

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 75/76 (1920)
Heft: 24

Artikel: Die hydraulische Kraftakkumulierung und die schweizerische Sammelschiene
Autor: Zuppinger, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-36475>

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: 12.01.2026

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

Einige Tatsachen betr. Quecksilberdampf-Gleichrichter.

In Nr. 13 (S. 147) laufenden Bandes unserer Zeitschrift haben wir einer Einsendung des Ingenieurs Dr. W. Tschudy Raum gewährt, in der sich dieser Autor unter obigem Titel gegen eine von uns nach den „BBC-Mitteilungen“ wiedergegebene Veröffentlichung der A.-G. Brown, Boveri & Cie. wendet. Diese Firma erklärt uns nun, die Ausführungen Dr. Tschudys seien sowohl ihrer Form wie ihrem Inhalt nach durch nichts gerechtfertigt, wobei sie folgendes geltend macht:

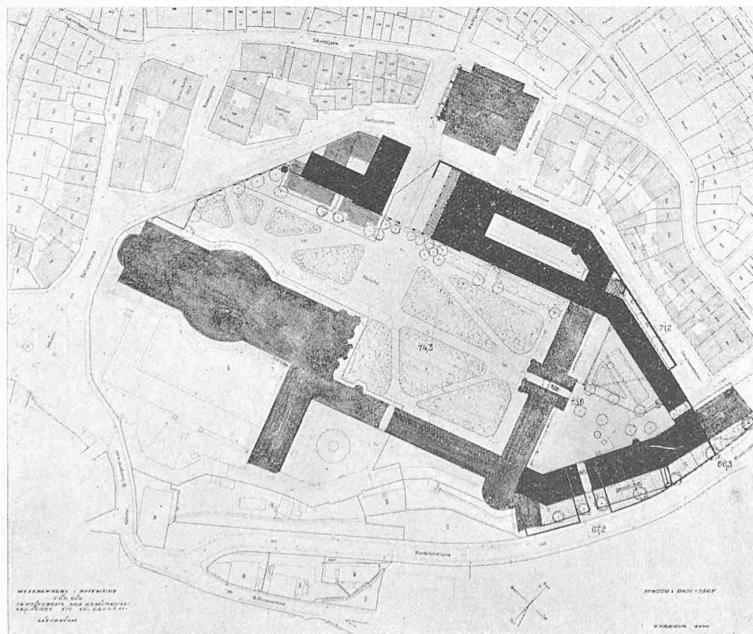
In der Technik des Grossgleichrichters habe dieser Autor bisher keine wesentliche Rolle gespielt. Kein wesentlicher, irgendwie mit seinem Namen verknüpfter Fortschritt im Bau und Betrieb von Grossgleichrichtern sei bekannt geworden, sodass der ganze Artikel mehr den Charakter persönlicher Reklame eines Mannes trage, der sich vielleicht mit anerkennenswertem Fleiss, aber sicher ohne nennenswerten praktischen Erfolg auf diesem Gebiete betätigt hat.

Die Firma B B C dagegen hat offensichtlich, allseitig anerkannte Verdienste um die Entwicklung des Grossgleichrichters. Sie habe es daher wohl kaum nötig, nachzuweisen, dass sie diese Erfolge nicht dem Einflusse Dr. Tschudys verdankt, dessen von ihm erwähnter Vortrag ihr gänzlich unbekannt sei und dessen sonstige Schriften jeglicher praktischen Bedeutung entbehren.

Es würde zu weit führen, alle Unrichtigkeiten jener Einsendung Dr. Tschudys richtig zu stellen, nur auf einige Punkte sei zur Charakterisierung des Schreibens verwiesen.

Zunächst sei es ganz unverständlich, aus welchem Grunde Dr. Tschudy Mitteilungen der Physikal. Reichsanstalt in Parallel zu dem Artikel von BBC setze, da die von ihm angeführten Stellen in jenem Artikel ganz ausdrücklich nur zur allgemeinen Orientierung angeführt werden. Die fraglichen Messmethoden seien an sich übrigens so alt, wie die Elektrotechnik und auch so elementar, dass es verwunderlich sei, dass Dr. Tschudy sie als sein geistiges Eigentum beanspruche. Noch eigentümlicher müsse aber das Vorgehen Dr. Tschudys berühren, wenn man beachtet, das Ing. A. E. Müller, der Verfasser jenes Artikels, ausdrücklich darauf hinweist, dass die Wirkungsgradberechnung bei BBC nicht nach diesen alten Methoden, sondern nach der von ihm abgeleiteten Formel $P_{vg} = \varepsilon \cdot J_m$ erfolgt, eine Formel, die durch Versuche hinreichend bestätigt ist und den praktischen Bedürfnissen durchaus genügt. Ein ähnliches Verfahren der Wirkungsgradbestimmung ist auch von anderer Seite vorgeschlagen worden (siehe Dr. Gottfried Keller, Untersuchungen am Quecksilberdampf-Gleichrichter, 1919). Irgend ein Grund, Dr. Tschudy

Wettbewerb Regierungsgebäude St. Gallen.



Entwurf Nr. 4 (Prämie 3000 Fr.), — Arch. Joh. Scheier in St. Gallen. — Situationsplan 1:3000

mit den Darlegungen Ing. A. E. Müllers in Verbindung zu bringen, habe deshalb in keiner Weise vorgelegen.

Dr. Tschudy stellt ferner die Behauptung auf, als erster die sogenannten Gefässverluste erkannt und Messungen darüber ausgeführt zu haben. Die Unrichtigkeit auch dieser Angaben des Ein-senders sei leicht nachzuweisen, denn schon ein Jahr vor seiner Veröffentlichung ist in einem Aufsatz Dr. Schäfers in der „Elektrotechnischen Zeitschrift“ (Nr. 1, vom Januar 1911) von den Verlusten im Gleichrichtergefäß die Rede. Dort werden auch Angaben zur Bestimmung der Grösse dieser Verluste gemacht und der Spannungs-abfall in der Dampfstrecke mit 15 Volt angegeben. Der Irrtum Dr. Tschudys sei also zweifellos.

Zu den übrigen Bemerkungen Dr. Tschudys, die teils ganz unklar seien und eigentlich gar keinen sachlichen Gehalt haben, wäre noch zu bemerken, dass in der Fachwelt eine Berufung auf Prof. Kübler sicherlich mehr Gewicht habe, als auf Dr. Tschudy, und dass die Firma aus diesem Grunde wohl gar keinen Anlass hatte, sich in irgend einer Sache auf Dr. Tschudy zu berufen.

Dr. Tschudys zusammenfassende Sentenzen 1, 2 und 3 seien durch vorstehende Bemerkungen richtig gestellt und 4 durch das grosse Interesse, das der von BBC mit anerkanntem Erfolg auf den Markt gebrachte Gleichrichter in der ganzen und besonders der technischen Welt erregt hat, gründlich widerlegt. —

Die Firma BBC hat sich bei der Redaktion darüber beschwert, dass diese ihr die Erklärung Dr. Tschudys, in der sie sich laut Obigem zu Unrecht angegriffen fühlt, nicht vor Erscheinen zur gleichzeitigen Gegenerklärung vorgelegt habe. Wenn wir Dr. Tschudys Aeusserung nicht unter der Rubrik „Korrespondenz“ veröffentlichten, sondern als persönliche Erklärung, so geschah dies, weil wir unter dem Eindruck standen, es handle sich dabei für uns um die Schutznahme eines in seinen literarischen Prioritäts-Ansprüchen sich verletzt sehenden Ingenieurs, um dokumentarische, durch Literaturnachweise belegte Feststellung eines Tatbestandes.

Wir bedauern, wenn dabei, wie die Firma BBC es befürchtet, der Eindruck erweckt worden sein sollte, als ob die Redaktion durch Aufnahme von Dr. Tschudys Erklärung sich dieser inhaltlich vorbehaltlos angeschlossen hätte. Wir bedauern auch, dass wir damals die Verantwortung für die Richtigkeit seiner Bemängelungen nicht ausdrücklich dem unterzeichnenden Autor allein überbunden hatten; wir dachten nicht daran, weil wir dies für selbstverständlich hielten. Dass nichts uns ferner lag, als die Herabsetzung des Ansehens der Firma BBC, bzw. deren Erzeugnisse, ist schon angesichts unserer vielen bezüglichen Veröffentlichungen, nicht zuletzt gerade auf dem Gebiete des Quecksilberdampf-Gleichrichters, für jeden Kenner unseres Blattes wohl selbstverständlich.

Damit schliessen wir dieses unerfreuliche Kapitel.
Die Redaktion.

Die hydraulische Kraftakkumulierung und die schweizerische Sammelschiene.

Die beiden Referate von Dr. Bauer und Prof. Dr. Kummer mit anschliessender Diskussion im Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein über die Ausfuhr oder Nichtausfuhr von elektrischer Energie¹⁾ haben bewiesen, dass in den letzten Jahren Grosses erzielt worden ist im Hinblick auf bessere Ausnützung unserer Wasserkräfte, dass aber noch viel mehr zu leisten übrig bleibt, nicht nur um den steigenden Bedarf an elektrischer Energie zu decken, sondern namentlich auch, um diese möglichst billig abgeben zu können.

Auf dem heute eingeschlagenen Weg, da man einzig darnach trachtet, möglichst viele neue Kraftwerke zu erstellen, seien es Niederdruck- oder Hochdruckwerke, scheint es geradezu ausgeschlossen, dem von Prof. Kummer entworfenen Zukunftsbild über die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten der elektrischen Energie näher zu kommen. Ist es doch klar, dass unter den heutigen Verhältnissen, wo neue Werke das zwei- bis dreifache von früher kosten und kosten werden, die elektrische Energie noch teurer werden

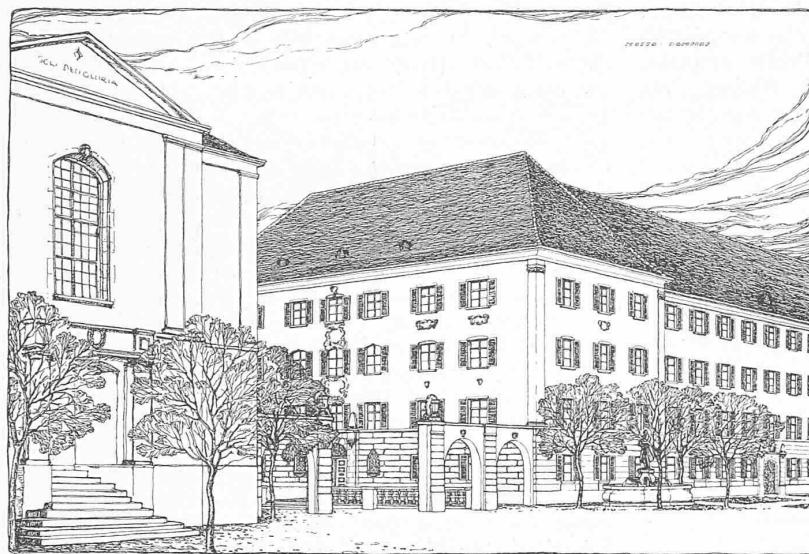
¹⁾ Vergl. Seite 165 (10. April 1920) und 181 bzw. 185 (17. April 1920) dieses Bandes. *Red.*

muss als bisher und deshalb eine so weitgehende Entwicklung der Elektrotechnik verunmöglicht wird. Zuerst sollen die bestehenden Kraftwerke möglichst vollständig ausgenützt werden.

Unter dem Titel: „Bessere Ausnützung unserer weissen Kohle vermittelst hydraulischer Kraftakkumulierung“ habe ich in

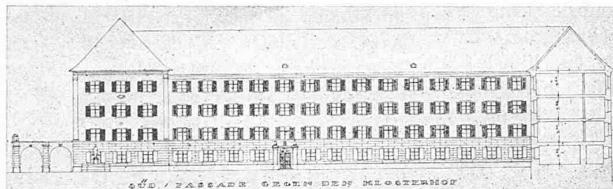
tern. Die Schweiz bietet reichlich Gelegenheit zu vorteilhafter Anlage solcher leistungsfähigerer Werke, womöglich mit Benützung von einem oder zwei Seen. Auch können bestehende Hochdruckwerke, bei denen das Umgelände die Anlage eines Abfluss-Sammelbeckens für den Tagesbedarf erlaubt, mit verhältnismässig geringen Kosten auf die doppelte Leistungsfähigkeit gebracht werden, indem das obere Becken über Nacht mittels Abfallkraft stets wieder nachgefüllt wird und das Gefälle nahezu konstant erhalten werden kann. Der übrige Inhalt des Druckbeckens dient dann als Reserve für die wasserarme Winterzeit. Ein unteres Sammelbecken ist deshalb notwendig, damit unterhalb liegende Wasserwerkbesitzer nicht im natürlichen Wasserzufluss geschädigt werden. Es ist also ein Kreislauf in vollem Sinne des Wortes, ohne irgendwelche Benachteiligung von Wasserrichten.

Um nun die Maschinenanlage von Akkumulierungswerken möglichst ökonomisch zu gestalten, gelten hier die gleichen Grundsätze wie für Turbinenanlagen, nämlich: grosse Einheiten, hohe Schnelläufigkeit, guter Wirkungsgrad, Einfachheit und Betriebsicherheit. Die Soc. an. di Elettricità Alta Italia in Turin hat vor einigen Jahren in Viù und in Viverone zwei grosse Akkumulierungswerke erstellt mit Zentrifugalpumpen von 4000 und



der „Schweiz. Wasserwirtschaft“ vom 10. März 1917 einen Aufsatz veröffentlicht, worin bereits betont wurde, dass der Ausbau neuer Kraftwerke die Energie nicht verbilligen könne, wohl aber *hydraulische Kraftakkumulieranlagen*. Darunter sei *künstliche Aufspeicherung des Wassers mittels Pumpen, und Abfallenergie verstandenen*. Ausgeföhrte Anlagen dieser Art hat Obering, Lüchinger in der „Schweiz. Wasserwirtschaft“ vom 11. Oktober 1913 beschrieben. Je grösser die Förderhöhe, desto kleiner können für eine bestimmte Leistung die Rohrleitung und der obere Sammelweiher sein. Durch die elektrische Sammelschiene sind solche Akkumulierungswerke an keinen bestimmten Ort mehr gebunden, sondern können in irgend einer günstigen Gegend angelegt werden, am vorteilhaftesten zwischen zwei Seen mit genügend grossem Höhenunterschied.

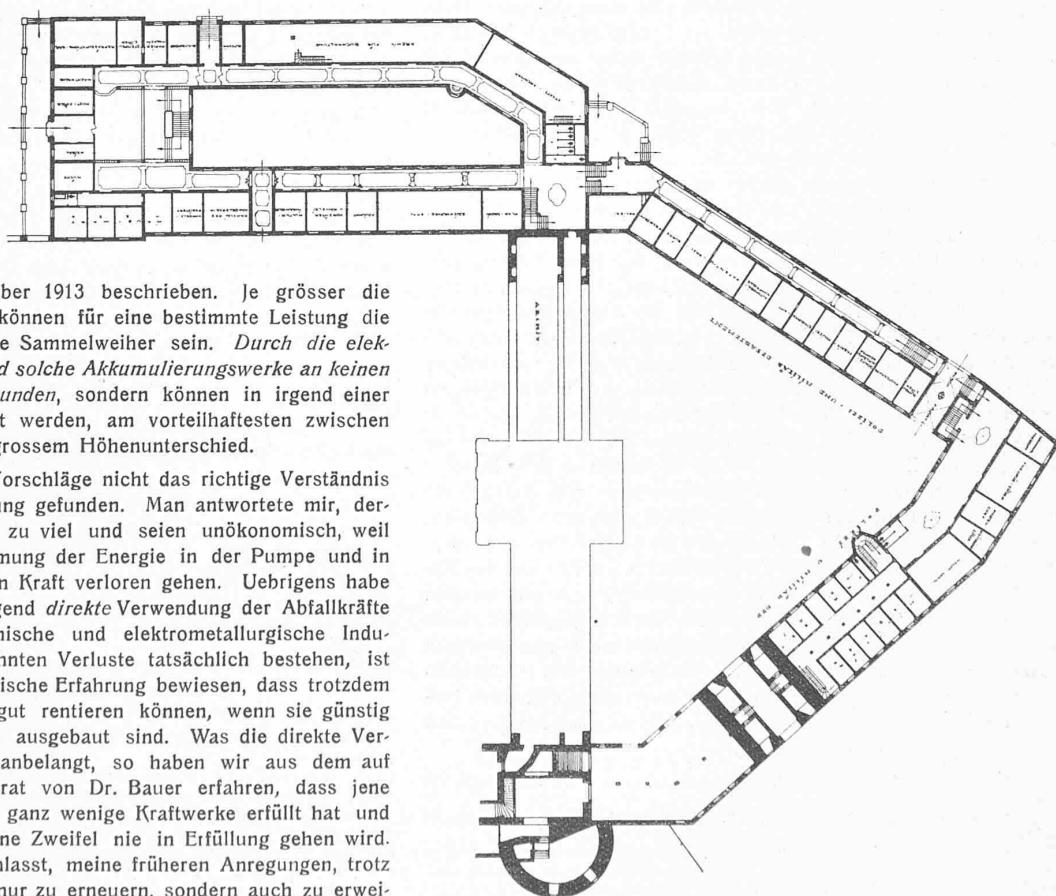
Leider haben jene Vorschläge nicht das richtige Verständnis und die nötige Unterstützung gefunden. Man antwortete mir, derartige Anlagen kosten viel zu viel und seien unökonomisch, weil durch die doppelte Umformung der Energie in der Pumpe und in der Turbine etwa 50% an Kraft verloren gehen. Uebrigens habe man seit dem Krieg genügend *direkte* Verwendung der Abfallkräfte gefunden für elektrochemische und elektrometallurgische Industrien. — Dass die erwähnten Verluste tatsächlich bestehen, ist richtig; doch hat die praktische Erfahrung bewiesen, dass trotzdem solche Werke sich sehr gut rentieren können, wenn sie günstig angelegt und ökonomisch ausgebaut sind. Was die direkte Verwendung der Abfallkräfte anbelangt, so haben wir aus dem auf Tatsachen gestützten Referat von Dr. Bauer erfahren, dass jene Prophezeiung sich nur für ganz wenige Kraftwerke erfüllt hat und in allgemeinem Sinne ohne Zweifel nie in Erfüllung gehen wird. Ich sehe mich daher veranlasst, meine früheren Anregungen, trotz aller Einwendungen, nicht nur zu erneuern, sondern auch zu erwei-



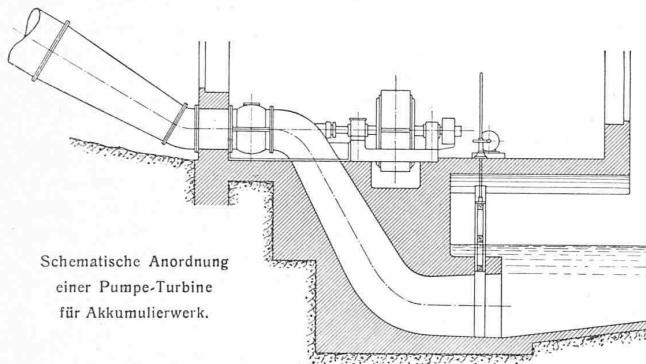
Entwurf Nr. 4 (Prämie 3000 Fr.).
Verfasser: Joh. Scheier, Arch. in St. Gallen.

Perspektive und Fassade 1:1000
des Zeughausflügels vom Klosterhof aus.

Grundriss des Erdgeschosses 1:1000.



2×2400 PS pro Einheit, geliefert von Gebr. Sulzer und von den Costruzioni Meccaniche Riva in Mailand.¹⁾ Der Gesamtwirkungsgrad dieser Anlagen beträgt ungefähr 52%, was für derartige Anlagen wegen der vielen unvermeidlichen Verluste als sehr günstig zu bezeichnen ist. Der damit erreichte finanzielle Erfolg war und ist so ausgezeichnet, dass die ganzen Anlagen innert weniger Jahre vollständig abgeschrieben werden konnten. Das beweist, wie ungerechtfertigt die Behauptung ist, dass wegen des vermeintlich schlechten Wirkungsgrades von 50% solche Anlagen unrentabel sein müssen. Man ist eben heute zu sehr auf hohe Wirkungsgrade abgestimmt, wie wenn von diesem alles abhinge. Ist es nicht besser, 50% Kraft zu gewinnen, als gar keine?



Die einzelnen Gruppen solcher Maschinenanlagen bestanden nach bisherigem System bekanntlich aus Zentrifugalpumpe, Turbine und zwischenliegendem gemeinsamen Motor-Generator. Heute verlangt man für Akkumulierungswerke mit Recht ebensogrosse Einheiten wie für gewöhnliche Turbinenanlagen, also bis 10000 PS und mehr, je nach der Förderhöhe bzw. dem Gefälle, um in kurzer Zeit möglichst viel frei werdende Energie aufzuspeichern zu können. Für so grosse Leistungen eignen sich die Zentrifugalpumpen nicht mehr wegen ihrer beschränkten Schluckfähigkeit, wohl aber Schraubenpumpen. Hierüber verweise ich auf meine eigenen, in dieser Zeitschrift veröffentlichten bezüglichen Studien. In einem ersten Aufsatz²⁾ habe ich die Grundideen zu einer Diagonalturbine gegeben und deren Umkehrbarkeit als Diagonalpumpe bewiesen. In der Folge wurde dieses Turbinensystem weiter entwickelt³⁾ und namentlich in konstruktiver Hinsicht allmählich vervollkommen zur axialen Schraubenturbine⁴⁾, die ebensogut wie jene umkehrbar ist als Schraubenpumpe und deren konstruktive Besonderheiten zum Patent angemeldet sind. Mit einer ähnlichen Turbinen-Pumpe, nach einer ebenfalls durch Patent geschützten Konstruktion, die ebensogut als Turbine wie als Pumpe funktioniert und den verschiedensten Gefällen angepasst werden kann, sind in neuester Zeit von einer erstklassigen Firma im Ausland mit bestem Erfolg Versuche gemacht worden. Obenstehendes Schema zeigt die Anwendung einer solchen Pumpe-Turbine für ein Akkumulierungswerk, wobei durch einfache Umschaltung des Motorgenerators für Aenderung der Drehrichtung das gleiche Aggregat entweder als Pumpe oder als Turbine arbeitet. Namentlich heute, wo überall gespart werden muss, bedeutet diese Neuerung einen gewaltigen Fortschritt für ökonomischen Ausbau solcher Anlagen, die auf diese Art an Einfachheit und Zweckmässigkeit nichts zu wünschen übrig lassen.⁵⁾

Bei Anwendung getrennter Aggregate kann z. B. Abfall-Drehstrom durch hydraulische Akkumulierung in nützlichen Einphasenstrom transformiert werden. Dadurch kann die Elektrifizierung unserer Bundesbahnen und Nebenbahnen wesentlich verbilligt und den Abfallkräften ein neues willkommenes Absatzgebiet erschlossen werden.

Die schweizerische Sammelschiene, deren anfänglicher Zweck nur der ist, einen Ausgleich zwischen den sehr verschiedenen Wasser- und Kraftverhältnissen von Niederdruck- und Hochdruck-Werken zu vermitteln, wird nach meiner Auffassung erst dann ihre

1) Die Veröffentlichung einer Beschreibung der Akkumulierungs-Anlage Viverone befindet sich in Vorbereitung.

2) Band LXVI, S. 197 und 233 (23. Oktober und 13. November 1915).

3) Siehe Band LXX, S. 129 und 145 (15./22. September 1917), sowie Seite 255 (1. Dezember 1917).

4) Band LXXXIII, S. 155 und 170 (5./12. April 1919). [Auch als Sonderabdruck erschienen.]

5) Für besonders hohe Gefälle kann eine axiale Schraubenturbine bzw. Pumpe auch zweistufig gebaut werden, wodurch die Umdrehungszahl auf das 0,7-fache einer einstufigen und der Austrittsverlust auf die Hälfte reduziert werden kann.

volle Bedeutung erlangen, wenn einmal eine grössere Anzahl günstig im Lande herum angelegter künstlicher Akkumulierungs-Werke grosser Leistungsfähigkeit an sie angegliedert sein werden. Diese Werke sollen zunächst zur Umformung von Nachtkraft in Tagkraft, wo aber die oberen Sammelbecken genügend gross gemacht werden können oder es von Natur aus schon sind, auch als Reserve für den Winter dienen. Diesen Akkumulierungswerken sollen womöglich auch industrielle Betriebe, vorzugsweise elektro-chemische oder elektro-metallurgische, direkt angeschlossen werden, um die Abfallkräfte so viel als möglich direkt auszunützen und den Ueberschuss aufzuspeichern.

Wie gesagt werden solche Akkumulierungswerke umso ökonomischer für eine gegebene Kraft, je grösser der Höhenunterschied der beiden Sammelweiher ist. Da aber künstlich gehobenes Wasser teurer ist, als das frei zufließende bei natürlichen Akkumulierungs-Werken, so soll auch mehr mit jenem gespart werden, d. h. *künstliche Akkumulierungswerke sollen ausschliesslich für Spitzenkraft verwendet werden. Dadurch werden die natürlichen Hochdruck-Werke entlastet und können diese mehr konstante Kraft abgeben.*

Auf diese Art und Weise würden also die nicht akkumulierfähigen Niederdruckwerke und auch gewisse Hochdruckwerke durch die sehr bedeutenden Abfallkräfte befähigt, ihre ganze Kraft (theoretisch gesprochen) während 24 Stunden abzugeben, und zudem wäre das Problem einer rationellen Verwertung der überschüssigen Sommerkraft durch hydraulische Aufspeicherung für den Winter gelöst, soweit die Wirtschaftlichkeit dies erlaubt. Zur Erreichung dieses Ziels sollte nach meinem Dafürhalten die Aufgabe der Schweizerischen Wasserwirtschaft in allerster Linie darin liegen, die *bestehenden Kraftwerke* in obigem Sinn womöglich voll und ganz auszunützen. Dazu gehört eine energische Inangriffnahme von Studien für möglichst rationell auszubauende Akkumulierungs-Werke, vorteilhaft verteilt über das ganze Land und in engem Zusammenhang mit der elektrischen Sammelschiene.

Zürich, April 1920.

Ing. W. Zuppinger.

Vereinheitlichung der Betriebsspannungen der schweizerischen Elektrizitätswerke.¹⁾

In ihren ausserordentlichen Generalversammlungen vom 4. und 5. Juni haben der Verband Schweizer. Elektrizitätswerke und der Schweizer. Elektrotechnische Verein²⁾ über die Vereinheitlichung der Betriebsspannungen in der Schweiz einen ersten Beschluss gefasst und damit die Frage der Normalien für Niederspannung zum grossen Teil erledigt. In Vorschlag waren zwei Varianten: 125/220/380 Volt Wechselstrom und 110/220/440 Volt Gleichstrom, bzw. 145/250/440 Volt Wechselstrom und 125/250/500 Volt Gleichstrom. Eine am 12. Mai abgehaltene Versammlung der grösseren Elektrizitätswerke hatte sich bereits dahin ausgesprochen, dass der Entscheid zwischen den beiden Varianten durch die Elektrizitätswerke zu treffen sei durch Ermittlung der Mehrheit der finanziellen Interessen. In einer darauf erfolgten schriftlichen Abstimmung sprach sich eine Mehrheit von rund 55% für die erste Variante aus. In Bestätigung dieses Ergebnisses fassten beide Vereine einstimmig den folgenden Beschluss:

I.

1. Der Schweizerische Elektrotechnische Verein bezeichnet elektrische Normalspannungen und empfiehlt der Elektrotechnikergesellschaft der Schweiz, neue Anlagen nur für diese Spannungen zu bauen und bei bedeutenden Umänderungen und Erweiterungen bestehender Anlagen, dieselben nur für diese Normalspannungen einzurichten, sowie in bestehenden Anlagen, welche den Normalspannungen naheliegende verwenden, die Spannungen den normalen durch entsprechende Betriebsmassnahmen anzupassen.

2. Als normale Gebrauchs-Niederspannungen im vorstehenden Sinne werden bezeichnet:

Zur Verwendung in normalen Fällen [Hauptnormale] ³⁾	für Wechselstrom	für Gleichstrom
	125	110
	220	220
	380	440

1) Vergl. Band LXXIV, Seite 189 (11. Oktober 1919).

2) Vergl. Seite 271 dieser Nummer unter Miscellanea.

3) Die Bestimmung der Spannungen, die in besondern Fällen, in denen die Anwendung der niedrigen Normalspannungen erhebliche Nachteile hätte, zur Verwendung kommen sollen, und die in der Vorlage zu 750 bzw. 600 V angesetzt waren, bleibt einer späteren Abstimmung vorbehalten, da noch geprüft werden soll, ob nicht noch höhere Spannungen festgesetzt werden können.