

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 36 (1945)

Heft: 17a

Artikel: Der Ausbau der noch verfügbaren Wasserkräfte

Autor: Strickler, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060249>

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: 19.01.2026

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

Der Ausbau der noch verfügbaren Wasserkräfte

Von Dr. sc. techn. A. Strickler, Beratender Ingenieur, Küsnacht-Zürich.

627.8.09(494)

Die Anforderungen des schweizerischen Energiemarktes an neue Energie werden erläutert und begründet: Im Laufe der nächsten 10 Jahre sollten 2,2 Milliarden kWh neu erschlossen werden. Davon sollten mindestens 55 % auf das Winterhalbjahr entfallen. Die Wasserkräfte decken dann erst etwa 30 % des Gesamtenergiebedarfes der Schweiz. Ein grosser Teil der neuen Winterenergie muss jederzeit eingesetzt werden können; es genügen deshalb nicht Winterlaufkraftwerke, sondern es ist viel Akkumulierenergie nötig, also Stauraum in grosser Höhe. Die durchschnittlichen Gestehungskosten der neuen Energie dürfen im Mittel 1...2 Rp. pro verfügbare kWh ab Kraftwerk nicht übersteigen.

Die Eigenschaften der noch ausbaufähigen Wasserkräfte werden behandelt. Die Natur stellt zahlreiche Baumöglichkeiten zur Verfügung. Viele, namentlich solche für Akkumulierwerke, müssen ausscheiden, weil die Staumauer Kosten zu gross sind; die Staubeckenkosten machen im Durchschnitt 60 % der gesamten Baukosten aus. An Laufwerken steht eine grosse Auswahl zur Verfügung, doch lassen sich diese nur dann nutzbar machen, wenn sie durch Speicherwerke ergänzt werden.

Im 3. Abschnitt wird der bekannte Zehnjahreplan des SEV und VSE für den Kraftwerkbau behandelt und dessen bisherige Verwirklichung. Im letzten Abschnitt setzt sich der Referent mit der Kritik am Zehnjahreplan auseinander, namentlich auch mit dem Vorschlag, Laufkraftwerke statt Speicherwerk zu bauen und die in den Laufkraftwerken hauptsächlich im Sommer erzeugte Energie gegen Kohlelieferungen zu exportieren. Als Schlussfolgerung wird betont, dass der Bau eines ganz grossen Speicherwerkes eines der wichtigsten Probleme der gesamten Volkswirtschaft bleibt.

Von der Energie oder dem Arbeitsvermögen aller wirtschaftlich ausnützbaren Wasserkräfte von etwa 21 Milliarden kWh pro Jahr kann heute bei nahe die Hälfte, nämlich rund 10 Milliarden kWh, in bestehenden Kraftwerken bereits erzeugt werden; etwas mehr als die Hälfte, d. h. 11 Milliarden kWh, harrt aber noch ihrer Erschliessung.

I. Die Anforderungen des schweizerischen Energiemarktes

Der schweizerische Energiemarkt stellt für die nächste Zukunft, sagen wir etwa für die nächsten 10 Jahre, folgende *Anforderungen* an die zu erschliessenden neuen hydroelektrischen Kraftquellen:

1. Es sollte, nach bisherigen Erfahrungen, im Laufe des nächsten Jahrzehnts eine jährliche Produktionsfähigkeit von *mindestens* 2,2 Milliarden kWh neu erschlossen werden. Dies entspricht 220 Millionen kWh durchschnittlicher Zunahme pro Jahr. Ungefähr so hoch war schon die durchschnittliche jährliche Zunahme allein in den Kraftwerken der Allgemeinversorgung im Mittel der Jahre 1925 bis 1936, also vor dem Krieg; die anormal starke Zunahme während einiger Kriegsjahre ist dabei nicht berücksichtigt¹⁾.

2. Von dieser neuen Menge an verfügbarer Energie sollten womöglich etwa 55 % auf das Winterhalbjahr entfallen, damit dem ausgesprochenen Mangel an Winterenergie, und zwar sowohl dem absoluten als auch dem relativen Mangel im Vergleich zur Sommerenergie begegnet werden kann.

¹⁾ Bull. SEV 1942, Nr. 26, S. 771, Fig. 5.

Au cours des 10 prochaines années, le marché suisse de l'énergie aura besoin d'un nouvel appoint de 2,2 milliards de kWh, dont au moins le 55 % d'énergie hivernale. Nos forces hydrauliques ne couvriront alors que le 30 % des besoins d'énergie de la Suisse. Une grande partie de la nouvelle énergie hivernale devra pouvoir être utilisée en tout temps, il ne suffira donc pas de disposer d'usines au fil de l'eau en hiver, mais encore faudra-t-il beaucoup d'énergie d'accumulation, c'est-à-dire des bassins de retenue à grande altitude. En moyenne, les frais de production de cette nouvelle énergie ne devront pas dépasser 1 à 2 cts par kWh disponible au départ des usines.

L'auteur examine les caractéristiques des forces hydrauliques susceptibles d'être encore aménagées. Il existe de nombreuses possibilités d'aménagement, mais un grand nombre d'entre elles n'entrent pas en ligne de compte, parce que les frais de construction des barrages seraient trop élevés; en moyenne, les frais d'aménagement des bassins de retenue atteignent le 60 % du coût total. De nombreuses usines au fil de l'eau ne pourront être aménagées que si elles sont complétées par des usines à accumulation.

M. Strickler s'occupe ensuite du plan décennal de l'ASE et de l'UCS relatif à l'aménagement de nouvelles usines hydroélectriques et indique dans quelle mesure ce plan a déjà été réalisé. Il réfute certaines objections présentées à propos de ce plan décennal, notamment la proposition de construire des usines au fil de l'eau, de préférence à des usines à accumulation, et d'exporter en échange de charbon l'énergie produite en été par ces usines. Pour terminer, M. Strickler insiste sur le fait que l'aménagement d'une très grande usine à accumulation demeure l'un des problèmes les plus importants intéressant l'ensemble de notre économie nationale.

Von den in allen heute bestehenden Werken der Allgemeinversorgung und in den Bahn- und Industriekraftwerken insgesamt verfügbaren 10 Milliarden kWh entfallen nur etwa 45 % auf das Winterhalbjahr (1. Oktober bis 31. März) und 55 % auf das Sommerhalbjahr, während die natürlichen Energiebedürfnisse ungefähr im umgekehrten Verhältnis stehen. Die Folge dieses Missverhältnisses war, dass im Durchschnitt der letzten 10 Jahre von der verfügbaren Sommerenergie, in kWh gemessen, nur etwa $\frac{3}{4}$ wirklich ausgenutzt werden konnten, während $\frac{1}{4}$ keinen Absatz fand. Nur während der Kriegsjahre war die Sommerenergie besser ausgenutzt. Im Gegensatz dazu konnte die Winterenergie im Durchschnitt der letzten 10 Jahre doch zu etwa $\frac{9}{10}$ effektiv ausgenutzt werden, und der restliche Zehntel kann als Betriebsreserve betrachtet werden. Der weitere Ausbau von Wasserkräften muss daher durch ein Ueberwiegen der neuen Winterenergie über die Sommerenergie das heutige unrichtige Verhältnis korrigieren.

Was kann mit der neuen Energie von etwa 2200 Millionen kWh erreicht werden? Auf eine einfachste Formel gebracht, kann man damit folgendes Ziel erreichen: Würde man von einer weiteren Zunahme des gesamten Energiebedarfes überhaupt, d. h. von Elektrizität und Brennstoffen, absehen, ist man also pessimistisch in bezug auf die allgemeine wirtschaftliche Entwicklung nach dem Krieg, dann könnte mit den vorgesehenen Mengen neuer hydroelektrischer Energie noch nicht einmal

ganz die Hälfte des Kohlenbedarfs der Industrie allein ersetzt werden. Im ganzen handelt es sich dabei um eine Einsparung von etwa 400 000 t Importkohle pro Jahr, d. h. um etwa 12 % des gesamten Kohlenimportes des Jahres 1938 für Industrie, Raumheizung, Verkehrsanstalten und Gaswerke zusammen. Gewiss ein bescheidenes Ziel! Die Wasserkräfte decken dann erst etwa 30 % der gesamten Energiebedürfnisse der Schweiz.

3. Ein ansehnlicher Teil der neuen Winterenergie sollte jederzeit eingesetzt werden können. Diese Forderung ergibt sich aus den grossen Unterschieden in der Wasserführung unserer Gewässer von Jahr zu Jahr und dementsprechend den starken Schwankungen in der Produktionsfähigkeit der heute bestehenden Laufwerke von Winter zu Winter.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, das eine Mal schon im November und Dezember, das andere Mal erst im Februar und März den Hauptteil der akkumulierten, d. h. der in Staubecken aufgespeicherten Energie einzusetzen zu müssen.

Es ist somit nicht damit getan, nur winterliche Laufenergie zu erschliessen, sondern es braucht viel Speicher- oder Akkumulierenergie und somit viel Stauraum, und zwar in grossen Höhen, 1500 bis 2000 m ü. M.

4. Die neu gewonnene Energie muss billig sein, weil es sich bei deren Verwendung in überwiegendem Masse um Wärmeanwendungen handelt, die aus Gründen der Konkurrenz der Brennstoffe nur niedrige Preise ertragen²⁾. Ich möchte dies anhand einiger Zahlen erläutern, und zwar beziehen sich diese auf das *komunale Elektrizitätswerk* einer ostschweizerischen *Industriestadt* mit einem Energieumsatz von etwa 80 Millionen kWh pro Jahr, ohne Energieexport. Es handelt sich dabei nur um ein Beispiel, aber um ein typisches Beispiel der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft.

Tabelle I

Jahr	Spezifische Einnahmen in Rp./kWh		Anteil der Wärme- und Industrie- Anschlüsse am Gesamtanschluss
	im Durchschnitt	für die Ab- satz-Zunahme	
1923	10,4	6,5	45 %
1929	8,7		52 %
1936	7,4	3,2	60 %
1943	5,3		70 %

Tabelle I zeigt, wie sowohl die von Jahr zu Jahr sinkenden Durchschnitts-Einnahmen als auch die stark sinkenden Einnahmen aus der Absatzzunahme mit dem immer grösser gewordenen Anteil der Wärme- und Industrieanschlüsse am Gesamtanschluss zusammenhängen.

In der nächsten Zukunft kann im schweizerischen Durchschnitt mit spezifischen Einnahmen von etwa 3 bis höchstens 3½ Rp./kWh für den künftigen Mehrabsatz an elektrischer Energie im Inland gerechnet werden.

Wie sich der Bau von Kraftwerken den stetig schärfer werdenden Anforderungen des Verbrauchs

²⁾ Siehe Prof. Dr. B. Bauer: «Der Wettbewerb zwischen Wasserkraft und Brennstoff». (Erscheint nächstens im Bull. SEV.)

hinsichtlich billiger Gestehungskosten bisher angepasst konnte, zeigt eine weitere Zahlenzusammenstellung, die sich auf die *Gesamtheit aller Kraftwerke der Allgemein-Versorgung* bezieht:

Tabelle II

Neu-Inbetriebnahme in Periode	Gestehungskosten ab Kraft- werk pro verfügbare kWh in Rp.	
1922—29 Laufwerke	1,7	2,2 i. Durchschnitt
Akk.-Werke	5,0	
1930—36 Laufwerke	1,1	1,4 i. Durchschnitt
Akk.-Werke	2,6	
1937—42 Laufwerke	0,8	1,0 i. Durchschnitt
Akk.-Werke	1,3	

In diesen Gestehungskosten der in verschiedenen Perioden neu erschlossenen Energie sind die Kosten für Betrieb, Unterhalt, Verwaltung, normale Verzinsung und Abschreibung des Anlagekapitals enthalten, aber kein Uebergewinn oder Reingewinn darüber hinaus.

Wie die Zahlen der Tabelle II zeigen, kommt die Energie aus Akkumulierwerken teurer zu stehen, als diejenige aus Laufwerken. Die Unterschiede sind aber im Laufe der 20 Jahre von 1922 bis 1942 kleiner geworden, und in den letzten Jahren hat der Zwang der Absatzverhältnisse offenbar eine strenge Auswahl der allergünstigsten Projekte nötig gemacht. Die aussergewöhnlich niedrigen Kosten von 1,3 Rp./kWh der im Zeitraum 1937 bis 1942 erschlossenen Akkumulierwerksenergie erklären sich nur aus der Inbetriebnahme des Kraftwerks Innertkirchen, dessen Energiekosten bei dieser Betrachtungsweise nicht mit den Kosten der schon früher gebauten Grimsel- und Gelmer-Stauseen belastet sind.

Nach Darlegungen von Professor Bauer richten sich bei einer freien Energiewirtschaft die Verkaufspreise der elektrischen Energie nicht nach ihren Produktionskosten, sondern nach der Wertschätzung des Konsumenten für die verschiedenen Anwendungen, d. h. nach den Preisen der konkurrierenden Brennstoffe. Die Produktionskosten sind es also, die sich nach den Verkaufspreisen richten müssen, und zwar derart, dass nur solche Produktion wirtschaftlich lebensfähig ist, deren Kosten den möglichen durchschnittlichen Verkaufserlös nicht übersteigen. Niedriger dürfen die Produktionskosten wohl sein, aber nicht höher.

Dass die Produktionskosten der Winterenergie in Akkumulierwerken höher sind als diejenigen der Sommerenergie, berechtigt eigentlich nicht zu einem entsprechend höheren Verkaufspreis, z. B. der Kochenergie oder der Lichtenergie im Winter. Das Gas kostet ja im Winter auch nicht mehr als im Sommer. Die Elektrizitätswirtschaft ist daher gezwungen, auch die Produktionskosten der Winterenergie aus Akkumulierwerken so tief zu halten, dass im Jahresdurchschnitt die gesamten Kosten

durch die gesamten Verkaufserlöse gedeckt werden. Das bedingt aber eine strenge Auswahl unter den Akkumulierwerksprojekten, die in nächster Zeit verwirklicht werden sollen.

Nur im Energiezwischenhandel, z. B. vom Grosskraftwerk zur Energie verteilenden Wiederverkäuferunternehmung, wird für reine Winterenergie mehr bezahlt als für Jahres- oder Sommerenergie. Es ist aber Sache des Wiederverkäufers, seine erhöhten Winterkosten durch geeignete Detailtarife im Laufe des ganzen Jahres hereinzubringen. Im Zwischenhandel ist ein höherer Preis der reinen Winterenergie auch dann gerechtfertigt, wenn der Bezüger solcher in der Lage ist, mit dieser Winterenergie zusammen eine gewisse Menge sonst unverwertbarer Sommerenergie abzusetzen. Wie steht es aber mit den Preisunterschieden für Tages- und für Nachtenergie? Warum bezahlen wir für Heisswasserspeicherenergie in der Nacht weniger als für Kochenergie am Tag? Diese tarifarische Massnahme beweckt und erreicht eine bessere Verteilung der Belastung auf die 24 Stunden des Tages und hilft damit, die Produktionskosten allgemein zu senken und die Konkurrenzfähigkeit der elektrischen Energie zu erweitern. Es handelt sich somit darum, die Produktionskosten den erzielbaren Verkaufspreisen anzupassen.

Ich möchte nun Ihre Aufmerksamkeit darauf lenken, dass die Zahlen der zweiten Tabelle, d. h. die durchschnittlichen Gestehungskosten der *verfügbaren kWh* ab Kraftwerk, noch nicht ohne weiteres vergleichbar sind mit den Zahlen der I. Tabelle, d. h. den durchschnittlichen Einnahmen für die an die Verbraucher wirklich *gelieferte kWh*. Infolge der nicht ganz vollständigen Ausnützung der verfügbaren Energie der Kraftwerke, und infolge der Energieverluste in den Uebertragungs- und Verteilanlagen erhöhen sich die Kosten der kWh von 1 Rp. in der Periode 1937 bis 1942 auf nahezu $1\frac{1}{2}$ Rp. Weitere $1\frac{1}{2}$ Rp. kommen dazu infolge der Jahreskosten der Verteilanlagen. In sämtlichen Verteilanlagen in der Schweiz ist ein ungefähr ebenso hohes Baukapital investiert wie in den Kraftwerken selbst; die Jahreskosten der Verteilung müssen daher ungefähr die gleiche Höhe erreichen wie diejenigen der Erzeugung der Energie. Dann sind wir mit den totalen Kosten von 3 Rp. beinahe auf den 3,2 Rp./kWh, die sich im Beispiel der I. Tabelle als Einnahmen für die in der Periode 1936 bis 1943 neu abgesetzte Energie ergaben.

Wir können daraus die wichtige Folgerung ziehen, dass in nächster Zeit wirklich nur die günstigsten Kraftwerke mit durchschnittlichen Gestehungskosten etwa zwischen 1 und 2 Rp. pro *verfügbare kWh* ab Kraftwerk gebaut werden können, wenn ihre Energie zu den Marktpreisen abgesetzt werden muss, d. h. wenn nicht die Allgemeinheit mit bedeutenden finanziellen Opfern die mangelnde Wirtschaftlichkeit bezahlen soll.

Dies sind die wichtigsten Forderungen, die von Seite der Nachfrage an die neu zu erschliessende Energie gestellt werden.

II. Die Eigenschaften der noch ausbaufähigen Wasserkräfte

1. Betrachten wir vorerst die rein *quantitative Frage*: Dem voraussichtlichen Mehrbedarf von 2,2 Milliarden kWh des nächsten Jahrzehnts steht eine Menge von ungefähr 11 Milliarden kWh in den noch ausbaufähigen Wasserkräften gegenüber. Man sollte daher glauben, dass es an einer Auswahl für die Aufgaben des nächsten Jahrzehnts nicht fehle. Am reichsten an noch ausbaufähigen Wasserkräften sind die Kantone Graubünden, Uri, Tessin, Wallis³⁾, Bern und Aargau.

2. Schon wesentlich eingeschränkt wird aber diese scheinbar reiche Auswahl durch den erwähnten Umstand, dass der Energiemarkt relativ viel Winterenergie, und zwar namentlich jederzeit einsetzbare Akkumulierenergie, verlangt.

Warum sind nun die Baukosten vieler *Akkumulierwerke* so hoch? Es sind in der Hauptsache die Kosten der Staumauern, die sehr stark ins Gewicht fallen, auch dort, wo nicht viel wertvolles Kulturland in Anspruch genommen wird. Diese Staubecken sind meistens teurer als alle anderen Anlage-teile der Kraftwerke zusammen. Beim überwiegen-den Teil aller bisher studierten Akkumulierwerk-projekte machen die Staubeckenkosten im Durchschnitt 60 % der gesamten Baukosten aus. Es würde die kWh im Durchschnitt all dieser relativ teuern Speicherwerke zwischen 3 und 4 Rp zu stehen kommen, mit Vorkriegsbaukosten gerechnet, oder auf 5 bis 6 Rp. nach heutigen Baupreisen. Zusammen mit den Uebertragungs- und Verteilkosten würde diese Energie mehr als doppelt so teuer werden als ihr Marktwert beträgt. Ich will diese Zahlen nicht weiter vermehren. Sie genügen vollauf zur Erkenntnis, dass in den nächsten Jahren bei stark gestiegenen Baupreisen von allen technisch und geologisch möglichen Akkumulierwerkprojekten nur ein kleiner Teil zur Verwirklichung in Frage kommen kann.

3. Dagegen befindet sich unter den noch ausbaufähigen Wasserkräften eine grosse Zahl solcher, die sich zu einem Ausbau in Form von *Laufwerken* gut eignen, und zwar sowohl für Niederdruckwerke an den grossen Strömen des Mittellandes, Aare, Reuss und Rhein, als auch in den Alpen für Hochdrucklaufwerke, diese oft mit der Möglichkeit der Anlage von Tages- oder Wochenausgleichsbecken. Solche kleinen Becken sind namentlich auch dort angebracht, wo Jahresausgleichsbecken zu teuer würden. Nur auf diese Weise, d. h. durch Ausbau in Form eines Laufwerkes, kann die betreffende Wasserkraft wirtschaftlich nutzbar gemacht werden. Ich mache Sie auf das neueste Bauvorhaben der Stadt Zürich für ein Laufwerk an der Julia in Graubünden⁴⁾ aufmerksam, dessen verfügbare Energie von 140 Millionen kWh im Jahr zu $\frac{1}{3}$ in das Winterhalbjahr und zu $\frac{2}{3}$ in das Sommerhalbjahr entfallen wird. Die Gestehungskosten dieser Energie betragen etwa 1 Rp./kWh, und zwar auf Grund der heutigen Baukosten.

³⁾ Bull. SEV 1944, Nr. 20, S. 576.

⁴⁾ Bull. SEV 1944, Nr. 23, S. 682.

Fig. 1 gibt einen Ueberblick über die Gestehungskosten der Winterenergie bei einigen bisher gebauten Lauf- und Speicherwerken⁵⁾.

Das unterste schraffierte Streufeld in Fig. 1 zeigt die Gestehungskosten der Winterenergie von Nieder- und Hochdrucklaufwerken, die vor dem Krieg 1914/18 gebaut wurden. Man ersieht deutlich, wie

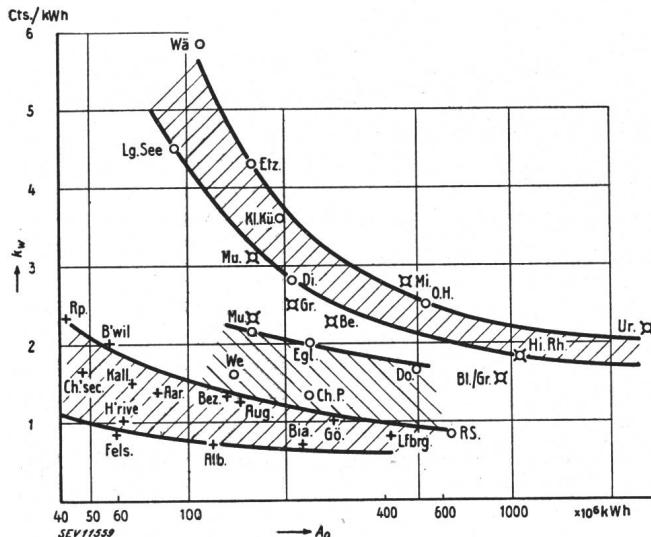


Fig. 1.

Erzeugungskosten der Winterenergie ab bestehenden Kraftwerken

(Wert der Sommerenergie: 1 Rp./kWh)

k_w Gestehungskosten der Winterenergie.

A_0 Jahresproduktionsfähigkeit.

im grossen Durchschnitt diese Kosten mit steigender Grösse (Jahresproduktionsfähigkeit) der Kraftwerke abnehmen. Das mittlere Streufeld enthält grosse Niederdrucklaufwerke, die nach dem letzten Krieg gebaut wurden. Sie ergeben schon deutlich teurere Winterenergie als die älteren Werke. Viel ausgesprochener ist aber die Abhängigkeit der Winterenergie-Kosten von der Kraftwerkgrösse bei den Akkumulierwerken, die im obersten Streufeld dargestellt sind. Waren diese Kosten bei den Werken Wäggital, Etzel, Lungernsee etwa von der Grossenordnung 4...5,5 Rp./kWh, so sind sie bei der viel leistungsfähigeren Akkumulierwerkgruppe Oberhasli mit etwa 2,5 Rp./kWh nur noch halb so gross. Noch etwas günstiger werden die Kosten bei den projektierten Grosskraftwerken Hinterrhein und Urseren.

Aus den in Fig. 1 gezeigten Tatsachen können wir erkennen, dass wir im allgemeinen die billige Energie nicht bei kleinen, sondern bei grossen Kraftwerken suchen müssen; namentlich ist dies bei Speicherwerken der Fall. Das heisst natürlich nicht, dass es gar keine Ausnahmen von dieser Regel gibt.

Ich weise noch darauf hin, dass im Zeitpunkt der Erstellung der mittelgrossen Werke Wäggital, Lungernsee usw. die relativ hohen Gestehungskosten dieser Energie damals kein wirtschaftliches Hindernis bildeten; ein Blick auf die Tabelle I zeigt, dass im Zeitraum 1923—1929 noch etwa 6,5

Rp./kWh an Einnahmen aus der neu abzusetzenden Energie zu erwarten waren. In nächster Zukunft sind dagegen nur noch, wie erwähnt, etwa 3 bis 3½ Rp./kWh für den Mehrabsatz möglich.

Ausser diesem dargelegten wirtschaftlichen Kräftespiel, das sich aus Angebot und Nachfrage ergibt, wirken noch ausserwirtschaftliche Faktoren auf den Weiterausbau der Wasserkräfte ein. Ich meine in erster Linie die durch die bestehende Gesetzgebung bedingten Faktoren sowie die Bestrebungen von Natur- und Heimatschutz.

III. Das Zehnjahreprogramm für den Kraftwerkbau⁶⁾

Dieses Programm wurde im Jahre 1941 von der Arbeitsbeschaffungskommission des SEV und des VSE aufgestellt und von diesen Verbänden als Empfehlung, aber ohne Eingehen einer Bauverpflichtung, den eidgenössischen und kantonalen Behörden zugestellt. Der Bundesrat hat sich seinerzeit dahingehend geäussert, dass er dieses Programm als zweckmässig erachtete, aber auch ohne eine Verbindlichkeit einzugehen über seine allfällig einzunehmende Stellung in Fragen der Konzessionierung einzelner Wasserkräfte.

In diesem Programm wurde in der Schweiz zum erstenmal der Versuch unternommen, eine gewisse Richtlinie über den Ausbau derjenigen bedeutenden Wasserkräfte aufzustellen, die mehr oder weniger für die ganze schweizerische Elektrizitätswirtschaft von Bedeutung sind. Der Bau kleinerer bis mittelgrosser Werke von nur lokaler oder regionaler Bedeutung wird nach diesem Programm ausdrücklich der Initiative der direkt interessierten Instanzen empfohlen. Dies in der Meinung, dass auch der Bau solcher kleinerer Werke wichtig sei für die Befriedigung des stark angestiegenen Energiebedarfes und für die Arbeitsbeschaffung im Falle eintretender grösserer Arbeitslosigkeit. Denn auch unter den kleinen Möglichkeiten sind noch einige wirtschaftlich günstige vorhanden, wenn sich diese wohl meist nur auf Laufwerke beschränken. Sie fallen der Menge nach nicht ins Gewicht gegenüber dem grossen Energiebedarf.

Ich will Ihnen nicht viele Zahlen aus diesem Programm mitteilen, sondern mich auf das Wichtigste beschränken.

Der Umfang der nach dem Hauptprogramm der ersten 10 Jahre neu zu erschliessenden Energie ist 2200 Millionen kWh Jahresproduktionsfähigkeit. Dies entspricht dem, was ich Ihnen zu Beginn meiner Darlegungen als Mindestbedarf des nächsten Jahrzehntes angegeben habe. Als *Werke von allgemeiner Bedeutung*, die in erster Linie zu bauen sind, werden genannt 6 Laufwerke an Aare und Rhein, und zwar Rupperswil, Birsfelden, Säckingen, Koblenz, Rheinau und Schaffhausen; als Speicherwerke wurden in erster Linie empfohlen Lucendro-See — Sellasee — Airolo, und sodann die Hinterrheingruppe mit Staumauer Rheinwald.

⁵⁾ Aus A. Strickler: Zukunftsprobleme der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft. Bull. SEV 1944, Nr. 1, S. 1...14.

⁶⁾ Bull. SEV 1941, Nr. 22, S. 581.

Für die weitere Entwicklung wurde das eingehende Studium der Bleniowasserkräfte im Kanton Tessin, sowie die Ausnützung der Reusswasserkraft mit grossem Stausee im Urserental als zweckmässig erachtet. Für die Befriedigung der regionalen Energiebedürfnisse in der Westschweiz empfahl das Programm in erster Linie den Bau des Speicherwerkes Rossens im Kanton Freiburg. Mit den Laufwerken strebt man die billige Energie an; es braucht unbedingt Laufwerke. Mit den Speicherwerken dagegen erzielt man die Ergänzung bzw. Deckung des Energiemangels der Laufwerke im Winter sowie der täglichen Leistungsspitzen.

Von den im Zehnjahreprogramm empfohlenen Werken sind inzwischen das Laufwerk Rupperswil an der Aare und das Speicherwerk Lucendro-Airolo in Angriff genommen worden; sie kommen im Jahre 1945 in Betrieb. Das Speicherwerk Rossens ist ebenfalls im Bau. Das Studium der Bleniowasserkräfte wurde seither weitergefördert, und für die Ausnützung der Reuss mit Stausee Urseren wurde ein grosszügiges, bis in die Einzelheiten gehendes Projekt ausgearbeitet. Bei der Bleniowerkgruppe lassen sich etwa 800 oder 430 Millionen kWh gewinnen, je nachdem man einen Stausee auf der Greina miteinbezieht oder nicht. Mit dem Urserenwerk lassen sich nach der neuesten Projektvariante etwa 2800 Millionen kWh reine Winterenergie erzeugen. Es sieht nicht nur die Ausnützung urnerischer Gewässer, sondern auch die Einbeziehung derjenigen des benachbarten Vorderrheintales vor. Diese Wasserkraft würde der schweizerischen Wirtschaft die nötige Winterenergie weit über die Entwicklung der nächsten 10 Jahre hinaus sichern. Sie ermöglicht indirekt auch die wirtschaftliche Ausnützung einer grossen Zahl anderer Alpenwasserkräfte in Form von Laufwerken, da sie in Kombination mit diesen die Veredlung der qualitativ schlechten Wasserkräfte ermöglicht. Für das Kraftwerk Birsfelden wurden das Projekt und die Vorarbeiten für den Erwerb der Konzessionen gefördert. Soviel bekannt ist, stehen auch die vorbereitenden Arbeiten für das Kraftwerk Rheinau vor dem Abschluss.

Darüber hinaus ist aber ein Stillstand eingetreten. Wie Sie wissen, haben sich für das Kernstück des Zehnjahreprogramms, das Hinterrheinprojekt, Schwierigkeiten bei der Erteilung der Konzessionen ergeben, indem sich die Rheinwaldgemeinden und die Regierung des Kantons Graubünden gegen die Erstellung des grossen Stausees Rheinwald, nicht aber gegen die Nutzbarmachung der Hinterrheinwasserkräfte überhaupt ausgesprochen haben. Gegenwärtig sind hierüber Rekurse vor dem Bundesrat und dem Bundesgericht anhängig.

Seit 1941, dem Zeitpunkt der Aufstellung des Zehnjahreprogramms, ist eine Reihe anderer Werke lokaler und regionaler Bedeutung in Angriff genommen und zum Teil fertig erstellt worden; andere stehen vor einem Baubeschluss. Dies alles genügt aber leider nicht, um die Entwicklung für die Zeit nach dem Jahre 1947 zu sichern.

IV. Kritik am Zehnjahreprogramm

Zum Schluss möchte ich mich etwas mit der Kritik befassen, die von verschiedenen Seiten gegen dieses Kraftwerkbauprogramm laut geworden ist. Ich muss mich auf einige wenige Punkte beschränken.

1. Eine erste Kritik betrifft die starke Zusammenballung der Niederdruckwerke auf einem relativ engen Raum an der Nordgrenze unseres Landes. Dazu ist zu sagen, dass man die günstigen Wasserkräfte eben da ausbauen muss, wo sie vorhanden sind. Die Rheinwasserkräfte gehören wegen der relativ noch gut ausgeglichenen Wasserführung zu den besten Laufwerken unseres Landes. Sie dienen außerdem noch einem anderen wirtschaftlichen Zweck, nämlich der Vorbereitung des Rheins als schiffbare Wasserstrasse bis zum Bodensee. Die Alpen-Laufwasserkräfte sind zwar meistens noch etwas billiger, aber sie sind in der Qualität schlechter und erfordern einen weit grösseren Zusatz von Winterenergie aus Akkumulierwerken.

2. Eine weitere Kritik macht geltend, dass eine Erschliessung von 2,2 Milliarden kWh viel zu weit gehe. Dass dieser Einwand unzutreffend ist, können Sie anhand meiner Darlegungen im I. Abschnitt ohne weiteres selbst beurteilen.

3. Die wichtigsten Einwände wurden gegen das Hinterrheinprojekt erhoben, namentlich von Seite des Natur- und Heimatschutzes, sowie von Seite der betroffenen Bevölkerung des Rheinwalds. Interessanterweise wurden von diesen Kreisen oft auch kritische Argumente energiewirtschaftlicher Natur vorgebracht. Ueber die eigentlichen Heimatschutz- und kulturpolitischen Argumente sowie über die juristische Seite der Frage will ich mich nicht aussern, dagegen ist es wohl meine Aufgabe, die Argumente energiewirtschaftlicher Natur zu prüfen, die von den Gegnern der Grossspeicherwerke ins Feld geführt werden.

Es wird oft behauptet, dass genügend andere, namentlich kleinere Akkumulierwasserkräfte zur Verfügung stehen. Wie ich gezeigt habe, kommen aber als wirtschaftliche Möglichkeiten nur einige wenige grosse in Betracht, soweit es sich darum handelt, den ganz bedeutenden Bedarf an Winterenergie von vorerst etwa 1200 Millionen kWh zu decken, und zwar eben nicht um jeden Preis, sondern zu konkurrenzfähigen Gestaltungskosten.

Sodann wurde schon behauptet, dass es vorteilhafter wäre, die Hinterrhein- und andere Wasserkräfte nicht mit einem grossen Stausee, sondern ohne solchen, d. h. als Laufwerkgruppen, und somit viel billiger auszubauen. Die dabei anfallende überschüssige Sommerenergie könne ins Ausland exportiert, und dafür können im Austausch ausländische Kohlen für unsere Winterbedürfnisse bezogen werden. Nach den technischen Gegebenheiten sei es möglich, mit jeder exportierten kWh in ausländischen Dampfkraftwerken $\frac{1}{2}$ kg Kohle einzusparen, wogegen bei der Verwendung elektrischer Energie bei uns zur industriellen Wärmeerzeugung höchstens $\frac{1}{5}$ kg Kohle ersetzt werden könne. Im Interesse einer europäischen Energiewirtschaft, zur

Schonung der Kohlevorräte, sollte daher nach Meinung dieser Kritiker nur der erste Weg eingeschlagen werden, weil damit mehr Kohle eingespart werden könnte. Diese Argumentierung gegen grosse Speicherwerke übersieht aber vollständig, erstens, dass wir soviel Kohlen als wirtschaftlich möglich ist, durch elektrische Energie ersetzen müssen, um die drückende Abhängigkeit unserer Industrien von ausländischen Kohlen zu vermindern. Diese Propheten übersehen auch zweitens, dass es außerdem sogar im Interesse der europäischen oder Weltenergiewirtschaft liegt, mit 1 kWh der immer neu sich bildenden Wasserkraftenergie $\frac{1}{5}$ kg der einmal erschöpfbaren Kohlen einzusparen, solange überhaupt noch Wasserkräfte auszubauen sind. Und so lange kann ja tatsächlich hydroelektrische Energie exportiert und mit ihr $\frac{1}{2}$ kg Kohle pro kWh eingetauscht, aber daneben auch solche zur inländischen Wärmeerzeugung und hierbei zum Ersatz von $\frac{1}{5}$ kg Kohle verwendet werden, dies selbstverständlich immer nur, wenn es aus Konkurrenzgründen wirtschaftlich möglich ist. Erst wenn einmal alle Wasserkräfte vollständig ausgebaut sein werden, erhebt sich die Notwendigkeit, die elektrische Energie in erster Linie dort einzusetzen, wo mit einer kWh am meisten Kohle eingespart werden kann. Dieser Zeitpunkt ist noch ferne. Inzwischen sind wir aber gezwungen, aus nationalen Gründen bedeutende Mengen an hydroelektrischer Winterenergie neu zu erschliessen. Um den Bau von grossen Akkumulierwerken kommen wir leider in nächster Zeit nicht

herum, wenn nicht unsere Wirtschaft in einen bedenklichen Zustand der Stagnation geraten soll.

Könnte man aber vielleicht die in letzter Zeit erfolgte Absicht, sobald als möglich das Laufkraftwerk Wassen an der Urner Reuss und das Laufwerk der Stadt Zürich an der Julia in Graubünden zu bauen, etwa dahin deuten, dass sogar die Fachkreise neuestens von den Grossspeicherwerken abrücken? Nein, denn das Laufwerk Wassen wird später einmal ein Bestandteil der grossen Urseren-Reuss-Speicherwerkgruppe sein. Was das Julia-Laufwerk anbetrifft, so sagt der Stadtrat von Zürich in seiner Weisung an den Gemeinderat hierüber wörtlich folgendes:

«Die Produktion des neuen Kraftwerkes wird sofort voll verwendet werden können, so dass keine Reserve verbleibt. Alles spricht dafür, dass der Kraftbedarf weiter wächst, insbesondere ist neue — mit Rücksicht auf unsere Industrie billige — Winterenergie notwendig. Zürich muss daher seine Bestrebungen, sich an einem grossen Winterstauwerk zu beteiligen, weiter fortsetzen. Die Erstellung solcher Werke ist in der Schweiz nur noch an wenigen Stellen möglich. Die Bedürfnisse unserer Volkswirtschaft werden sie in wenigen Jahren zur unabwendbaren Notwendigkeit machen und dazu zwingen, alle Widerstände, die ihnen entgegengesetzt werden, zu überwinden.»

Diesen Worten des Zürcher Stadtrates habe ich nichts beizufügen, denn diese Auffassung wird von den verantwortlichen Organen aller anderen grossen Elektrizitätswerke sowie von der grossen Konsumanten-Organisation durchaus geteilt.

Der Bau eines grossen Speicherwerkes bleibt eines der wichtigsten Probleme unserer gesamten Volkswirtschaft.

Die kantonalen und interkantonalen Elektrizitätswerke

Von Dr. iur. E. Fehr, Direktor der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G., Zürich

621.311.21(494)

Die Gründung und die Organisationsformen der kantonalen und der interkantonalen Elektrizitätswerke, ferner die feineren Unterschiede, die zwischen ihnen bestehen, werden dargelegt. Eine besondere Bedeutung erhielten die grossen Unternehmungen Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G., Bernische Kraftwerke A.-G. und die S. A. l'Energie de l'Ouest Suisse. Die Verwaltung und Geschäftsführung der kantonalen Unternehmungen ist von der eigentlichen Staatsverwaltung getrennt; Zweck dieser Massnahme ist, die bei den kommunalen Unternehmungen wichtige fiskalische Ausnutzung der Elektrizitätswerke zu verhindern. Praktisch wären die kantonalen und interkantonalen Unternehmungen auch gar nicht in der Lage, dem Staat grosse Gewinne abzuliefern, da ihnen als Betätigungsfeld nur die wenig einträglichen Landgebiete zur Verfügung stehen, während die lukrative Versorgung von Städten den kommunalen Elektrizitätswerken reserviert ist. Die gegenwärtige Entwicklung führt zu einem ständig enger werdenden Zusammenschluss von kantonalen und interkantonalen Werken mit privaten und städtischen Werken zu grossen Gemeinschaftsbetrieben, um das gesamte Land immer besser mit Elektrizität zu versorgen.

M. Fehr présente un exposé de la fondation et de l'organisation des entreprises électriques cantonales et intercantionales, ainsi que des points de détail qui différencient ces deux genres d'entreprises. Une importance particulière revient aux grandes entreprises: S. A. des Forces Motrices du Nord-Est Suisse, S. A. des Forces Motrices Bernoises et S. A. l'Energie de l'Ouest Suisse. La direction et l'administration des entreprises cantonales sont séparées de l'administration de l'état, afin d'éviter que ces entreprises ne soient fortement mises à contribution, comme c'est le cas des entreprises communales. Les entreprises cantonales ne seraient d'ailleurs pas à même de fournir de gros bénéfices à l'état, étant donné qu'elles alimentent des contrées plutôt rurales peu rénumératrices, tandis que les entreprises communales ou municipales fournissent leur énergie aux villes et réalisent de ce fait des bénéfices plus substantiels. Le développement actuel tend à resserrer la collaboration des entreprises cantonales et intercantionales avec les entreprises privées et communales sous la forme de grands groupements, qui permettent d'assurer toujours mieux la fourniture d'énergie électrique aux diverses contrées de notre pays.

I. Die Gründung der kantonalen Werke

1. Mit der Ausbildung der technischen Möglichkeit, elektrische Energie über hunderte von Kilometern zu transportieren, ergab sich für die an Naturschätzen so arme, an Steinen und Wasser so reiche Schweiz der Bestand eines ansehnlichen nationalen Gutes in der Gestalt der Wasserkräfte.

Zuerst schritten um die neunziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts Städte und grössere Gemeinden an Wasserläufen zur Ausnutzung von Wasserkräften für Erzeugung von Elektrizität zu Beleuchtungs- und gewerblichen Zwecken.

Die Versorgung der Landgebiete mit elektrischer Energie wurde zunächst der Privatinitiative über-