 2. „Axe“, 3. „Shimmy“, 4. „Etoile“, 5. „Ça peut aller“, 6. „Platine“, 7. „Debet“, 8. „B.P.S. Fribourg“ I, 9. „Les Places“, 10. „L'Or“ I, 11. „Orientation“, 12. „B. P. S. F.“ II, 13. „Grand Axe“, 14. „Censitaire“, 15. „Colonel Feiss“, 16. „B.P.S. F.“ III, 17. „Deux solutions“ (rouge), 17 a. „Deux solutions“ (bleue), 18. „Triangles“, 19. „B.P.S. F.“ IV, 20. „Zähringen“ I, 21. „Titres“, 22. „Cube modéré“, 23. „Zähringen“ II, 24. „Post Tenebras Lux“, 25. „Sarine“, 26. „1869—1921“, 27. „Voir grand“, 28. „L'Or“ II, 29. „Au bord de la libre Sarine“, 30. „Populus“, 31. „Abeille“, 32. „Fribourg“, 33. „Pour le peuple“, 34. „Caducée“, 35. „Rectiligne“, 36. „Hall circulaire“, 37. „Feuilles d'automne“, 38. „Or“ III, 39. „Cardinal“, 40. „Clarté“, 41. „Trésor“, 42. „B.P. F.“ V, 43. „L'avare, nageant dans l'or, me semble un poisson qui a soif“, 44. „B.P.S. F.“ VI, 45. „4 1/2 %“, 46. „Tirelire“, 47. „Gebrochene Arbeit“, 48. „Richesse“, 49. „L'aspect monumental“, 50. „15 septembre“ I, 51. „Vérité“, 52. „Economie par la simplicité“, 53. „Tradition“, 54. „Mercadet“, 55. „In Labore Prosperitas“, 56. „Molésou“,

57. „Front“, 58. „15 septembre 1921“ II, 59. „Lux“, 60. „Petit cube“, 61. „A la Ville de Zähringen“, 62. „Susi“.

Le No. 47, devise „Gebrochene Arbeit“, a été écarté par le jury, étant incomplet. Il reste ainsi 61 projets à apprécier.

Le jury a procédé à un premier examen individuel de tous ces projets, puis a continué son examen en commun. Toutes ses décisions ont été prises à l'unanimité.

Au premier tour d'élimination ont été écartés, pour insuffisance d'étude, les projets suivants: Nos. 3, 5, 34, 54, 58, soit 5 projets. — Restent en présence 56 envois.

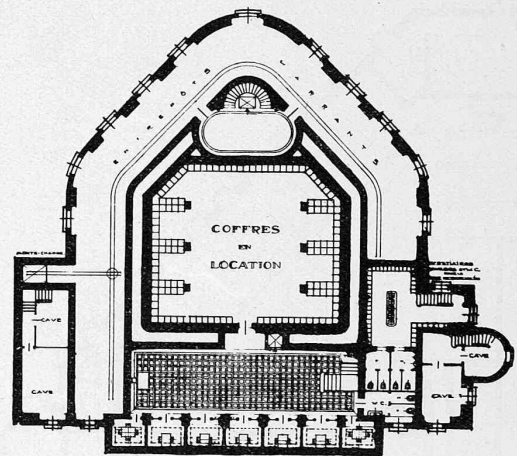
Le jury a écarté, au deuxième tour d'élimination, pour défauts de concordance et mauvaise interprétation du programme, les projets: Nos. 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 23, 24, 25, 27, 29, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 42, 43, 46, 48, 49, 52, 53, 61, 62, et la deuxième solution du No. 17a, devise: „Deux solutions“ (bleue), soit 29 projets. — Il en reste à ce moment encore 27 à apprécier.

Parmi ceux-ci ont encore été éliminés, au troisième examen, les projets suivants, dénotant certaines qualités d'étude, mais ne remplissant pas suffisamment les conditions du programme, et présentant des fautes de conception: Nos. 1, 4, 15, 16, 20, 21, 22, 31, 33, 41, 51, 55, 56, 57, 60, soit 15 envois.

Il reste finalement en présence 12 projets, qui ont été jugés par le jury, selon les principes suivants: la valeur de l'étude a été scindée en divers éléments, dont l'importance a été déterminée par des facteurs variant de 1 à 5, soit:

Implantation	facteur 1
Architecture	3
Disposition du rez-de-chaussée	5
„ „ premier étage	3
„ „ sous-sol	3
Communication entre les services	3
Eclairage des locaux	3
Disposition des étages supérieurs	2
Cube	2

Le maximum des points de chaque élément est 5. Le maximum des points possible à obtenir est donc de 125.



Grundriss des Untergeschosses. — 1:500.

Ces projets, appréciés selon les principes ci-dessus énoncés, ont été soumis à une critique serrée, dont le détail est donné à la fin du présent rapport. Les projets, classés selon les points obtenus, se rangent dans l'ordre suivant:

Rang	No.	Devise	Nombre des points obtenus
1	59	Lux	107
2	28	L'Or II	96
3	40	Clarté	92
4	26	1869—1921	88
5	45	4 1/2 %	84
6	2	Axe	83
7	44	B.P.S. F. VI	78
8	19	B.P.S. F. IV	75
9	50	15 septembre I	69
10	30	Populus	65
11	17	Deux solutions (rouge)	63
12	9	Les Places	58