

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 32 (1941)
Heft: 23

Artikel: Ueber das Kraftwerkbau-Programm der Arbeitsbeschaffungskommission des SEV und VSE
Autor: Strickler, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060044>

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: 23.02.2026

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

œuvres de longue haleine dont quelques-unes postulent l'existence de quantités d'énergie électrique dont nous ne disposons plus à l'heure actuelle.

Le chômage n'est pas encore là qui imposerait l'introduction rapide des mesures prévues; mais qu'il soit amené par la diminution de nos expor-

tations industrielles, ou par la carence de notre ravitaillement, il viendra, et la misère générale de s'installer chez nous. Que reste-t-il alors pour nous sauver: notre énergie, l'énergie de nos rivières et des usines que nous aurons construites et surtout l'énergie de nos volontés.

Ueber das Kraftwerkbau-Programm der Arbeitsbeschaffungskommission des SEV und VSE.

Vortrag, gehalten an der Generalversammlung des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke vom 25. Oktober 1941, in Burgdorf,

von A. Strickler, Küsnacht.

338.984: 621.311.21(494)

Das im Bulletin SEV 1941, Nr. 22, veröffentlichte Kraftwerkbauprogramm beruht auf der Annahme, dass der jährliche Zuwachs des Energiebedarfs $220 \cdot 10^6$ kWh beträgt, so dass etwa im Jahre 1953 gegenüber heute ein Mehrbedarf von $2200 \cdot 10^6$ kWh pro Jahr zu decken ist. Da dieser Mehrbedarf in vermehrtem Masse thermischer Natur sein wird, müssen die zu erstellenden Kraftwerke billige Energie liefern. Es wird daher der Ausbau der noch nicht genutzten 6 Hochrheinstufen als Laufwerke empfohlen und, als Akkumulierwerke, die Ausführung des rasch realisierbaren Lucendrose-Projektes und die Erstellung der grossen Hinterrheinwerke. Das Urserental-Reuss-Projekt soll sobald als möglich baureif gemacht werden.

Le programme de construction de nouvelles usines hydro-électriques paru dans le Bulletin ASE No. 22 est basé sur la supposition que l'accroissement annuel du besoin en énergie électrique comprendra $220 \cdot 10^6$ kWh. Ainsi, en 1953, on devra probablement faire face à une augmentation de la consommation estimée à $2200 \cdot 10^6$ kWh. Etant donné que cette augmentation sera attribuée dans une mesure toujours plus grande à des applications thermiques, les usines à construire devront être à même de fournir de l'énergie bon marché. Ceci amène donc à recommander l'aménagement des 6 paliers disponibles sur le Rhin pour des usines au fil de l'eau, et, comme usines avec bassin d'accumulation, l'exécution rapidement réalisable du projet du lac de Lucendro et la construction des grandes usines sur le Rhin postérieur. Les travaux préparatoires pour la construction des usines sur la Reuss (vallée de l'Urseren) doivent être poussées autant que possible.

Im Vortrag von heute morgen hat Herr Prof. Dr. P. Joye, Präsident der Arbeitsbeschaffungskommission des SEV und VSE (Ako), über das allgemeine Programm der Arbeitsbeschaffung gesprochen¹⁾. Die Ako hat im besonderen auch die Frage der Aufstellung eines Kraftwerkbau-Programmes einen grossen Teil ihrer Arbeitszeit gewidmet. Der SEV und VSE werden in den nächsten Tagen als Resultat dieser Arbeit den Bundesbehörden in einer Eingabe ihren Vorschlag übermitteln²⁾. Sie empfehlen, nachdem der Bau des Aare-Kraftwerkes Rapperswil beschlossen ist und in Berücksichtigung des Umstandes, dass die Kraftwerke Reckingen, Innertkirchen und Verbois bis Ende 1942 voll in Betrieb sein werden, dass die Vorarbeiten zum Bau der Rheinlaufwerke Birsfelden, Säckingen, Koblenz, Rheinau und Schaffhausen sowie der Akkumulierwerke Lucendro und Hinterrhein rasch gefördert und dass diese Projekte etwa bis zum Jahr 1953 sukzessive ausgeführt werden. Sie empfehlen ferner, dass das Projekt für die Urserental-Reuss-Kraftwerke weiter studiert und die Projektierung und Konzessionsverhandlungen ebenfalls gefördert werden, so dass der Ausbau im gegebenen Augenblick innert kurzer Frist an die Hand genommen und durchgeführt werden kann. Es handelt sich hier um das technische Programm auf lange Sicht; die wirtschaftlichen Aufgaben müssen von den Kon-

zessionsbewerbern selbst an die Hand genommen werden.

Es ist meine Aufgabe, Ihnen in aller Kürze die Begründung des vorgeschlagenen Programms darzulegen.

In erster Linie wurde die zu erwartende Steigerung des Konsums von elektrischer Energie für die nächsten 10 Jahre abgeschätzt. Der Zuwachs in den Jahren 1932 bis 1939 betrug durchschnittlich pro Jahr für Inlandbedarf 194 Millionen kWh, wenn die Elektrokessel und Speicherpumpen nicht gerechnet werden. Bei Miteinbezug derselben betrug die Zunahme 248 Millionen kWh pro Jahr; wird auch die Ausfuhr miteinbezogen, dann waren es 340 Millionen kWh. Will man für die nächsten 10 Jahre extrapolieren, so ist es angebracht, nicht gerade die höchste Zahl anzunehmen. Die Ako hat in vorsichtiger und zurückhaltender Betrachtungsweise für die Aufstellung des Kraftwerk-Bauprogramms einen jährlichen Zuwachs von 220 Millionen kWh zugrunde gelegt. Demnach müssen bis etwa zum Jahre 1953 neue Energiequellen mit einer Verfügbarkeit von total 2200 Millionen kWh pro Jahr erschlossen werden. Die entsprechende Mehrabgabe von Energie wird sich fast ausschliesslich auf die thermischen Anwendungen beschränken; für Licht und Motoren kann für die allernächste Zeit wohl kaum mit einer nennenswerten Steigerung gerechnet werden. Die 2200 Millionen kWh pro Jahr an neuer Energie können einen jährlichen Kohlen-

¹⁾ Siehe S. 609.

²⁾ Bulletin SEV 1941, Nr. 22, S. 581.

import von etwa 300 000 bis 350 000 Tonnen ersetzen. Das ist nur etwa $\frac{1}{10}$ der Einfuhr an Steinkohlen und Koks im Jahre 1938 und etwa $\frac{1}{3}$ des Kohlenverbrauchs der Industrie allein, vom Konsum der Gaswerke und des Hausbrandes noch gar nicht zu reden. Sie kennen die Situation, wie sie heute ist; diese ist aber nicht allein massgebend für die Bestrebungen, das nationale Gut unserer Wasserkräfte in vermehrter Masse in den Dienst der Volkswirtschaft zu stellen. Hauptsächlich massgebend ist auch die Entwicklungstendenz in der europäischen Kohlenwirtschaft, die darauf hinausläuft, die Kohlen je länger je mehr als Ausgangsstoff für die Chemie zu reservieren und sie nur noch dort zur Verbrennung zuzulassen, wo es keinen andern Weg gibt. Angesichts der beschränkten Kohlenvorräte Europas muss dieser Standpunkt je länger je mehr durchdringen. Ob es nach 10 Jahren mit dem Ersatz von nur $\frac{1}{3}$ des Kohlenverbrauchs unserer Industrie getan ist, ist fraglich. Wahrscheinlich werden noch grössere Anstrengungen zur Elektrifizierung des Wärmebedarfes der Industrie und sicher auch der Haushaltungen gemacht werden müssen. Das Programm der Ako mit 2,2 Milliarden kWh neuer Energie pro Jahr auf das Jahr 1953 ist daher unbedingt als Minimalprogramm aufzufassen.

Da, wie erwähnt, fast der gesamte Zuwachs auf die Wärmeanwendungen entfallen wird, ist ohne weiteres klar, dass die *Gestehungskosten der neu zu erschliessenden Energie* sich dem niedrigen Preis für Wärmeenergie anpassen müssen. Es können nicht beliebige Kraftwerke gebaut werden. Da die Industrie, inbegriffen Elektrochemie und Elektrodampfkessel, den Werken für die thermischen Anwendungen einen Durchschnittseinnahme von der Grössenordnung von 2 bis $2\frac{1}{2}$ Rp./kWh erbringen, müssen die Gestehungskosten der Energie ab den neuen Kraftwerken ziemlich unter 2 Rp./kWh liegen, wenn die Kosten und Verluste der Uebertragung und Verteilung auch gedeckt werden sollen. Und da es sich zu einem grossen Teil um ganzjährige Anwendungen, z. T. sogar um eine Ausdehnung bisheriger Sommerkraftlieferungen auch auf den Winter handelt, darf naturgemäss auch die Winterenergie neuer Kraftwerke nicht zu teuer werden, wenn diese nicht direkt im Konsumgebiet liegen, keinesfalls mehr 4 bis 5 Rp./kWh erreichen, wie dies noch bei früher gebauten Winterkraftwerken zulässig war, als die Bedarfsteigerung sich auch noch auf die gut zahlenden Abnehmer Licht und Motoren erstreckte.

Diese paar Zahlen weisen ohne weiteres darauf hin, dass für den Ausbau in den nächsten 10 Jahren als *wirtschaftlichste Laufwerke*, ausser dem Aarekraftwerk Rapperswil, die 5 noch verfügbaren *Hochrheinstufen* Birsfelden, Säckingen, Koblenz, Rheinau und Schaffhausen vorgesehen werden. Der Rheinflall, der besonders billige Energie ergeben würde, ist mit Rücksicht auf die ideellen Gründe des Naturschutzes nicht in das Programm einbezogen. Der schweizerische Energieanteil dieser 6 Laufwerke beträgt rund 1 Milliarde kWh, wovon 440

Millionen im Winterhalbjahr und 560 Millionen kWh im Sommerhalbjahr verfügbar sind. Die Gestehungskosten dieser Laufwerkenergie, berechnet auf Preisen des Jahres 1939, betragen rund $1\frac{1}{2}$ Rp./kWh. Diese Kraftwerke liegen günstig in der Nähe von Konsumzentren. Es ist anzunehmen, dass ihr Ausbau gemeinsam von der Schweiz und von Deutschland gefördert werden wird, im gleichen Sinn der loyalen wirtschaftlichen Zusammenarbeit zwischen den beiden Ländern, der seit Jahrzehnten beim Ausbau der Grenzkraftwerke am Rhein geherrscht hat.

Zur Ergänzung dieser Laufwerkenergie und zur Ermöglichung ihrer vollständigen Ausnützung bedarf es eines oder mehrerer Hochdruck-Akkumulierwerke, die einen wesentlichen Mehrbetrag an Winterenergie ergeben, und durch die Möglichkeit der Konzentrierung der verfügbaren Energie auf die Werktag-Tagesstunden mit den Laufwerken zusammen die Anforderungen der Tages-Leistungsdigramme erfüllen. Das oder die Akkumulierwerke des Zehnjahresprogrammes müssen rund 460 Millionen kWh im Sommerhalbjahr und 740 Millionen kWh im Winterhalbjahr zur Verfügung stellen. Es braucht also, wohlverstanden, nicht etwa ein grosses, reines Winterkraftwerk, wohl aber Ueberschuss an Winterenergie im Betrag von 280 Millionen kWh. Die 2,2 Milliarden gliedern sich dann in ca. 1 Milliarde kWh Sommerenergie und ca. 1,2 Milliarden kWh Winterenergie. Dieses Verhältnis ist ein anderes als die Proportion beim bisherigen Betrieb, wo von der Produktion sämtlicher Werke der Allgemeinversorgung ca. 51 % auf Sommerenergie und nur ca. 49 % auf Winterenergie entfallen.

An Möglichkeiten, in Alpentälern bei genügend grossen Gefällen grosszügige Speicher zu schaffen, gibt es leider nur noch wenige. Aus geologischen Gründen scheiden einige topographisch und hydrologisch wohl günstige Talbecken aus; bei einer Reihe von andern ergeben sich Gestehungskosten, die für die geschilderten Bedürfnisse zu hoch liegen. Diese hätten sich früher, solange noch eine grosse Absatzsteigerung bei den gutzahlenden Verwendungen, Licht und Motoren, vorhanden war, wirtschaftlich rechtfertigen lassen. Sie werden später, wenn alle günstigeren Wasserkräfte schon ausgebaut sein werden, und man, bei einem eventuell höheren Preisniveau der Energie, solche unbedingt beschaffen muss, vielleicht an Bedeutung wieder gewinnen, namentlich dann, wenn ihr Ausbau durch weniger starke Konzentration der Erzeugung auf den Winter billiger gestaltet werden kann. Auf Grund des Studiums der grossangelegten Publikation des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft über «Die verfügbaren Wasserkräfte der Schweiz, unter besonderer Berücksichtigung der Speichermöglichkeiten» kommt man zur Ueberzeugung, dass die Konzentration auf reine Winterenergie in mittelgrossen Akkumulierwerken meistens zu teure Energie ergibt. Bei einer ungefähr gleichmässigen Verteilung der Erzeugung auf Sommer und Winter, oder sogar bei einem kleinen Ueberschuss an Sommerkraft, ähnlich wie bei den Hochrheinlaufwerken,

lässt sich der Ausbau oft wesentlich verbilligen. Aber vorerst suchen wir ja Akkumulierwerke mit vorwiegend Winterenergie. Der Weg zu wirklich billiger Winterenergie muss anderswo gesucht werden, nämlich in ganz grossen Akkumulierwerken. Es kann kein Zweifel bestehen, dass nur die beiden einzigen noch verfügbaren Gelegenheiten dieser Art, Hinterrhein- und Urseren-Reusstal—Werke die Forderung nach billiger Winterkraft erfüllen können. Aus der genannten Publikation des Wasserwirtschaftsamtes ist bei eingehendem Studium klar ersichtlich, dass die Energiegestehungskosten mit steigendem Totalgefälle abnehmen, und mit kleiner werdendem Verhältnis Staumauerkubatur zu Speichervolumen ebenfalls abnehmen. Dieser Quotient wird um so günstiger, je grösser bei gegebener Situation das Speichervolumen gemacht werden kann. Ein ganz grosser Speicher ist daher im allgemeinen viel wirtschaftlicher als mehrere kleine und mittelgrosse von zusammen gleichviel Volumen wie der grosse.

Das von der Ako vorgeschlagene Minimal-Programm für die nächsten 10 Jahre sieht an Akkumulierwerken das rasch realisierbare, kleinere *Lucendrosee-Projekt* sowie den zweistufigen Ausbau der Hinterrheinwerke vor, diese mit Staubecken Splügen-Nufenen und Sufers von zusammen 300 Millionen m³ Speichervolumen und den zwei Maschinenhäusern Andeer und Sils. Die verfügbare Winter- und Sommerenergie dieser Akkumulierwerke deckt gerade die früher genannten Beträge von 740 bzw. 460 Millionen kWh, total pro Jahr 1,2 Milliarden kWh. Das macht mit dem schweizerischen Energieanteil der 6 Laufwerke zusammen die 2,2 Milliarden kWh.

Dies ist, wie erwähnt, ein Minimal-Programm.

Bei der Wahl des zunächst auszuführenden grossen Akkumulierwerkes hat die Ako auch das neueste Projekt für die Urserental-Reusswerke in Betracht gezogen, kam aber zur Ueberzeugung, dass die Vorbereitung dieses ganz grosszügigen Werkes noch einige Zeit beanspruche, so dass nicht mit Sicherheit anzunehmen ist, dass es im Rahmen des Zehn-

jahres-Programmes rechtzeitig fertig erstellt werden kann. Es unterliegt aber keinem Zweifel, dass die Reusswasserkraft zu berufen sind, die schweizerische Energieversorgung in verhältnismässig naher Zukunft, vielleicht mit ihrem ersten Ausbau noch vor Ablauf der 10 Jahre, in glücklichster Weise zu ergänzen. Beim Vollausbau in 3 Gefällstufen vom Urserental bis zum Vierwaldstättersee hinunter, unter Miteinbezug des obersten Teils des Vorderrheins, können mit einem Stauraum von 1200 Millionen m³ im Urserental und einer grosszügigen Heranziehung von fremder Sommerenergie zur vollständigen Füllung des Stauraumes mit Pumpbetrieb folgende Energiemengen gewonnen werden:

im Winterhalbjahr rund 2800 Millionen kWh, im Sommerhalbjahr rund 360 Millionen kWh. Dazu braucht es aber für den Pumpbetrieb im Vollausbau rund 2000 Millionen kWh Sommerenergie aus andern Werken. Dieser Vollausbau ermöglicht später wenn keine Laufwasserkraft von der Art der günstigen Hochrheinstufen mehr verfügbar sind und nur noch die an sich unwirtschaftlichen Laufwasserkraft mit sehr viel Sommerenergieüberschuss frei sind, deren wirtschaftlichen Ausbau, der sonst kaum möglich wäre. Wenn einmal diese Reusswerke bestehen, wird auch der bereits erwähnte Ausbau mittelgrosser Akkumulierwerke auf wirtschaftlichere Art, d. h. mit ungefähr Jahresausgleich, statt mit voller Konzentration auf den Winter, ermöglicht.

In der Eingabe des SEV und VSE an die Behörden wird ausser dem grossen Programm ferner empfohlen, diejenigen Projekte für Werke von lokaler oder regionaler Bedeutung, die einem Bedürfnis entspringen und sich wirtschaftlich rechtfertigen lassen, ebenfalls zu fördern. So dient z. B. das Projekt Rossens im Kanton Freiburg einem regionalen Bedürfnis. Es ist mitten im Konsumgebiet gelegen.

Es ist meines Wissens das erste Mal, dass ein solches Programm für den Bau weiterer Kraftwerke vom SEV und VSE aufgestellt wurde. Die Verbände glauben damit der schweizerischen Wirtschaft einen Dienst zu leisten.

Die Berechnung des selbstgeführten, fremdgesteuerten Sechsstufen-Gleichstrom-Drehstrom-Mutators.¹⁾

Von A. Goldstein, Zürich.

621.314.57

Es wird gezeigt, dass das Betriebsverhalten des selbstgeführten Gleichstrom-Drehstrom-Mutators mit Hilfe des Leitwertdiagramms der wechselstromseitigen Belastung leicht übersehen werden kann. Die erhaltenen Charakteristiken für Gleichstrom und Wechselspannung — insbesondere die Belastungsgrenzen — in Funktion der Belastungsimpedanz werden eingehend diskutiert und durch Messresultate belegt. Für rein ohmsche Belastung wird die Wechselrichterberechnung auf Grund der auftretenden Schaltvorgänge durchgeführt.

L'auteur montre que le comportement du mutateur continu-alternatif à autorégulation se détermine aisément à l'aide du diagramme des conductances. Il examine ensuite en détail les caractéristiques obtenues pour le courant continu et la tension alternative, plus particulièrement les limites de charge, en fonction de l'impédance de la charge, et indique des résultats de mesures. Il présente pour terminer le calcul d'un onduleur sous charge purement ohmique, basé sur les processus de couplage.

Bisher wurden in der Literatur nur selbstgeführte Gleichstrom-Einphasenwechselstrom-Mutatoren in Serie- und Parallelschaltung eingehender

behandelt^{2) 3) 4) 5)}. Dabei wurde die Differentialgleichung des bei der Wechselrichtung entstehenden Schaltausgleichvorganges mit den entsprechen-

¹⁾ Diplomarbeit am Elektrotechnischen Institut der ETH.

²⁾ Ostendorf, Arch. f. Elektrotechn. 1938, S. 355, Der fremdgeführte Wechselrichter in Gegentaktschaltung.

³⁾ Teh-shin Kuo, Z. Phys. 1935, S. 769.

⁴⁾ P. Brückner, Arch. f. Elektrotechn. 1940, S. 1.

⁵⁾ W. Schilling, Wechselrichter u. Umrichter, S. 59.