

Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 40 (1948)
Heft: 10-11

Artikel: Die Entwicklung der Hydraulik und der hydraulischen Wissenschaft in der Schweiz in den letzten 100 Jahren [Schluss]
Autor: Jaeger, Charles
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-921626>

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: 18.02.2026

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

Die Entwicklung der Hydraulik und der hydraulischen Wissenschaft in der Schweiz in den letzten 100 Jahren (Schluss)

Von Dr. Charles Jaeger, Privatdozent an der ETH, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Versuchsanstalt für Wasserbau.

Grundlegend für die Versuchsanstalt waren selbstverständlich die durchzuführenden Untersuchungen über die Versuchsmethoden selbst und über die Gesetze der mechanischen Ähnlichkeit, die es erlauben, aus den Modellversuchen sichere Schlüsse zu ziehen. In einer ersten Schrift haben *E. Meyer-Peter* und *H. Favre* (1937)²⁵ die grundlegenden Gesetze der Ähnlichkeit klargelegt und an Hand einiger Ausführungsbeispiele aus den Akten der Versuchsanstalt gezeigt, wie sie praktisch zur Anwendung kommen. Eine zweite Veröffentlichung von *A. Einstein* und *R. Müller* (1939)²⁶ behandelt die Frage der Ähnlichkeitsgesetze für Flussbaumodelle.

Die Hauptaufgabe, der sich die Versuchsanstalt für Wasserbau gewidmet hat, ist die Entwicklung einer speziellen Modelltechnik für die Beurteilung flussbaulicher Fragen. Insbesondere wurden der Versuchsanstalt die weitgehenden Versuche für die Rheinregulierung anvertraut. Grundlage für alle diese Versuche war zunächst die Entdeckung der Gesetze für den Geschiebetrieb. Im Jahre 1934 veröffentlichte die Versuchsanstalt für Wasserbau (*E. Meyer-Peter*, *H. Favre* und *A. Einstein*)²⁷ ihre «Geschiebetriebformel», die auf dem Froudeschen Ähnlichkeitsgesetz aufgebaut ist. Weitere Untersuchungen über diese Formel sind von *H. Favre* (1935)²⁸ und später von *R. Müller* (1943)²⁹ veröffentlicht worden. Denselben Autoren ist noch eine Methode zur Berechnung der Normalabflussbreite von Flüssen zu verdanken (1935)³⁰. Diese Geschiebeformel führte zur Entwicklung einer Methode für die Berechnung der Geschiebemengen in natürlichen Flüssen, die den Zusammenhang zwischen Quer- und Längsprofil von Flusskorrekturen aufdeckt und z. B. für die Rheinregulierung verwendet wurde (1937)³¹.

Parallel zu diesen Versuchen über den Geschiebetrieb wurden auch zahlreiche Kolkversuche durchgeführt, die einen mit dem Zwecke, spezielle Wehrformen bzw. Wehrbauten zu begutachten, die ändern, die in systematischer Weise durchgeführt worden sind, zwecks wissenschaftlicher Forschungen. Diese Resultate sind in einer Schrift von *W. Eggenberger* (1944)³² und *R. Müller* (1944)³³ niedergelegt, in welcher gezeigt wird, dass, wie vorausgesehen war (*Ch. Jaeger* [1939]³⁴), die Kolke dem Froudeschen Gesetz gehorchen.

Dass aber die Versuchsanstalt für Wasserbau auch Probleme über Wasserschlösser, Hafenbau, Schifffahrt und insbesondere zahlreiche Wasserkraftan-

lagen zu begutachten hatte, geht aus den andern Veröffentlichungen der Anstalt hervor (1930—1944). Auch mehrere Dissertationen sind in der Versuchsanstalt bearbeitet worden, deren wichtigste wir bereits erwähnten.

Neben den von der Versuchsanstalt für Wasserbau veröffentlichten Arbeiten sind die vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft in Bern (unter Leitung von Prof. Dr. *L. W. Collet*, dann von Dr. *Mutzner*) herausgegebenen zahlreichen Publikationen zu erwähnen, von denen einige einen mehr oder weniger ausgesprochen wissenschaftlichen Charakter aufweisen. In dieser Schriftenreihe ist zunächst die Abhandlung *Strickler* (1923)¹⁸ über das Reibungsgesetz hervorzuheben; dazu kommen mehrere Schriften über Probleme der Messtechnik, über die Regulierung von Flüssen und Seen sowie über Beobachtungen zur Geschiebefracht von Flüssen (Nr. 31, 1932; Nr. 33, 1939). Diese Schriften sind sowohl für den Naturforscher als für den Wasserbauer von Wichtigkeit. Da hier von Geschiebefracht die Rede ist, sollen noch die Arbeiten von *H. Dufour* (1921—1924)³⁵ erwähnt werden, die er im Zusammenhang mit seinen Forschungen über einen automatischen Entsander veröffentlicht hat. Auf diesem für die Technik sehr wichtigen Gebiet hat Dufour Pionierarbeit geleistet.

Es wären noch Grenzgebiete der Hydraulik zu erwähnen: zunächst das gesamte Gebiet der Hydrologie (*O. Lütschg, Collet*), ein Bindeglied zwischen Geographie, Meteorologie und Wasserbau, dann alle diese Gebiete, die sowohl den Maschineningenieur als den Bauingenieur interessieren (Druckstösse, Drosselungsorgane, Turbinenregulierung), und nicht zuletzt die wirtschaftlich-finanziellen Untersuchungen, die sowohl die Volkswirtschaft, die Elektrotechnik als das Bauwesen interessieren.

Über die Geschichte der Hydraulik in der Schweiz ist bis jetzt wenig veröffentlicht worden. Ingenieur *Du Bois*³⁶ sind zwei Aufsätze über die französischen Hydrauliker Bélidor und Aug. Ramelli zu verdanken. *Ch. Jaeger* (1944)³⁷ hat über die Entwicklung der modernen Hydraulik im allgemeinen berichtet.

Charakteristisch für die Entwicklung der wissenschaftlichen Hydraulik in der Schweiz ist, dass sie stets durch den Fortschritt der Technik bedingt wurde. Die meisten wissenschaftlichen Arbeiten der letzten Jahrzehnte sind entstanden, um auf präzise Fragen der Technik, insbesondere des Kraftwerk- und des Flussbaues, eine Antwort geben zu können. So ist

es auch zu erklären, dass dieselben Probleme ungefähr zur gleichen Zeit an verschiedenen Orten in der Schweiz und im Auslande behandelt wurden.

II. Die Wasserbauten

1. Einleitung

Grosse wissenschaftliche Theorien auf dem Gebiete der Hydraulik, die den tatsächlichen Bedürfnissen der Technik um Jahrzehnte oder sogar um Jahrhunderte vorausseilten, wie es etwa im 18. Jahrhundert die Arbeiten *Eulers* und *Bernoullis* gewesen sind, waren im 19. Jahrhundert nicht mehr zu finden. Im Gegenteil haben sich in dieser Periode die schweizerischen Ingenieure und Hydrauliker stets nur mit solchen wissenschaftlichen Problemen befasst, die mit der Entwicklung und den Bedürfnissen der Praxis in direktem Zusammenhang standen¹. Dabei ist zu erwähnen, dass für die Lösung dieser Probleme im 19. Jahrhundert die sicheren wissenschaftlichen Unterlagen zum Teil noch fehlten. Die wissenschaftliche Hydraulik musste abwarten, bis die Physik, die Mechanik, die Hydro- und Aeromechanik und die theoretische Hydraulik sich genügend entwickelt hatten. Diese Entwicklung ergab erst im 20. Jahrhundert positive Resultate, die die wissenschaftliche Hydraulik benützen konnte.

Die historische Entwicklung der wissenschaftlichen Hydraulik in der Schweiz kann nur dann verstanden werden, wenn einerseits die Geschichte des Fluss- und Wasserbaues in der Schweiz parallel skizziert wird, und wenn anderseits die allgemeine Entwicklung der Hydraulik, als Kapitel der Physik und der Mechanik betrachtet², in den andern Ländern — von *Bélanger* und *Bresse* über *Bazin*, *Froude* und *Reynolds* bis zu *Prandtl* und den anglo-sächsischen Theoretikern der Turbulenz — im Auge behalten wird. Dabei ist die Grenze mit den benachbarten Gebieten des Turbinen- und Pumpenbaues einerseits, der Hydrologie und Geologie anderseits nicht immer scharf zu ziehen.

Die Geschichte der Wasserbauarbeiten zerfällt in zwei Perioden, wovon die erste durch grosse Flussbauten, die zweite durch grosse Kraftwerksbauten charakterisiert ist. Dabei sind diese beiden Perioden gegeneinander nicht scharf abgegrenzt, sondern greifen naturgemäss ineinander. Unter den grossen Flusskorrekturen sind zunächst der Kanderdurchstich, die Linthkorrektur durch *Escher von der Linth* zu Anfang des letzten Jahrhunderts, also vor mehr als hundert Jahren, die Juragewässerkorrektur und die Rheinregulierung zu erwähnen. Selbstverständlich sollte eine einigermaßen vollständige Geschichte unserer Flussbauten noch weitere Arbeiten, wie die Rhonekorrektur, die Korrektur der Magadinoebene, die Regulierung der Schweizer Seen sowie zahlreiche Wildbachverbauungen erwähnen.

2. Flusskorrekturen

a) Die Juragewässerkorrektur³.

Vor der Juragewässerkorrektur konnte die Aare — die damals südlich des Bielersees vorbeifloss — ihr Geschiebe nicht richtig befördern. Der Schuttkegel der Emme bewirkte in früheren Zeiten den Aufstau der Aare unterhalb Solothurn; dadurch war der Weitertransport der Aaregeschiebe von Büren oder Meienried an unmöglich. Infolgedessen wurde auch die Zihl (vom Bielersee herkommend) gestaut. In der Ebene zwischen den drei Seen (Neuenburgersee, Murtensee und Bielersee) lag eine Sumpflandschaft. Weitere Möser, die öfters überschwemmt wurden, herrschten in der weiteren Umgebung der drei Seen vor. Bei Hochwasser lagen Nidau und Teile von Biel unter Wasser; auch die obere Gegend litt gewaltig unter diesem Zustand.

Als erster (1816) erkannte *Tulla* (badischer Oberdirektor der Strassen-, Brücken- und Wasserbauten, der an der Linthkorrektur beteiligt gewesen war) die wahren Ursachen des Mißstandes. Das Projekt *Tulla* sah eine Geradlegung der Aare, eine Korrektur des Zihlbettes sowie einen Durchbruch durch den Emmenkopf vor. Die richtige technische Lösung des Problems wurde aber erst durch *La Nicca* (1841—1842) angegeben: Die Aare sollte von Aarberg direkt in den Bielersee (bei Hagneck) geleitet werden und dieser zur Ablagerung der Geschiebe dienen. Die Verbindungskanäle der drei Seen sollten vergrössert und ihr Durchflussvermögen vermehrt werden. Die Seen selbst würden als Ausgleichbecken für die Hochwasser benützt. Entsprechend dem vermehrten Zufluss und der zur Entwässerung der Möser notwendigen Seeabsenkung war eine Erweiterung des Abflusskanals des Bielersees, resp. seine Erneuerung vorgesehen. Der Kanal, durch welchen die Aare abgeleitet werden sollte, mündete in den See durch einen Wasserfall. Das errechnete Durchflussvermögen war maximal 1100 m³/s. Die untere Broye, als Verbindung zwischen Murten- und Neuenburgersee, wurde in ihrem Lauf begradigt.

1833 hatte der Schutzverein Nidau ein Komitee zur Förderung der Juragewässerkorrektur gegründet. Am 29. September 1839 wurde in Ins eine Vorbereitungsgesellschaft gebildet. Sie wählte zu ihrem Präsidenten einen Arzt, Präsident des Nidauer Zentralkomitees: Dr. *J. R. Schneider*, dem auch die Berufung von *La Nicca* zu verdanken ist. Am 5. November 1842 wurde das Projekt *La Nicca* genehmigt. In dem Bericht *La Nicca* wurde der Nachweis erbracht, dass durch die Einleitung der Aare nicht nur keine Erhöhung der Seen eintreten werde, sondern dass diese beliebig gesenkt werden könnten durch entsprechende Profilgestaltung des Nidau-Büren-Kanals. Dieser lief

nun nicht mehr Gefahr, durch die Geschiebe der Aare verstopft zu werden. Die zukünftigen Seestände für den Bielersee waren angenommen mit 430,94 für Hochwasser und 427,71 für die Niederwasser.

Der Grundgedanke des Projektes La Nicca war so klar und so überzeugend dargelegt, dass jede andere Lösung hätte zurücktreten müssen. Und doch tauchten Gegner auf (insbesondere der damalige Sekretär der Baudirektion des Kantons Bern, Ing. *Kutter*); es wurden Gegenprojekte aufgestellt, Expertisen angeordnet, bis endlich durch Bundesbeschluss vom 25. Juli 1867 den Kantonen Bern, Freiburg, Solothurn, Waadt und Neuenburg zum Zwecke der Korrektur der Juragewässer ein Bundesbeitrag von fünf Millionen Franken bewilligt wurde. Die Bauarbeiten wurden von Oberingenieur *Gustav Bridel* (1868—1873) und dann von *Karl von Grafenried* (1874—1887) geleitet. Zur Überwachung der Arbeiten amtierten für die Eidgenossenschaft die Ingenieure *La Nicca* und *Fraisse* als technische Experten.

b) Die Rheinkorrektion⁴

Über Hochwasserkatastrophen im Rheintal wird in den alten Urkunden schon Anno 1511 berichtet.

Als erster Inspektor der Rheinbauten wurde der berühmte österreichische Ingenieur *Negrelli* berufen (1831—1835). Ihm folgte Chefingenieur *Hartmann*, der 1837 mit Österreich ein wichtiges Abkommen über die Festsetzung neuer Wuhrlinien abschloss, das das Wuhrprovisorium von 1827 ergänzte. Damals lasteten die Ausgaben auf den Schultern der Wuhrgemeinden. Erst nach längeren Beratungen entschlossen sich die eidgenössischen Räte, in Anwendung von Art. 21 der Bundesverfassung von 1848, der st.-gallischen Rheinkorrektion einen Drittel der Kosten als Bundessubvention zukommen zu lassen. In der Zwischenzeit waren auf österreichischer Seite ausgedehnte Arbeiten durchgeführt worden. Nach den Vorarbeiten begann auf schweizerischer Seite eine lebhaftere Bautätigkeit, um auch dem st.-gallischen Rheintal Sicherheit zu schaffen. Leider aber erfuhr die intensive Arbeit schon im Anfangsstadium durch die zwei ausserordentlichen Hochwasser von 1868 (26. bis 28. September) und 1871 (18. Juni) starke Störungen, Schädigungen und Unterbrechungen.

Wasserbauinspektor *Hartmann* bezeichnete als Ursache der Einbrüche und Überschwemmungen:

1. Die beständig zunehmende Erhöhung des Flussbettes durch immer neu von oben herabkommende Geschiebe.
2. Das zu rasche Fortbauen der neuen Korrektionswerke.
3. Die Vernachlässigung des Unterhaltes der alten Wuhre und Dämme. Dass geschiebeführende Flüsse

wie der Rhein ihr Bett erhöhen, ist eine uralte bekannte Tatsache; dass aber diese Erhöhung erst seit 30 oder 40 Jahren in höchst gesteigerter Progression vor sich geht, seit der Holzhandel in den Alpen in so grossen Flor gekommen ist, darauf wurde zuerst von den Technikern aufmerksam gemacht; jetzt ist diese Erscheinung jedem Laien geläufig.

Der schweizerische Bundesrat hatte eine Expertenkommission zur Untersuchung der Verhältnisse bestellt, bestehend aus Oberbauinspektor *A. von Salis*, Ingenieur *Bridel* und Ingenieur *W. Fraisse* (Bericht vom 23. August 1871). Schon diese Experten wiesen auf die Notwendigkeit der Wildbachverbauungen im Einzugsgebiete hin. Die Experten fanden auch einen Hauptübelstand in den zahlreichen Binnengewässermündungen, die infolge des Rückstaus und der Hinterspülung der Dämme stets eine grosse Gefahr bedeuteten. Sie rieten zur Anlage von Kanälen, die alle Binnengewässer einer Talstufe zu sammeln hätten und erst bei den natürlichen Talabschlüssen in den Rhein einzuleiten wären. Eine weitere sachverständige Kommission empfahl als Ergänzung des Korrektionswerkes von *Hartmann* den Einbau einer 40—60 m breiten Niederwasserrinne in der Hochwuhrrinne. Doch wurde diesem beachtenswerten Vorschlage keine Folge geleistet.

Die Korrektionsarbeiten rückten nun rasch vor. 1879 übernahm Oberingenieur *Jost Wey* die Leitung der Arbeiten, dem 1908 Oberingenieur *C. Böhi* und 1943 Oberingenieur *Peter* folgten. Inzwischen war der Bundesbeschluss vom 21. Juli 1871 in Kraft getreten, der die Korrektur und Verbauung der Wildwasser als vom Bunde zu unterstützende Werke erklärt. Der erste, grundlegende Teil der Aufgabe war die Sicherung des st.-gallischen Rheintales gegen die Überflutungen. Der Anregung der Experten von 1871 folgend, hat Oberingenieur *Wey* sich dann auch tatkräftig dafür eingesetzt, die Seitengewässer in Binnenkanälen zusammenzufassen und an geeigneter Stelle in den Rhein einzuleiten, um bei jeder Anschwellung des Rheins Zurückflutungen im Binnenland zu verhindern. Ein erster Seitenkanal fasst alle Seitenflüsse des Werdenberges von Trübbach abwärts und mündet etwas oberhalb der Illmündung in den Rhein. Die Seitengewässer von Sennwald abwärts werden durch den Rheintaler Binnenkanal gefasst und bei St. Margrethen in den Rhein und durch diesen direkt in den Bodensee geführt. Durch die beiden Kanäle, die meist in den durchlässigen, kiesigen Untergrund einschneiden und deren Sohle überall wesentlich tiefer als die Rheinsohle liegt, wird viel Sicker- und Druckwasser vom Rhein abgeschnitten. Mit diesen beiden Kanälen war die Grundlage für die sekundäre Entwässerung geschaffen; sie bot die nötige

Vorflut, um die vielen Bergbäche zu korrigieren. Diese flossen in ähnlicher Weise wie der Hauptfluss auf breiten, hohen Rücken, die sich mit ihrem Geschiebe nach und nach aufgeschüttet hatten; dabei hatten sie in der Mehrzahl einen stark gewundenen Lauf und ein meist zu enges Bett. Nun konnten sie gestreckt und in den Talboden eingebettet werden. In den letzten 20 Jahren ist an der Durchführung dieser Sekundärentwässerung lebhaft gearbeitet worden.

Für die st.-gallische Rheinkorrektion sind bis 1930 37 Mio Franken verausgabt worden; jedoch hat sie die auf sie gesetzten Hoffnungen nur in einer Hinsicht erfüllt: die Talschaft ist seit 1871 wohl vor Einbrüchen verschont geblieben; das gewaltige Hochwasser vom 25. September 1927, mit $2600 \text{ m}^3/\text{s}$ im Rhein im Augenblick des Dammbrechens, später mit einer Höchstwasserwelle von $3100\text{—}3200 \text{ m}^3/\text{s}$, brach auf liechtensteinischer Seite aus. Aber die Erwartung, es werde durch die Korrektion auch der Geschiebetransport günstig beeinflusst, ist nicht in vollem Masse in Erfüllung gegangen.

Zur Behebung der Schwierigkeiten im Rheintal wurde der Gedanke einer Kürzung des Flusslaufes ausgesprochen. Diese Anregung geht etwa auf das Jahr 1795 zurück. Auch Oberingenieur Hartmann setzte sich für die Schaffung des Fussacher Durchstiches ein. Nach langen Verhandlungen einigten sich 1893 die Schweiz und Österreich auf Ausführung der *internationalen Rheinregulierung von der Illmündung bis zum Bodensee*. Dieses im Jahre 1895 begonnene Werk brachte im Mai 1900 die Eröffnung des *Fussacher-* und im April 1923 diejenige des *Diepoldsauer Durchstiches*. Die Gesamtausgaben der internationalen Rheinregulierung beliefen sich bis 1934 (beim Abschluss der Rechnungen) auf 37 587 000 Franken. Mit dem Fussacher Durchstich, der direkt in den Bodensee mündet und 5 km misst, ist eine Verkürzung des Flusslaufes von 7 km, mit dem Diepoldsauer Durchstich eine solche von 3 km erreicht worden.

Die Gesamtstrecke von der Illmündung bis zum Bodensee, die einer durchgehenden Normalisierung unterworfen wurde, misst 25 km. Die Wirkung des Fussacher Durchstiches war anfänglich recht befriedigend; erstmals wurden nun grobe Geschiebe bis zum Bodensee transportiert. In der Zwischenstrecke, und noch mehr im Diepoldsauer Durchstich, mussten dagegen fortschreitende Sohlenerhöhungen festgestellt werden. Von 1920—1936 wurden in der Zwischenstrecke $248\,700 \text{ m}^3$ Geschiebeablagerungen festgestellt, im Diepoldsauer Durchstich von 1923—1936 waren es $940\,200 \text{ m}^3$. Die Sohlenerhöhung betrug dort 2,26 m.

Als Ursachen, die zu diesem unbefriedigenden und gefährlichen Zustand führten, sind zu bezeichnen⁵:

1. Das Festhalten am Längenprofil des Staatsvertrages und entsprechend zu tiefe Lage von Sohle und Wuhre.

2. Die übergrosse Breite des Mittelgerinnes.

3. Die immer noch ausserordentlich grosse Geschiebezufuhr aus dem Einzugsgebiete des Rheins.

Modellversuche, die in der Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH durchgeführt⁶ und durch Berechnungen ergänzt wurden, lassen keinen Zweifel an dem Zutreffen dieser Aussagen zu. Zur Verbesserung des heutigen Zustandes schlug die Versuchsanstalt ein Gesamtprojekt vor mit talabwärts zunehmender Verengung des Mittelgerinnes oder dann dauernde Baggerungen im Rheinbett und Verbauungen im Einzugsgebiet. Letztere Massnahmen wären eventuell wirtschaftlicher, um so mehr als Verbauungen, mit Rücksicht auf die lokalen Schäden im Einzugsgebiet, sowieso vorzunehmen sind.

3. Entwicklung der Wasserkraftanlagen

a) Allgemeines

Ein Bild der Entwicklung der Wasserkraftanlagen in der Schweiz geben folgende Zahlen über die installierten Leistungen^{7 8}:

Total der ausgenützten Wasserkraft

im Jahre 1888	54 500 PS
im Jahre 1925	1 760 000 PS

Für die spätere Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft in der Schweiz sind folgende Zahlen aus den Erhebungen des im Jahre 1930 gegründeten Amtes für Elektrizitätswirtschaft in Bern von Interesse:

Maximal verfügbare Eigenleistung^{9 a}

1936	1 332 000 kW
1942	1 760 000 kW

	Produktionsmöglichkeit in 10^6 kWh		Erzeugte elektrische Arbeit in 10^6 kWh		Ausnützung in %	
	Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer
1916	2413		1539		64	
1919	2707		1786		66	
1922	3207		1970		61	
1925	1704	2110	1338	1364	78	65
1929	1930	2430	1794	1956	93	80
1933	2520	2300	1944	1948	77	60
1935/36	2360	3360	2370	2300	83	69
1941/42	3665	4335	2877	3563	87	92

Die Zeit um das Jahr 1880 bildet einen Wendepunkt in der Anwendung der elektrischen Energie infolge wesentlicher Fortschritte auf dem Gebiet der Starkstromtechnik, bedingt durch die Erfindung der Glühlampe (Edison, 1879) und durch die Schöpfung leistungsfähiger Mittel für die Umwandlung mechanischer Energie in elektrische (Dynamo von Siemens,

1867; erste schweizerische Konstruktion eines Gleichstromdynamos durch Bürgin, 1875, im Handel seit 1881).

Im Jahre 1885 war aber nur in einem einzigen Werk eine Leistung von 1000 PS installiert (Emmenweid). Für den Aufschwung der Elektrizitätswirtschaft in Europa ist das Jahr 1891 massgebend, als an der Ausstellung von Frankfurt am Main eine elektrische Kraftübertragung von 170 km Länge gezeigt werden konnte [Erbauer: C. E. L. Brown, Huber (Maschinenfabrik Oerlikon) und Rathenau (AEG Berlin)]. Als erste grössere Werke sind in der Schweiz die Elektrizitätswerke *Wynau* (Bern 1895) mit 4000 PS, *Chèvres* (Genf 1896) mit 7500 PS, *Rheinfelden* (1895—1898) mit 16 800 PS und *Hauterive* (Freiburg 1902) mit 11 100 PS installierter Leistung zu erwähnen. *Campocologno* (Brusio) mit 35 000 PS stammt aus dem Jahre 1907, *Löntsch* (18 000 PS) und *Chippis* (32 600 PS) aus dem Jahre 1908, *Albula* (24 600 PS) aus dem Jahre 1910, *Gösgen* (60 000 bis 80 000 PS) aus dem Jahre 1917. Von nun an folgen die Inbetriebsetzungen der grossen schweizerischen Kraftwerke in regelmässigen Zeitabschnitten.

Für die Darstellung der geschichtlichen Entwicklung der Wasserkraftanlagen ist es vom technischen Standpunkte aus zweckmässig, zunächst zwischen Niederdruck- und Hochdruckanlagen zu unterscheiden.

b) Technische Entwicklung der Niederdruck-Wasserkraftanlagen^{9 10 11}

Die Entwicklungsgeschichte der Niederdruckanlagen (4—25 m Gefälle) steht im engsten Zusammenhange mit der Entwicklung der Turbinentypen, deren Schnellläufigkeit und deren Grösse. Instrukтив ist in dieser Beziehung folgende Tabelle über die Charakteristik der Turbinen einiger Kraftwerke, der nicht nur die max. Turbinenleistung, sondern auch die Konstruktionstypen zu entnehmen sind^{11 12}.

Selbstverständlich hängen die *Abmessungen des Maschinenhauses* und insbesondere die Fundationen von dem Turbinentypus und der Turbinenleistung ab. Mit zunehmender Konzentration der Leistung auf sehr grosse Turbineneinheiten konnten die Zentralen relativ kleiner gebaut werden. Massgebend für die all-

gemeine Gestaltung einer Niederdruckanlage sind im wesentlichen die örtlichen Verhältnisse des ausgenützten Flussgebietes. Ihrer Anordnung nach sind die Niederdruckkraftwerke in zwei Hauptgruppen zu unterteilen, nämlich in sogenannte Kanalkraftwerke und in reine Stauanlagen (Flusskraftwerke). Heutzutage ist man zur Erkenntnis gekommen, dass reine Stauanlagen meistens wirtschaftlicher sind, so dass sie bevorzugt werden. In den früheren Perioden baute man vorzugsweise Kanalkraftwerke, deren Bau damals leichter ausfiel. Es sind aber Ausnahmen zu erwähnen: Das nun abgebrochene alte Werk *Chèvres* war schon eine reine Stauanlage; das moderne Kraftwerk *Rupperswil* ist ein Kanalwerk. Das Schema der Kanalkraftwerke hat sich im Laufe der Zeit wenig geändert. In der Disposition des Maschinenhauses und des Wehres sind dagegen beim Flusskraftwerk im Laufe der Zeit grössere Änderungen eingetreten. Sie rühren einerseits von Grösse, Typus und Zahl der Turbinen her (es werden heutzutage wenige, aber grosse Einheiten bevorzugt), anderseits von der Entwicklung der Baumethoden und von neuen Erkenntnissen in bezug auf Geschiebeführung und guter Wasserführung (verminderte Energieverluste).

Für den Bau von Niederdruckanlagen war die um 1910 durch *Conradin Zschokke* (1842—1913) zum erstenmal verfolgte *pneumatische Fundierung* der Stauwehre der Kraftwerke *Augst-Wyhlen* und *Laufenburg* ein äusserst wichtiges Ereignis. Von nun an wurden fast alle grösseren Kraftwerke mit Hilfe von Druckluftcaissons fundiert, so auch die Zentrale *Rupperswil* (1944). In der Zwischenzeit ist aber bei günstigen Verhältnissen, d. h. hoher Felslage, auch der Bau in offener Baugrube hinter Fangdämmen verbessert worden, wobei aber viel leistungsfähigere Bauplatzinstallationen den Unternehmern zur Verfügung stehen. (*Ryburg-Schwörstadt*, 1930/31; *Reckingen*, 1939; *Verbois*, 1940—1943.)

Allgemeine Projektierung, topographische Disposition und sogar Bauplatzanordnung moderner Niederdruckkraftwerke werden heutzutage in der Schweiz meistens an Hand von systematischen Modellversuchen festgestellt. Insbesondere wurden in der Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH (Prof. Dr. E. Meyer-Peter) zahlreiche Modellversuche unter-

Jahr	Kraftwerk	Turbinenkonstruktion	Spezifische Drehzahl	Betriebswassermenge m ³ /sec	Max. Turbinenleistung PS	Wirkungsgrad %
1893	Chèvres	Jonval	360	20	1200	~ 68
1895	Rheinfelden	Francis, vertikal	370	28,5	840	~ 75
1908/14	Laufenburg	Francis, horizontal	560	60	6400	~ 85
1920/25	Chancy-Pougny	Francis-Dubs, vertikal	520	94	9150	88,9
1930/31	Ryburg-Schwörstadt . .	Kaplan, vertikal	740÷800	314	40 000	92,7

nommen, um die Eintrittsbauwerke von Kanalwerken möglichst geschiebefrei zu gestalten und um die Kolk-tiefe unterhalb der Stauwehre möglichst klein zu halten^{12 13}.

c) Technische Entwicklung der Hochdruck-Wasserkraftanlagen^{7 80 81}

In andern Ländern wurden auch Mitteldruck-anlagen mit 25—80 m Gefälle gebaut, in denen sich das Maschinenhaus direkt an das Stauwehr anlehnt (Typ: *Génissiat Marèges Aigle*). In der Schweiz ist dieser Typ nicht vertreten. Die topographischen Be-dingungen verlangen den Bau typischer Hochdruck-Wasserkraftanlagen mit längerem Stollen und darauf-folgenden steilen Druckleitungen.

Im Jahre 1895 wurde das Kraftwerk *Waldhalde* (W. Wyssling, Prof. ETH) an der Sihl vollendet. Für die 70 m Gefälle war ein 2200 m langer Stollen zu bauen, wobei noch, als Neuheit, ein Wasserschloss unter Berechnung durch *Stodola* (Prof. ETH) am höchsten Punkt der Rohrleitung angeordnet wurde. Wir müssen das 1908 gebaute *Löntschwerk* (18 000 PS) als einen Markstein am Entwicklungswege der schweizerischen Hydroelektrizitätswirtschaft würdi-gen. Die Niederdruck-«Laufwerke» haben den Nach-teil, dass ihre verfügbare Leistung im Winter mit dem Wasserabfluss wesentlich zurückgeht, die höhere Sommerleistung daher nicht ausgenützt werden kann. Wohl angeregt durch diesen Mangel bei dem (sechs Jahre vorher erstellten) *Beznauwerk*, fasste man bei der A.-G. *Motor (Nizzola)* den Entschluss zur Ver-wirklichung des Gedankens, mit dem «Laufwerk» ein Hochdruckwerk mit genügender Wasserspeicherung, ein «Speicherwerk», zu verbinden, um das dort im Sommer gespeicherte Wasser im Winter für die Er-gänzung der geringeren Leistung des Laufwerkes zu verwenden. Das *Löntschwerk*¹⁸ markiert den Beginn der *hydraulischen Verbundwirtschaft* von Lauf- und Speicherwerken. Technisch war beim Löntschwerk das grosse Wasserschloss bemerkenswert.

Beim Bau von Druckstollen wurde zunächst das hufeisenförmige Profil vom Bahntunnelbau über-nommen. Es zeigte sich aber am *Ritom*-Stollen, in welchem sich Risse gebildet hatten, dass für Druck-stollen eine neue Bautechnik mit kreisrunden, even-tuell verkleideten und sogar armierten Profiltypen ausgearbeitet werden musste, die dem inneren Wasser-druck und dem tatsächlichen Widerstand des Felsens besser Rechnung trägt. Zwecks Abklärung des Ver-haltens eines Druckstollens im elastischen Fels wurden Versuche in den Druckstollen der SBB-Kraftwerke *Ritom* und *Amsteg* durchgeführt, über welche Inge-nieur *Schrafl*¹⁹ berichtet hat. (Experten: J. Büchi, A. Rohn, F. Rothpletz.) In der Folge sind ähnliche

Versuche auch an andern Orten durchgeführt worden²⁰.

Die meisten schweizerischen Kraftwerke besitzen *Druckleitungen*, die nicht eingegraben sind. In den letzten Jahren entwickelte sich eine neue Bauart, wo-bei die Druckleitungen durch *Druckschächte* ersetzt werden [Kraftwerke *Handeck* (1928, A. Kaech) und *Innertkirchen* (1941)]. Über die Berechnung von Druckschächten sind Theorien von J. Büchi²¹ und Ch. Jaeger²² veröffentlicht worden.

Bei Hochdruckkraftwerken mit grosser Speicher-möglichkeit bildet die *Talsperre* einen wesentlichen Bestandteil der Anlagen. In der Schweiz sind fast alle Typen von Talsperren vertreten: Massive Gewichts-staumauern aus Beton (*Schräh, Rempen, Barberine, Etzel*), verschiedene Typen von aufgelösten Stau-mauern [*Dixence, Lucendro* (im Bau)], sogenannte reine Bogenstaumauern (*Pfaffensprung*) und kombi-nierte Gewichts-Bogenmauern [*Jogne, Spitallam, Rossens* (im Bau)], Erddämme (*Klöntal, Hühnermatt, Bannalp*) und Blockdämme (*Ticinetto*). Dem hohen Stand der Technik auf dem Gebiete des Baues von Talsperren entsprechen auch theoretische Abhand-lungen und Untersuchungen auf dem Gebiete der Be-rechnung von Staumauern^{23 27}. Insbesondere haben die Schweizer Ingenieure wesentlich dazu beigetragen, die Theorie der kombinierten Gewichts-Bogenmauern, sogar unter Berücksichtigung der elastischen Einspan-nung der Fundamente und Kämpfer (M. Ritter, H. Gicot²⁸) sowie die Berechnungsmethoden von Erd-dämmen²⁹ zu entwickeln.

d) Die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft^{7 8}

Die technische Entwicklung des Kraftwerkbaues in der Schweiz wäre nicht denkbar ohne eine ent-sprechende finanzielle und volkswirtschaftliche Organisation der Elektrizitätswirtschaft. In den An-fängen war die Entwicklung der Elektrizitätswirt-schaft fast ausschliesslich der zielbewussten Pionier-arbeit der Privatwirtschaft und der Gemeinden zu verdanken. Im Jahre 1872 sehen wir z. B., dass eine Privatgesellschaft im Kanton Freiburg das kleine Kraftwerk *Maigrange* (G. Ritter) baut, das später mit anderen Werken [*Montbovon*, 1898 (*Maurer*), *Haute-rive*, 1898—1902] zu den *Entreprises Electriques Fribourgeoises* übergehen sollte. Die *Wasserversor-gung der Stadt Zürich* baut 1877 das Pumpwerk *Letten*, das nach dem Umbau in ein elektrisches Werk (1892) als Grundlage des späteren *Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich* angesehen werden kann. 1885 er-stellte die *Stadt Bern* das Kraftwerk *Matte* an der Aare, welchem 1892 die Wasserkraftanlage *Felsenau* folgte. Im Jahre 1889 wurde in *Neuhausen* die *Alu-minium-Industrie A.-G.* (Oberst Naville) gegründet,

die nicht nur einer der grössten Industriekonzerne der Schweiz werden sollte, sondern auch im Laufe der Jahre mehrere weitere Kraftwerke für ihren eigenen Bedarf erstellte. Auch die Gründung der *Gesellschaft für Chemische Industrie in Basel* im Jahre 1884 sollte hier erwähnt werden, obwohl diese Gesellschaft erst im Jahre 1910 das Kraftwerk *Monthey* bauen liess. Im Jahre 1894 ist der Umbau zum Elektrizitätswerk der Fabrikanlage *Dietikon* zu erwähnen, die später an das *Elektrizitätswerk des Kantons Zürich* überging.

In den Jahren 1895 bis 1897 sind noch zwei weitere für die zukünftige Entwicklung der schweizerischen Industrie und Elektrizitätswirtschaft äusserst wichtige Industriegesellschaften gegründet worden: 1895 die *Motor AG.* (Baden), welcher der Bau der Kraftwerke *Hagneck* (1898), das später von den *Bernischen Kraftwerken* angekauft wurde, und *Beznau-Löntschi*, das bei der Gründung der *Nordostschweizerischen Kraftwerke* an diese Gruppe überging, zu verdanken ist. 1923 fusionierte die *Motor AG.* mit der 1913 gegründeten *Columbus AG.* zur *Motor-Columbus AG.* (*Nizzola, Ehrensperger, Brodowski*), die sowohl in der Schweiz als im Ausland eine Reihe grosser Kraftwerke baute. Aus dem Jahre 1897 ist die Gründung des Elektrizitätswerkes *Lonza AG., Basel*, mit dem ersten Kraftwerk *Gampel* (1897—1898—1900), das durch spätere weitere Werke ergänzt wurde, zu erwähnen.

Zur selben Zeit ungefähr ist die Gründung der ersten grösseren *Gemeindewerke* erfolgt:

- 1892 *EW Zürich* (*Wyssling*, später *Trüb*),
- 1896 *Services industriels de la ville de Genève*, mit dem Kraftwerk *Chèvres* (*Turrettini*, später *Filliol*),
(Das Pumpwerk *Coulouvrenière* (*Turrettini*) stammt aus dem Jahre 1882),
- 1899 *Services industriels de la Ville de Lausanne*, mit der Zentrale *Bois-Noir* (1899—1901) (*Chavannes*).

Erst einige Jahre später folgte dann die Gründung der grossen *kantonalen Werke*, und zwar, um nur die wichtigsten unter ihnen zu nennen:

- 1899 *EW Kanton Basel-Stadt*,
- 1901 *Joux et Orbe*, zum Teil in Händen des Kantons *Waadt* (*Nicole*),
- 1908 *Elektrizitätswerk des Kantons Zürich* (*Keller*),
- 1909 *Bernische Kraftwerke* (*Will, Moll*),
- 1915 *Entreprises Electriques Fribourgeoises* (*Maurer, Joye*),
- 1918 *Bündner Kraftwerke* (*Chur*, später *Klosters, Lorenz*).

Es folgt dann die Gründung der grossen *interkantonalen Werke*:

- 1913 *Centralschweizerische Kraftwerke* (*Luzern, Ringwald*),
- 1914 *Nordostschweizerische Kraftwerke* (*Baden, Keller, Erny*),
- 1919 *Energie de l'Ouest-Suisse* (*Lausanne, Landry, Schmidt*),
- 1924 *Kraftwerke Oberhasli* (*Innertkirchen*).

Unter den *Grosskraftwerkbauern* sind noch die *SBB* (*Eggenberger, Huber, Wyssling*) zu erwähnen, mit den Kraftwerken:

- Massaboden* (1898—1899),
- Ritom* (1916—1920),
- Amsteg* (1916—1924),
- Barberine* (1919—1925),
- Vernayaz* (1924—1926).

Die Kraftwerke *Etzel* (1932—1937) und *Rupperts-wil* (1940—1945) sind gemeinschaftlich mit den *NOK* erbaut worden. Das Kraftwerk *Wäggital* ist Eigentum der *NOK* und der Stadt *Zürich*.

Mit der Zeit nahmen diese grossen Gesellschaften mehr und mehr die Projektierung und sogar die Bauausführung ihrer neuen Kraftwerke in eigene Hände. (*Motor Columbus: Nizzola, Brodowski, Gugler, Ehrensperger, Niesz; NOK: Zwygart, Engler, Hürzeler; EOS: Landry; BKW: Meyer; Oberhasli: Kaech* usw.). Von den anfänglich zahlreichen Ingenieurbureaus, die sich zeitweise mit der Projektierung von Kraftwerken beschäftigten, sind nur wenige zu nennen, die sich im Kraftwerkbau dauernd spezialisierten. Erwähnt seien: *Boucher* (*Prilly, Lausanne*), *Palaz*, (*Lausanne, Paris*), *Kürsteiner-Narutovics* (*Zürich*), *Büchi* (*Zürich*), *Gruner* (*Basel*), *Kaech* (*Bern*).

Sowohl die *Motor Columbus AG. (Baden)* als die *Elektrobank* haben grosse Kraftwerke in Italien, Spanien, Südamerika, Polen usw. gebaut oder an deren Finanzierung mitgewirkt. Diese ausländische Tätigkeit beider Finanzgruppen hat für unsere Industrie und unsere Wirtschaft weittragende Konsequenzen gehabt. Infolge der internationalen Lage sind aber seit 1933 diese ausländischen Geschäfte eher in Rückstand getreten.

Die Bauunternehmungen *Locher & Cie. (Zürich)*, und *C. Zschokke* (*Genf und Döttingen*) sowie die Eisenbaufirma *Buss* (*Basel*) haben sich ebenfalls zum Teil im Bau und in der Projektierung von Kraftwerken spezialisiert.

Die Mitarbeit der Maschinenindustrie (*Escher Wyss [Dubs, Moser, Keller], Th. Bell, Kriens, L. v. Roll, Klus [Schnyder], Sulzer, Charmilles [Neeser, Gaden], Ateliers de Constructions de Vevey [Dommer]*) und der Elektroindustrie (*MFO, BBC*) einerseits, der grossen Banken (*Elektrobank*) andererseits am Ausbau dieser grossen Wasserkraftanlagen ist nicht zu unterschätzen. Auch die Eidgenössische Technische Hochschule (*Wyssling, Prasil, Dubs, Zschokke, Narutovics, Meyer-Peter*) und die *Ecole d'Ingénieurs de Lausanne* (*Stucky, Thomann, Landry, Oguey*) haben an dieser Entwicklung wesentlich beigetragen und auch den Ruf der schweizerischen Technik im Ausland verbreitet.

Die heutige Periode (1938—1945) ist infolge des Kriegszustandes, des Mangels an Zement, Kohle, Rohstoffen und Arbeitskräften — und nicht zuletzt infolge gewisser innerpolitischen Schwierigkeiten (Kon-

zessionserteilungen) — eine ausgesprochene Periode des Projektierens gewesen. Die Hinterrheinwerke, die Urserenwerke, die Greina-Bleniowerke und deren Varianten wären so gewaltige Schöpfungen, dass ihr Entstehen nur als Gemeinschaftswerk schweizerischer Energieproduzenten geplant und verwirklicht werden kann. Technisch lassen sich diese Projekte nur unter Berücksichtigung aller in den vorhergehenden Perioden sorgfältig gesammelten Erfahrungen ausführen. Somit tritt für unsere Energiewirtschaft eine neue Periode ein, der wir mit Zuversicht entgegengehen dürfen.

4. Schiffahrt^{82 83}

Im 19. Jahrhundert hat die Schiffahrt in der Schweiz an Bedeutung abgenommen. Dies ist einerseits durch gewisse technische Schwierigkeiten (Versandung des alten Rheins, Verstopfung der Zühl usw.), anderseits und in viel grösserem Masse durch die siegreiche Konkurrenz der Eisenbahnen zu erklären. Seit 1918 hat dagegen die schweizerische Schiffahrt auf dem internationalen Rhein enorm zugenommen. Basel hat sich zu einem grossen internationalen Binnenhafen entwickelt. Die schweizerischen *Schiffahrtsverbände* haben zusammen mit dem *Amt für Wasserwirtschaft in Bern* auch dafür gesorgt, dass detaillierte, zum Teil schon baureife Bauprojekte für die *Schiffbarmachung des Rheins von Basel bis zum Bodensee* und für den *transhelvetischen Kanal* (Rhone-Rheinkanal) ausgearbeitet wurden.

Anmerkungen (Literatur) zu I.

- ¹ E. Ganguillet & W. R. Kutter: Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins, Bd. 21 (1896), S. 6 und 46.
- ² W. R. Kutter: Allgemeine Bauzeitung 35 (1870), S. 239.
- ³ J. Michaud: Bulletin Technique (1903).
- ⁴ O. Schnyder: Wasserkraft und Wasserwirtschaft (1929 und 1932). Nr. 5 und 6. Bulletin v. Roll, Klus (1943).
- ⁵ Ch. Jaeger: Dissertation ETH (1933). Revue générale de l'Hydraulique (1933 und 1935). Schweizerische Bauzeitung, 1934; La Houille Blanche, 1934, 1936; Wasserkraft und Wasserwirtschaft, 1935, 1937; Transactions of the A.S.M.E., 1939; C. R. Acad. des Sciences, 1936, Bd. 202.
- ⁶ H. Favre: Revue générale de l'Hydraulique (1938).
- ⁷ P. de Haller: Bulletin Technique (1940).
- ⁸ F. Prasil: Schweiz. Bauzeitung (1908).
- ⁹ J. Calame et D. Gaden: Paris und Lausanne (1926).
- ¹⁰ Ch. Jaeger: Schweiz. Bauzeitung (1944).
- ¹¹ A. Stucky: Bulletin Technique (1936).
- ¹² H. Favre: Habilitationsschrift ETH, Zürich/Paris (1935).
- ¹³ A. Strickler: Amt für Wasserwirtschaft, Bern, Nr. 16 (1923).
- ¹⁴ E. Hoeck: Dissertation ETH (1943).
- ¹⁵ Ch. Jaeger: Schweiz. Bauzeitung (1931).
- ¹⁶ H. Favre: Zürich und Paris (1933).
- ¹⁷ Ch. Jaeger: Wasserkraft und Wasserwirtschaft (1936).
- ¹⁸ Ch. Jaeger: Bulletin Technique (1934) Schweiz. Bauzeitung (1939), Wasserkraft und Wasserwirtschaft (1940).

- ¹⁹ C. Fawer: Bulletin Technique (1937).
- ²⁰ Ch. Jaeger: Bulletin Technique (1943), Revue générale de l'Hydraulique (1943), Wasserkraft und Wasserwirtschaft (1943), GEP-Fortbildungskurs (1944).
- ²¹ E. Meyer-Peter: Schweiz. Bauzeitung (1930), Génie Civil (1930).
- ²² Ebner: Bulletin Technique: (1940).
- ²³ Feylessoufi: Bulletin Technique (1940).
- ²⁴ A. Stucky: Bulletin Technique (1936, 1937/38, 1940).
- ²⁵ E. Meyer-Peter und H. Favre: Festschrift «Die ETH dem SIA» (1937).
- ²⁶ A. Einstein und R. Müller: Schweizer Archiv (1939).
- ²⁷ E. Meyer-Peter, H. Favre und A. Einstein: Schweiz. Bauzeitung (1934).
- ²⁸ H. Favre: Edition «Foire de Lyon» (1935), Annales des Ponts et Chaussées (1935 bis 1936).
- ²⁹ R. Müller: Dissertation ETH (1943).
- ³⁰ E. Meyer-Peter, H. Favre und R. Müller: Schweiz. Bauzeitung (1935).
- ³¹ E. Meyer-Peter, E. Hoeck, R. Müller, A. Einstein: Schweiz. Bauzeitung (1937).
- ³² W. Eggenberger: Dissertation ETH (1944).
- ³³ R. Müller: Zürich (1944).
- ³⁴ Ch. Jaeger: Wasserkraft und Wasserwirtschaft (1939).
- ³⁵ H. Dufour: Grenoble (1924), Schweiz. Bauzeitung (1924).
- ³⁶ Du Bois: Revue générale de l'Hydraulique (1936 und 1939).
- ³⁷ Ch. Jaeger: Schweiz. Bauzeitung (1944).

Anmerkungen (Literatur) zu II.

- ¹ Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Verein: 100 Jahre SIA. Insbesondere W. Wyssling: Marksteine und Wege der Entwicklung der Elektrotechnik in der Schweiz.
- ² Ch. Jaeger: Des rapports de l'hydraulique technique et de l'hydraulique générale. Schweiz. Bauzeitung, Bd. 124, S. 129, 9. September 1944.
- ³ A. Peter: Die Juragewässerkorrektion 1921. Bericht der bernischen Baudirektion.
- ⁴ C. Böhi: Das st.-gallische Rheintal und die Rheinkorrektion. Schweiz. Wasser- und Energiewirtschaft 1931, Nr. 1, 2, 3.
- ⁵ C. Böhi: Die internationale Rheinregulierung von der Illmündung bis zum Bodensee. 1. Der heutige Zustand des Rheins, insbesondere des Diepoldsauer Durchstiches. Schweiz. Bauzeitung, Bd. 109, Nr. 16 (1937).
- ⁶ E. Meyer-Peter, E. Hoeck und R. Müller: Die internationale Rheinregulierung. 2. Beitrag der Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH Zürich, zur Lösung des Problems. Schweiz. Bauzeitung, Bd. 109, Nr. 17/18 (1937).
- ⁷ Schweiz. Wasserwirtschaftsverband: Führer durch die schweizerische Wasserwirtschaft. 2. Ausgabe 1926.
- ^{7a} Schweiz. Elektrotechnischer Verein: Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz (1942/1944).
- ⁸ M. Rüegg: Die Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie. Zürich, Dissertation 1944.
- ⁹ E. Meyer-Peter: Die Entwicklung der baulichen Bestandteile der hydroelektrischen Werke. Schweiz. Bauzeitung 1927, Bd. 89 S. 107.
- ¹⁰ E. Meyer-Peter und Dubs: Technisch-wirtschaftliche Fortschritte auf dem Gebiete der Wasserkraftanlagen. II Weltkraftkonferenz 1930. Schweiz. Nationalkomitee, Sect. 13, Nr. 217.
- ¹¹ E. Stambach: Über die Entwicklung der schweizerischen Niederdruck-Wasserkraftanlagen in den letzten fünfzig Jahren. Schweiz. Bauzeitung, Bd. 124, Nr. 25/26, Dezember 1944.

- ^{11a} J. Büchi, K. Jenny: Types modernes de barrages mobiles XVI^{ème} Congrès International de Navigation. Bruxelles 1935, 1^{ère} section, 2^{ème} communication.
- ¹² Escher-Wyss-Mitteilungen 1942/43: 100 Jahre Wasserturbinen.
- ¹³ C. Kollbrunner: Hoch- und Tiefbau. 1944.
- ¹⁴ Locher & Cie.: Kolk- und andere Untersuchungen an schweizerischen Wehranlagen. Zürich 1935.
- ¹⁵ E. Meyer-Peter: Die hydraulischen Modellversuche für das Stauwehr des Limmatwerkes Wettingen. Schweiz. Bauzeitung. Bd. 89, Mai 1927.
- ¹⁶ E. Meyer-Peter und H. Favre: Der wasserbauliche Modellversuch im Dienste der Wasserkraftnutzung und der Flusskorrektur. Festschrift: Die ETH dem SIA zur Jahrhundertfeier. Dezember 1937.
- ¹⁷ E. Meyer-Peter: Über einige Probleme des Kraftwerkbaues. Schweiz. Bauzeitung, April 1943.
- ¹⁸ Ehrensperger: Das Elektrizitätswerk am Löntsch. Schweiz. Bauzeitung, Bd. 55/56, 1910.
- ¹⁹ A. Schrafl: Kraftwerke Amsteg und Rütom der SBB. Kurzer Bericht über die Druckstollenversuche der SBB. Schweiz. Bauzeitung. Bd. 83, 1924, S. 7 und 27.
- ²⁰ Ed. Brasey: Procédé de mesure des déformations d'une conduite forcée souterraine. Fribourg 1936.
- ²¹ J. Büchi: Zur Berechnung von Druckschächten. Schweiz. Bauzeitung, Februar 1921.
- ²² Ch. Jaeger: Théorie générale du coup de bélier. Paris Dunod 1933, S. 119 u. ff.
- ²³ A. Rohn: Beitrag zur Berechnung massiver Staumauern. Schweiz. Bauzeitung. Bd. 79, Nr. 10, 11. März 1922.
- ²⁴ A. Stucky: Etude sur les barrages arqués. Bulletin technique, 1922.
Der Talsperrenbruch im Val Gleno. Schweiz. Bauzeitung. Bd. 83, S. 63 und 74, Februar 1924.
- ²⁵ Juillard: L'influence de l'encastrement latéral dans les grands barrages. Schweiz. Bauzeitung. Bd. 77, Dezember 1921.
Calcul des barrages arqués. Schweiz. Bauzeitung. Bd. 81, Nr. 2, 13. Januar 1923.
- ²⁶ K. Hofacker: Das Talsperrengewölbe. Zürich, ETH. Dissertation 1936.
- ²⁷ O. Frey-Baer: Berechnung schiefliegender kreisförmiger Gewölbe gegen Wasserdruck. Schweiz. Bauzeitung. Bd. 122, Nr. 9, 28. August 1943.
Die Berechnung der Pfeiler aufgelöster Staumauern. Schweiz. Bauzeitung. Bd. 123, Nr. 9, 26. Februar 1944.
- ²⁸ H. Gicot: Die Staumauer Rossens. Vortrag, Fachgruppe SIA. Zürich, 14. April 1945.
- ²⁹ E. Meyer-Peter, H. Favre und R. Müller: Beitrag zur Berechnung der Standsicherheit von Erddämmen. Schweiz. Bauzeitung. Bd. 108, Juli 1936.
- ³⁰ E. Erny: 25 Jahre Nordostschweizerische Kraftwerke AG., Baden, 1939.
- ³¹ L'Energie de l'Ouest-Suisse S.A. — 1919 — EOS — 1944. Lausanne 1944.
- ³² Amt für Wasserwirtschaft: Verschiedene Publikationen, insbesondere Nr. 35. Entwurf für den Ausbau der Rheinschiffahrtsstrasse Basel—Bodensee, 1942.
- ³³ C. Mutzner: Le projet de mise en navigabilité du Rhône et le programme d'études pour la liaison Léman—Rhin. Bulletin technique, tome 71, N^o 8 et 9, 14 et 28, avril 1945.

Mitteilungen aus den Verbänden

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Protokoll der 37. ordentlichen Hauptversammlung

Samstag, 11. September 1948, im Schloss Chillon-Territet

Traktanden:

1. Protokoll der Hauptversammlung vom 10. Oktober 1947 in Genf.
2. Geschäftsbericht pro 1947.
3. Rechnung pro 1947, Bericht der Kontrollstelle über das Jahr 1947.
4. Änderung von § 7 der Statuten über die Jahresbeiträge.
5. Wahl des Ausschusses für eine neue Amtsdauer von 1949 bis 1951.
6. Wahl des Präsidenten, der zwei Vizepräsidenten und sechs weiterer Mitglieder des Vorstandes.
7. Wahl der Kontrollstelle für das Jahr 1948.
8. Verschiedenes.

Anwesend sind etwa 80 Mitglieder und Gäste. Vertreten sind u. a. folgende Behörden und Verbände: Eidg. Post- und Eisenbahndepartement, Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Eidg. Amt für Elektrizitätswirtschaft, Eidg. Oberbauinspektorat, Regierung des Kantons Waadt, Services Industriels et Services de l'Electricité de la Ville de Lausanne, Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke, Schweiz. Elektrotechnischer Verein, Schweiz. Energiekonsumentenverband, Elektrowirtschaft, Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein, Nordostschweiz. Schifffahrtsverband.

Die Presse ist vertreten durch: Bulletin technique de la Suisse Romande, Bulletin SEV, Gazette de Lausanne, Nou-

velle Revue de Lausanne, Journal de Montreux, Nationalzeitung Basel, Neue Zürcher Zeitung, Schweizer Mittel-
presse.

Der Vorsitzende, Dir. Dr. P. Corrodi, eröffnet um 11.30 h die Hauptversammlung. In seiner Begrüssungsansprache, französisch gesprochen, dankt er in erster Linie Staatsrat Oguey vom «Département de l'instruction publique et des cultes» der waadtländischen Regierung für die freundliche Überlassung des Schlosses Chillon, und Oberst Schmid, Architekt des Schlosses, für die Führung vor der Versammlung. Sein Dank geht ebenfalls an Stadtrat von der Aa und Dir. P. Meystre von den «Services Industriels» der Stadt Lausanne, welche die Besichtigung des im Bau stehenden Kraftwerkes Lavey ermöglicht haben, und an die Herren Neeser und Wenger für die ausgezeichnete Vorbereitung und Organisation der Versammlung. Vor Eintreten auf die ordentlichen Traktanden macht der Vorsitzende einige Bemerkungen über die gegenwärtige Lage der schweizerischen Energiewirtschaft, die noch auf weitere Sicht unter dem Einfluss der Einwirkungen des zweiten Weltkrieges stehe. Er stellt fest, dass der gewaltigen Zunahme im Energiebedarf, der im Jahre 1946/47 auf über 10 Mld kWh angestiegen ist, noch nicht restlos entsprochen werden kann, trotz des Baues verschiedener neuer Kraftwerke und der Rücknahme des Energieexportes, und daher in Zeiten geringer Wasserversorgung noch mit Einschränkungen im Energieverbrauch zu rechnen ist. Er betont, dass diesem Mangel nur durch den Bau grosser Speicherwerke begegnet werden kann; dabei fehle es zwar nicht an Projekten, ihre Ausführung