

Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 45 (1953)

Heft: 11

Artikel: Uebersicht und quantitative Schätzung der schweizerischen Wasserkräfte

Autor: [s.n.]

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-921659>

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: 20.02.2026

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

Uebersicht und quantitative Schätzung der schweizerischen Wasserkräfte

Einleitung

Das Programm des Komitees für Energiefragen vom 29. Mai 1948 sieht vor, daß u. a. folgende Grundlagen für die durchzuführenden Untersuchungen zu schaffen sind:

«Übersicht und quantitative Schätzung der schweiz. Wasserkräfte, und zwar der ausgebauten und der noch ausbaufähigen. Für die noch ausbaufähigen Wasserkräfte ist auf den nach heutigen Anschauungen praktisch möglichen Ausbau abzustellen. Dabei ist einerseits auf die Erschwerungen, welche z. B. aus besonderen Rechtsverhältnissen und aus der Überflutung von Siedlungsgebieten erwachsen, anderseits auf die Wettbewerbsfähigkeit auf dem Energiemarkt Rücksicht zu nehmen.»

Der vom Komitee ernannte Ausschuß I, dem die Schaffung dieser Grundlagen übertragen wurde, betrachtet es als seine Aufgabe:

1. Die verfügbaren Energiemengen und Leistungen der bestehenden und der projektierten Werke zu ermitteln, und zwar je für Sommer und Winter, für Tag und Nacht, je für Laufwerke und Speicherwerke;

2. die mittleren Gestehungskosten der verfügbaren Energie nach einer den Zwecken des Komitees dienlichen Methode zu berechnen.

Dagegen betrachtet es der Ausschuß nicht als seine Aufgabe, eine genaue Rangfolge der relativen Wirtschaftlichkeit aller Projekte aufzustellen. Ebenso wenig kann es sich bei dieser Arbeit um den Vorschlag zu einem eigentlichen Ausbauplan mit Angabe der zeitlichen Reihenfolge im Ausbau der noch verfügbaren Wasserkräfte handeln.

Spezielle Untersuchungen, z. B. über die Aufteilung der Gewässer in rationellste Ausnützungsgebiete bleiben besonderen Arbeiten vorbehalten.

A. Ausgebaute Wasserkräfte

Die Statistik der Wasserkraftanlagen der Schweiz, herausgegeben durch das Eidg. Amt für Wasserwirtschaft enthält alle am 1. Januar 1947 in Betrieb gestandenen Wasserkraftanlagen mit mehr als 450 PS installierter Leistung¹ und zwar sowohl diejenigen der Allgemein-Versorgung als auch die bahn- und industrie-eigenen Kraftwerke.

Aus dieser Statistik sowie den monatlichen und jährlichen Publikationen des Eidg. Amtes für Elektrizitätswirtschaft ergeben sich die approximativten Zahlen der nachstehenden Tabelle 1.

Um die effektive Erzeugung mit der am 1. Januar 1947 verfügbaren Energie vergleichen zu können, untersucht man am besten das hydrographische Jahr 1947/48, das hinsichtlich Wasserverhältnisse ungefähr einem mittleren Jahr entspricht, sowie das trockene Jahr 1948/49. Nach den periodischen Publikationen des Amtes für Elektrizitätswirtschaft wurden in diesen Jahren erzeugt und bezogen:

¹ Die Erzeugungsmöglichkeit der Elektrizitätswerke mit weniger als 450 PS Leistung (300 kW) beträgt schätzungsweise etwa 50 Mio kWh pro Jahr, also 0,5 % der in der Statistik von 1947 erfaßten Summe.

| | 1947/48 | | 1948/49 | |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Winter Mio kWh | Sommer Mio kWh | Winter Mio kWh | Sommer Mio kWh |
| a) Allgemein-Versorgung | | | | |
| Erzeugt in Laufwerken | 2540 | 3115 | 2050 | 3050 |
| Erzeugt in Speicherwerken | 1095 ² | 1202 | 1267 | 977 |
| Zusammen in Wasserkraftwerken der Allgemein-Versorgung | 3635 | 4317 | 3317 | 4027 |
| Bezogen aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken und Einfuhr | 192 | 280 | 238 | 298 |
| Erzeugt in thermischen Kraftwerken | 40 | 6 | 133 | 12 |
| Total Erzeugung und Bezug | 3867 | 4603 | 3688 | 4337 |
| b) Bahn- und Industrie-Werke | | | | |
| Erzeugt in Wasserkraftwerken | 926 | 1479 | 804 | 1419 |
| Total erzeugt in allen Wasserkraftwerken | 4561 | 5796 | 4121 | 5446 |
| Totale mittlere Verfügbarkeit | 4780 | 6100 | | |

Die effektive Erzeugung in Kraftwerken der Allgemein-Versorgung und die Verwendung der Energie wird vom Eidg. Amt für Elektrizitätswirtschaft monatlich im Bulletin SEV publiziert. Aus diesen Zahlen ergeben sich auf Grund einer speziellen Verarbeitung die nachfolgenden Zusammenstellungen. Die gesamte Erzeugung wurde dabei aufgeteilt in die vier verschiedenen Energiekategorien, die für die Bearbeitung der Teilprobleme des

*Kraftwerke der Kategorie I
(am 1. Januar 1947 in Betrieb)*

Tabelle 1

| | Maximal mögliche Leistung kW | Mittlere jährl. Erzeugungsmöglichkeit in Mio kWh | | |
|---|------------------------------|--|---|--------|
| | | Winter-Halbjahr 1. Okt. bis 31. März | Sommer-Halbjahr 1. Apr. bis 30. Sept. | Jahr |
| Laufwerke ³ | 1 188 000 | 3050 | 4350 | 7 400 |
| Speicherwerke | 1 068 000 | 1630 | 1420 | 3 050 |
| Total | 2 256 000 | 4680 | 5770 | 10 450 |
| Davon in Kraftwerken der Allgemein-Versorgung | | | | |
| Laufwerke | 850 000 | 2400 | 3100 | 5 500 |
| Speicherwerke | 858 000 | 1350 | 1200 | 2 550 |
| Total Allgemein-Versorgung | 1 708 000 | 3750 | 4300 | 8 050 |
| In Bahn- und Industrie-Kraftwerken | | | | |
| Laufwerke | 338 000 | 650 | 1250 | 1 900 |
| Speicherwerke | 210 000 | 280 | 220 | 500 |
| Total Bahn und Industrie | 548 000 | 930 | 1470 | 2 400 |

² Nach dem trockenen Sommer 1947 waren in den Speicherbecken statt 1100 Mio kWh nur 899 Mio kWh Energievorrat vorhanden, also 200 Mio kWh zu wenig; am 1. Oktober 1948 waren dagegen die Speicherbecken beinahe gefüllt.

³ Werke mit Tages- oder Wochenspeicher werden zu den Laufwerken gerechnet.

Programms des Komitees für Energiefragen von Bedeutung sind:

Winter-Werktag-Tagesenergie, abgekürzt:

Winter-Tagesenergie;

Winter-Nacht- und Wochenendenergie, abgekürzt:

Winter-Nachtenergie;

Sommer-Werktag-Tagesenergie, abgekürzt:

Sommer-Tagesenergie;

Sommer-Nacht- und Wochenendenergie, abgekürzt:

Sommer-Nachtenergie.

Die Werktag-Tagesenergie bezieht sich im Winter, an 5½ Werktagen jeder Woche, auf je 13 Stunden; im Sommer auf je 10 Stunden pro vollen Werktag. Dies ergibt sich aus den Gesamt-Leistungsdiagrammen, indem als «Tageszeit» die Zeit genommen wird, während der sich die ausgesprochen hohen Leistungen ergeben¹.

Pro Halbjahr ergeben sich somit, in Übereinstimmung mit den neuen «Richtlinien für die vergleichende Beurteilung der relativen Wirtschaftlichkeit von Wasserkraft-Vorprojekten» des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes:

| | Werktag-Tagesstunden | Nacht- und Wochenendstunden |
|---|----------------------|-----------------------------|
| Winterhalbjahr (1. Okt. bis 31. März) | 1860 | 2520 |
| Sommerhalbjahr (1. April bis 30. Sept.) | 1440 | 2940 |

Die spezielle Verarbeitung der Publikationen des Amtes für Elektrizitätswirtschaft (Jahrespublikation im Bulletin SEV 1950, Nr. 4) nach diesen Gesichtspunkten ergibt die Zahlen in der nachfolgenden Tabelle.

Effektive Erzeugung und Bezug der Werke der Allgemeinversorgung

| | Aus Laufwerken ² | | Aus Speicherwerken ³ | | Zusammen | | Total im Halbjahr |
|------------------------|-----------------------------|-------|---------------------------------|-------|----------|-------|-------------------|
| | Tag | Nacht | Tag | Nacht | Tag | Nacht | |
| Mittleres Jahr 1945/46 | | | | | | | |
| Winter | 1150 | 1490 | 770 | 443 | 1920 | 1933 | 3853 |
| Sommer | 1150 | 2220 | 630 | 501 | 1780 | 2721 | 4501 |
| Trockenes Jahr 1946/47 | | | | | | | |
| Winter | 1068 | 1346 | 745 | 420 | 1813 | 1766 | 3579 |
| Sommer | 1080 | 2150 | 660 | 500 | 1740 | 2650 | 4390 |
| Trockenes Jahr 1948/49 | | | | | | | |
| Winter | 1020 | 1268 | 846 | 554 | 1866 | 1822 | 3688 |
| Sommer | 1120 | 2228 | 590 | 399 | 1710 | 2627 | 4337 |

In den *Bahn- und Industrie-Wasserkraftwerken* wurden in gleichen Zeiträumen folgende Energiemengen erzeugt (eine Gliederung in die vier Kategorien ist hier nicht möglich):

| | Winter | Sommer | Jahr |
|------------------------|---------|--------|------|
| | Mio kWh | | |
| Mittleres Jahr 1945/46 | 854 | 1326 | 2180 |
| Trockenes Jahr 1946/47 | 756 | 1394 | 2150 |
| Mittleres Jahr 1947/48 | 926 | 1479 | 2405 |
| Trockenes Jahr 1948/49 | 804 | 1419 | 2223 |

Im mittleren Jahr 1945/46 waren die Belastungsverhältnisse (laut Statistik des Amtes für Elektrizitätswirtschaft) durch folgende Zahlen charakterisiert:

Mittwoch, 16. Januar 1946⁴

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| Laufwerke | 550 000 kW |
| Maximalleistung der Speicherwerke | 700 000 kW |
| Totalle effektive Maximalleistung | 1 250 000 kW |
| <i>Erzeugung in Mio kWh:</i> | |
| Winterhalbjahr: Laufwerke | 2640 |
| Winterhalbjahr: Speicherwerke | 1213 |
| Winterhalbjahr: total | 3853 |

Die Benützungsdauer der totalen effektiven Maximalleistung war

¹ Bei *Bahnen* sind die Verhältnisse etwas anders; bei den SBB treten die höheren Belastungen zwischen 05.00 und 23.00 Uhr auf.

² Inkl. Bezug aus Bahn- und Industriewerken, sowie Einfuhr.

³ Inkl. thermische Werke.

⁴ Das Eidg. Amt für Elektrizitätswirtschaft publiziert monatlich die Leistungs- und Produktionsverhältnisse desjenigen Mittwochs, der jeweils der Monatsmitte am nächsten liegt. Der Mittwoch gilt als typisch für volle Werkstage.

$$\text{im Winterhalbjahr 1945/46} \frac{3853 \text{ Mio kWh}}{1,250 \text{ Mio kW}} = 3070 \text{ h}$$

Mittwoch, 12. Juni 1946⁴

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| Laufwerke | 850 000 kW |
| Maximalleistung der Speicherwerke | 500 000 kW |
| Totalle effektive Maximalleistung | 1 350 000 kW |
| <i>Erzeugung in Mio kWh:</i> | |
| Sommerhalbjahr: Laufwerke | 3370 |
| Sommerhalbjahr: Speicherwerke | 1131 |
| Sommerhalbjahr: total | 4501 |

Im trockenen Jahr 1946/47 bestanden folgende Belastungsverhältnisse:

Mittwoch, 12. Februar 1947⁴

(Verbrauch eingeschränkt)

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| Laufwerke | 420 000 kW |
| Maximalleistung der Speicherwerke | 600 000 kW |
| Totalle effektive Maximalleistung | 1 020 000 kW |
| <i>Erzeugung in Mio kWh:</i> | |
| Winterhalbjahr: Laufwerke | 2414 |
| Winterhalbjahr: Speicherwerke | 1165 |
| Winterhalbjahr: total | 3579 |

Mittwoch, 13. August 1947⁴

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| Laufwerke | 700 000 kW |
| Maximalleistung der Speicherwerke | 700 000 kW |
| Totalle effektive Maximalleistung | 1 400 000 kW |
| <i>Erzeugung in Mio kWh:</i> | |
| Sommerhalbjahr: Laufwerke | 3230 |
| Sommerhalbjahr: Speicherwerke | 1160 |
| Sommerhalbjahr: total | 4390 |

Die prozentuale Verteilung der vier Energie-Kategorien war die folgende:

| | 1945/46 (mittleres Jahr) | | 1946/47 (trockenes Jahr) | |
|------------------------------|-----------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| | Winter | Sommer | Winter | Sommer |
| Werktag-Tagesenergie | 50 % | 39 % | 51 % | 40 % |
| Nacht- und Wochenend-energie | 50 % | 61 % | 49 % | 60 % |
| | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |

Wie aus den obigen Zahlen ersichtlich ist, wurden im Jahre 1945/46 von der vorhandenen Speicherwerkleistung von 858 000 kW (siehe S. 232) nur 700 000 kW (siehe S. 233) in Anspruch genommen. Die Reserve von 158 000 kW kommt z. T. dadurch zustande, daß die verfügbare Energiemenge nicht auf etwa acht Tagesstunden konzentriert wird, wie dies theoretisch möglich wäre, sondern zum Teil in der Nacht abgegeben wird.

B. Seit 1. Januar 1947 in Betrieb gesetzte, im Ausbau stehende und weiterhin noch verfügbare Wasserkraftwerke

1. Methode der Gruppierung und Beurteilung der Werke bzw. Projekte

Im Hinblick auf einen lückenlosen Anschluß an die Statistik des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft über die am 1. Januar 1947 in Betrieb stehenden Werke sowie an die Erzeugungsstatistik des Amtes für Elektrizitätswirtschaft werden alle weiteren Wasserkräfte in folgende Kategorien gegliedert:

II.¹ Seit 1. Januar 1947 neu in Betrieb gesetzte und seither in Bau genommene Kraftwerke;

III. Noch verfügbare Wasserkräfte, für die weitgehend abgeklärte Projekte vorliegen;

IV. Noch verfügbare Wasserkräfte, für welche Projekte oder generelle Projektideen zwar vorliegen, die aber in technisch-wirtschaftlicher oder in rechtlicher und politischer Hinsicht (Konzessionsfrage) nicht vollständig abgeklärt sind. Ebenso sind in die Kategorie IV auch solche Projekte eingereiht, die zwar einigermaßen abgeklärt sind, bei denen aber so hohe Gestehungskosten zu erwarten sind, daß eine Realisierung in absehbarer Zeit als unwahrscheinlich erscheint.

In den nachfolgenden Tabellen 2 und 3 sind die bisher bekannt gewordenen Projekte aufgenommen worden. In der Tabelle 4 auf Seite 239 wurden Projekte zusammengefaßt, die noch nicht vollständig abgeklärt sind, unterteilt in Speicherwerke und Laufwerke. Die Tabellen können keinen Anspruch auf absolute Vollständigkeit erheben. Einerseits fehlen einige Projekte kleiner Werke; anderseits ist die Verbesserung der Erzeugung in den unterliegenden Niederdruckwerken durch die Erstellung von Speichern nicht berücksichtigt, wohl aber die Verbesserung der Erzeugung in den unterliegenden Hochdruckwerken.

Die Zusammenstellungen wurden auf folgenden Grundlagen aufgebaut:

1. Es wurden in erster Linie die beim Eidg. Amt für Wasserwirtschaft vorliegenden Projekte und Studien zu Grunde gelegt. Außerdem sind einige andere Literatur- und sonstige Angaben benutzt worden.

¹ Als Kategorie I werden die im vorhergehenden Abschnitt A behandelten, am 1. Januar 1947 in Betrieb stehenden Werke bezeichnet.

2. Im Hinblick auf einen richtigen Anschluß an die Statistik der bestehenden Werke ist bei Umbauten und Vergrößerungen unter den Zahlen für die mögliche Energieproduktion nur die Vermehrung der bisherigen Produktionsmöglichkeit angegeben.

3. Es wurden soweit als tunlich die vom Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband herausgegebenen «Richtlinien für die vergleichende Beurteilung der relativen Wirtschaftlichkeit von Wasserkraft-Vorprojekten» berücksichtigt, nämlich:

a) Einteilung des hydrographischen Jahres (1. Oktober bis 30. September) in ein *Winterhalbjahr* (1. Oktober bis 31. März) und ein *Sommerhalbjahr* (1. April bis 30. September).

b) Ermittlung der gesamten *Anlagekosten* aus den Kosten für Konzessionserwerb, Grunderwerb und Entschädigungen, bauliche Anlagen, Eisenkonstruktionen, mechanische und elektrische Ausrüstung, allgemeine Kosten (inkl. Vorarbeiten, Projektierung, Bauleitung, Finanzierung, Bauzinsen). Als Grundlage für die Ermittlung der Kosten der projektierten und noch nicht erstellten Kraftwerke gelten die Preise der Jahre 1949/50.

c) Ermittlung der *Jahreskosten*, unter Zugrundelegung einer Kapitalverzinsung von 4%, nach der in den «Richtlinien» des Wasserwirtschaftsverbandes, Seite 13, enthaltenen Tabelle.

In einigen Punkten wird von den «Richtlinien» abgewichen. Während es sich bei letzteren um ein feines Instrument für die vergleichende Beurteilung der relativen Wirtschaftlichkeit von Wasserkraft-Vorprojekten handelt (z. B. Auswahl des günstigsten Projektes aus einigen für die baldige Ausführung in Frage kommenden Projekten), kann bei der Zusammenstellung für die Zwecke des Komitees für Energiefragen mit Rücksicht auf das sehr umfangreiche, aber z. T. lückenhalte Material nur eine relativ einfache Methode in Frage kommen, welche erlaubt, einen allzugroßen Arbeitsaufwand für die Durchführung der Zusammenstellung zu vermeiden. Zum Beispiel muß auf die monatsweise Unterteilung der Energieproduktion verzichtet werden, weil das Material hiefür nicht vorhanden ist. Ferner war es nicht möglich, für alle Projekte außer der Erzeugungsfähigkeit in einem Durchschnittsjahr auch diejenige in einem wasserarmen Jahr anzugeben, weil diese Angaben bei vielen Projekten fehlen. Bei einer beschränkten Zahl waren sie jedoch ersichtlich oder konnten schätzungsweise errechnet werden.

Bei den *Kostenvoranschlägen* konnte es sich nicht um eine detaillierte Nachprüfung handeln; dagegen wurden offensichtliche Abweichungen von der Norm korrigiert, z. B. auf die Preise von 1949/50 umgerechnet, oder die allenfalls fehlenden Bauzinsen zugeschlagen usw.

In den «Richtlinien» des Wasserwirtschaftsverbandes ist als Vergleichsmaßstab der Wirtschaftlichkeit der «Bewertungsquotient», d. h. «Marktwert der Energie: Jahreskosten» empfohlen. Für die Zwecke des Komitees für Energiefragen wäre dieser Quotient grundsätzlich ebenfalls brauchbar. Da aber die Unterteilung der Produktion nur semesterweise, und nicht monatsweise wie nach den «Richtlinien» erfolgen kann, und da ferner nur die Produktion in einem Durchschnittsjahr, nicht aber auch für ein trockenes Jahr bei allen

Projekten bekannt war, ist es wohl vorzuziehen (um keinen Anlaß zu Verwechslungen mit der feineren Beurteilungsmethode der «Richtlinien» zu geben), einen etwas anderen, vereinfachten Maßstab der Wirtschaftlichkeit anzuwenden. Diese besondere Untersuchungsmethode soll zwar grundsätzlich auf den in den «Richtlinien» angegebenen Marktwert-Verhältnissen der Energie beruhen. Nach der Bewertungstabelle auf Seite 19 der «Richtlinien» ergeben sich die *Marktwerte der Energie in Oberspannung im Hauptkonsumgebiet* als Semester-Mittelwerte aus den einzelnen Monatswerten wie folgt:

| | Minimal- erzeugung | Mehr- erzeugung |
|------------------------------------|-----------------------|--------------------|
| | Rp./kWh | Rp./kWh |
| Winter-Werktags-Tagesenergie | 4,38 | 2,40 |
| Winter-Nacht- und Wochenendenergie | 2,64 | 1,90 |
| Sommer-Werktags-Tagesenergie | 2,56 | 1,47 |
| Sommer-Nacht- und Wochenendenergie | 1,16 | 0,70 |

Als Minimalerzeugung gilt die Erzeugung in einem trockenen Jahr wie z. B. 1920/21; als Mehrerzeugung gilt die in einem Durchschnittsjahr über die minimale Erzeugung hinaus mögliche Erzeugung.

Die gesamte Erzeugung in einem Durchschnittsjahr kann im rohen Durchschnitt aus 85 % minimaler Erzeugung und 15 % Mehrerzeugung zusammengesetzt angenommen werden. Dann ergeben sich für die gesamte Erzeugung folgende Werte:

| | Marktwerte loko Konsumgebiet: | |
|------------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| | Rp./kWh | Verhältnis- werte |
| Winter-Werktags-Tagesenergie | 4,08 | 1,00 |
| Winter-Nacht- und Wochenendenergie | 2,53 | 0,62 |
| Sommer-Werktags-Tagesenergie | 2,40 | 0,59 |
| Sommer-Nacht- und Wochenendenergie | 1,09 | 0,27 |

Beim Gebrauch dieser Marktwertzahlen ist zu berücksichtigen, daß kein eigentlicher Energiemarkt besteht, sondern daß «es sich nur um die Preise eines supponierten, also konventionellen Energiemarktes handelt» (siehe Richtlinien, Seite 16).

Ferner «wird die Bewertungstabelle neuen Verhältnissen angepaßt werden müssen, wenn in der schweizerischen Energieversorgung von der Angebot- oder Nachfrageseite aus sich tiefgreifende Verschiebungen ereignen sollten, z. B. durch die Inbetriebsetzung großer Speicherwerke oder Laufwerke oder durch die künftige Entwicklung der Kohlen- und Ölpreise» (siehe Richtlinien, Seite 17).

Für Projekte, bei denen die Sommerenergie die Winterenergie übersteigt, muß nach den Richtlinien (Seiten 17 und 18) für den Wert der Sommerenergie ein Reduktionsfaktor eingesetzt werden. Dieser Faktor ergibt sich durch Ausrechnung wie folgt:

| | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|
| Verhältnis Sommer- energie- zu Winter- energiemenge | | | | | | | |
| Reduktionsfaktor | 1,0 | 1,25 | 1,50 | 1,75 | 2,00 | 2,25 | 2,50 |
| | 0,96 | 0,93 | 0,91 | 0,90 | 0,86 | 0,82 | 0,73 |

Die Marktwert-Verhältniszahlen der Sommerenergie (0,59 für Tagesenergie, 0,27 für Nachtenergie, siehe

oben) müssen dann mit diesem Reduktionsfaktor multipliziert werden.

Da die Vergleiche jedoch nicht auf die Gestehungskosten der Energie ab Kraftwerk, sondern auf die Kosten im Konsumgebiet (in Oberspannung, in den Verteilzentren) abstellen sollen, müssen zu den Jahreskosten der Kraftwerke noch die Kosten der Übertragung hinzugefügt werden. Diese sind in Anlehnung an die Methode der «Richtlinien» (Seite 14) zu ermitteln; sie bestehen aus den Jahreskosten der Übertragungsanlagen und dem Wert der Energieverluste und werden als prozentualer Zuschlag zu den Jahreskosten ab Kraftwerk hinzugefügt.

Die neu vorgeschlagene Methode der wirtschaftlichen Beurteilung von Kraftwerkprojekten beruht auf der Annahme daß die Gestehungskosten der einzelnen Energiekategorien im gleichen Verhältnis unter sich stehen, wie die oben angegebenen Marktwerte.

Nach dieser hier vorgeschlagenen Methode ist die relative Wirtschaftlichkeit eines Projektes durch vier Gestehungskosten-Angaben charakterisiert. Es genügt aber, wenn nur die Gestehungskosten der Winter-Tagesenergie und der Sommer-Tagesenergie angegeben werden. Daraus können ohne weiteres auch die Gestehungskosten für Nachtenergie ermittelt werden; auch diese sind für Teilprobleme wichtig, z. B. für die Frage der Warmwasserbereitung in Boilern.

Zwischen diesen Gestehungskosten der verschiedenen Energiekategorien und dem in den «Richtlinien» definierten «Bewertungsquotienten» besteht ein einfacher Zusammenhang:

Der Bewertungsquotient bei einem bestimmten Projekt ist nämlich gleich den aus den betr. Marktwerten gebildeten Kosten dividiert durch die Jahreskosten. Die Marktwerte je kWh, dividiert durch den Bewertungsquotienten, ergeben die Gestehungskosten der Energie je kWh.

Diese Berechnungsmethode ist nicht wesentlich komplizierter als die früher übliche, bei der für die gesamte Sommerenergie ein Wert von z. B. 1,0 oder 1,2 oder 1,5 Rp./kWh angenommen und danach die Kosten der gesamten Winterenergie berechnet werden. Die neue Methode trägt aber richtigerweise dem Wert jeder Energiekategorie Rechnung. Ferner wirkt sich auch der verschieden hohe Ausbau bei den einzelnen Projekten einigermaßen richtig aus; es ist daher nicht nötig, alle Projekte, um sie vergleichen zu können, auf einen Ausbau mit einer bestimmten, einheitlichen Betriebsdauer umzurechnen. Einzig bei einem relativ sehr großen Ausbau eines Speicherwerkes, z. B. auf eine Betriebsdauer von 1000 bis 1200 Stunden pro Winterhalbjahr würde sich für ein solches Werk ein zu ungünstiges Bild aus den nach der neuen Methode berechneten Gestehungskosten ergeben. Doch kommen unter den vorliegenden Speicherwerkprojekten keine mit so niedriger Betriebsdauer vor.

Bei der gewählten vereinfachten Methode zur Ermittlung der Gestehungskosten erscheinen Werke, bei denen die Erzeugungsmöglichkeit auch in trockenen Jahren voll vorhanden ist, zu ungünstig gegenüber solchen mit einem starken Rückgang in trockenen Jahren. Für spezielle Untersuchungen von Teilproblemen könnte es daher angezeigt erscheinen, eine genauere Methode mit Unterscheidung von acht Energiekategorien einzuführen.

Gemäß Seite 235 ergeben sich die folgenden Verhältniswerte:

| | Minimal-Energie | Mehr-Energie |
|------------------------------------|-----------------|--------------|
| Winter-Werktag-Tagesenergie | 1,00 | 0,55 |
| Winter-Nacht- und Wochenendenergie | 0,60 | 0,43 |
| Sommer-Werktag-Tagesenergie | 0,58 | 0,34 |
| Sommer-Nacht- und Wochenendenergie | 0,27 | 0,16 |

2. Kraftwerke der Kategorie II

(seit 1. Januar 1947 neu in Betrieb gesetzte und seitdem in Bau genommene Kraftwerke).

In der Tabelle 2 auf Seite 237 sind unter Kategorie II die Leistungs- und Produktionsverhältnisse für jedes Werk einzeln angeführt; die Anlage- und die Jahreskosten sind dagegen nur je für die Speicherwerke und für die Laufwerke gesamthaft angegeben.

An verschiedenen *Energiekategorien* werden erfasst:

| | Winter-Tag | Winter-Nacht | Sommer-Tag | Sommer-Nacht |
|--------------------------|------------|--------------|------------|--------------|
| | Mio kWh | Mio kWh | Mio kWh | Mio kWh |
| in Speicherwerken | 3228 | 95 | 1050 | 382 |
| in Laufwerken | 459 | 254 | 478 | 842 |
| Total Kraftwerke Kat. II | 3687 | 349 | 1528 | 1224 |

Die prozentuale Verteilung der vier Energiekategorien ist eine ganz andere, als bei den im Jahr 1947 in Betrieb stehenden Werken, nämlich:

| Werktag-Tages-Energie Nacht- und Wochenend-energie | 1946/47 | | Werke Kat. II | |
|---|---------|--------|---------------|--------|
| | Winter | Sommer | Winter | Sommer |
| | 51 % | 40 % | 91 % | 56 % |
| | 49 % | 60 % | 9 % | 44 % |
| | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |

Der Anfall an Tagesenergie ist bei den Werken der Kategorie II demnach relativ viel größer als in den bisher in Betrieb stehenden Werken.

Außerdem ist das Verhältnis zwischen Winter- und Sommerenergie ein ganz anderes:

Verfügbarkeit in Mio kWh

| | 1. 1946/47 | 2. Werke der Kat. II | | | Zusammen 1. + 2. |
|------------------------|------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|------------------|
| | | Am 1. 10. 1953 im Betrieb | Am 1. 10. 1953 im Bau | Alle Werke der Kat. II | |
| Winter | 4 680 | 1616 | 2420 | 4036 | 8760 |
| Sommer | 5 770 | 1932 | 820 | 2752 | 8522 |
| | 10 450 | 3548 | 3240 | 6788 | 17 238 |
| Winter in % des Jahres | 45 % | 46 % | 75 % | 60 % | 51 % |

Nach vollständigem Ausbau aller Kraftwerke der Kategorie II ändert sich das heutige Verhältnis zwischen verfügbarer Winterenergie und verfügbarer Sommerenergie (etwa 45% zu 55%) und erreicht für alle dannzumal in Betrieb stehenden Werke ungefähr die

Werte 51% Winterenergie zu 49% Sommerenergie. Es ist einigermaßen wahrscheinlich, daß sich dann auch die heute gültigen Marktwertverhältnisse ändern.

Nach den Schlußergebnissen des Ausschusses IV des Komitees für Energiefragen wird die durch die Kategorie II neu erschlossene Energie von rund 6,8 Mrd kWh den Inlandbedarf (ohne Elektrokessel) bei normaler Wirtschaftslage für etwa 17 Jahre (ab 1947), d. h. etwa bis zum Jahre 1964, decken.

Die *wirtschaftlichen Verhältnisse* der Kraftwerke der Kategorie II sind durch folgende Zahlen charakterisiert:

| | Anlagekosten | Jahreskosten | |
|---------------|--------------|--------------|-----------------|
| | | ab Werk | im Konsumgebiet |
| | Mio Fr. | Mio Fr. | Mio Fr. |
| Speicherwerke | 2210 | 149 | 174 |
| Laufwerke | 504 | 43 | 45 |
| Total Kat. II | 2714 | 192 | 219 |

Die *Gestehungskosten* der vier Energiekategorien wurden ausgerechnet nach der auf Seite 235 entwickelten Methode. Es sind nachstehend nur die Grenzen und Mittelwerte der Energiegestehungskosten loko Konsumgebiet für alle Speicherwerke zusammen und für alle Laufwerke zusammen angegeben, und zwar

| | Winter-Tag | Winter-Nacht | Sommer-Tag | Sommer-Nacht |
|--|-------------|--------------|-------------|--------------|
| | in Rp./kWh | in Rp./kWh | in Rp./kWh | in Rp./kWh |
| Alle Speicherwerke | | | | |
| Kategorie II im gewogenen Mittel | 3,4 bis 4,9 | 2,1 bis 3,0 | 2,0 bis 2,8 | 0,9 bis 1,3 |
| Alle Laufwerke | | | | |
| Kategorie II im gewogenen Mittel | ca. 4,4 | ca. 2,7 | ca. 2,6 | ca. 1,2 |
| Alle Werke der Kat. II im gewogenen Mittel | 2,3 bis 5,4 | 1,6 bis 3,4 | 1,3 bis 3,2 | 0,6 bis 1,5 |
| | ca. 3,9 | ca. 2,4 | ca. 2,3 | ca. 1,0 |
| Alle Werke der Kat. II im gewogenen Mittel | ca. 4,4 | ca. 2,6 | ca. 2,5 | ca. 1,1 |

Es ergibt sich aus der letzten Reihe der obigen Tabelle, daß die mittleren Gestehungskosten der Winterenergie aus allen Kraftwerken der Kategorie II, in Oberspannung im Konsumgebiet, (4,4 bzw. 2,6 Rp./kWh) etwas größer sind, als die auf Grund der «Richtlinien» des Wasserwirtschaftsverbandes ermittelten approximativen heutigen Marktwerte der im Durchschnittsjahr verfügbaren Winterenergie (4,08 bzw. 2,53 Rp./kWh), s. S. 235.

Hingegen entsprechen die Mittelwerte der Gestehungskosten der Sommerenergie aus allen Kraftwerken der Kategorie II zusammen mit 2,5 bzw. 1,1 Rp./kWh nahezu den heutigen Marktwerten. Daß zwischen Winter- und Sommerenergie in dieser Hinsicht ein Unterschied besteht, erklärt sich aus dem Umstand, daß durch Einführung des Reduktionsfaktors für Sommerenergie eine kleine Verschiebung von Jahreskosten entsteht, und zwar zu Gunsten der Sommerenergie und zu Lasten der Winterenergie.

Es sei darauf hingewiesen, daß die Energie eines Laufwerkes und diejenige eines Speicherwerkes nicht ohne weiteres miteinander verglichen werden können. Sind die Gestehungskosten der Winter-Tagesenergie

CENTRAL SCHWEIZERISCHE KRAFTWERKE

LUZERN

ELEKTRIZITÄTSWERK ALTDORF / ELEKTRIZITÄTSWERK SCHWYZ

ENERGIE-ERZEUGUNG: 420 Mio kWh pro Jahr

KRAFTWERKE: LUNGERNSEE, RATHAUSEN
WASSEN, ARNIBERG, BÜRGLEN
GURTNELLEN, WERNISBERG

ENERGIE-VERTEILUNG:

48500 ABONNENTEN
1320 km Hochspannungsleitungen
2770 km Niederspannungsleitungen
920 Transformatoren-Stationen

Kraftwerke Oberhasli AG Innertkirchen

Gegründet 1925

Aktionäre: BKW, Basel, Bern und Zürich
Aktien- und Obligationenkapital 285 Mill. Fr.

Kraftwerke

im Betrieb:
Innertkirchen, Handeck I, Handeck II, Oberaar
im Bau:
Zuleitung des Gadmerwassers

Energieproduktion

nach Vollendung der Neubauten 1954 / 55
Im Sommer 635 Millionen kWh
Im Winter 665 Millionen kWh
Mittlere Jahresproduktion 1300 Millionen kWh

Stahlspundbohlen

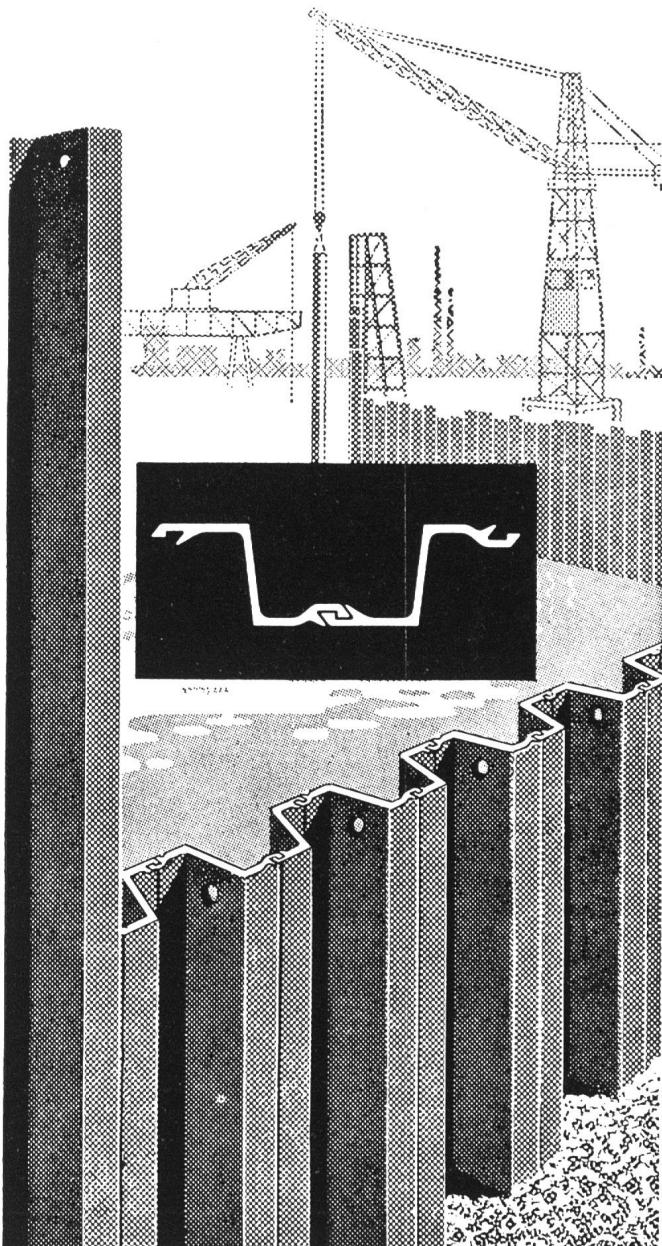
B E L V A L

Arbed Belval Luxemburg



Columeta A.G. Basel

Steinenring 51



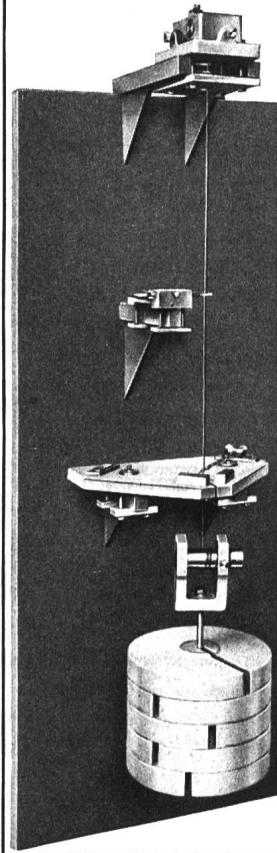
Schafir & Mugglin

Bauunternehmung AG Zürich / Liestal / Baden

Staudämmme Staumauern
Tunnel Stollen Brücken
Kanäle Flußkorrekturen
Flughafenbauten usw.

STOPPANI

BERN



PENDEL

Apparate zur Kontrolle der
Deformation von
Staumauern
(System Juillard)

Wassermeßflügel

Mit offenem und geschlossenem
Kontaktsystem

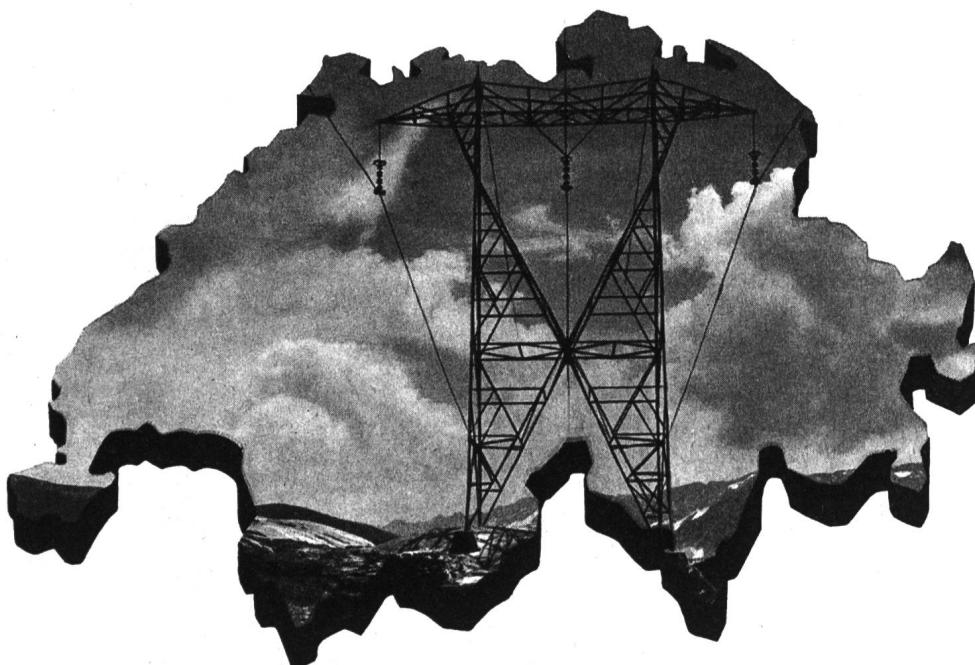
Impulszähler, Läutwerke, Stangen,
Flügelböcke, Kabelwinden

Limnigraphen

STOPPANI

ERZEUGUNG
ÜBERTRAGUNG
VERTEILUNG
ELEKTRISCHER
ENERGIE

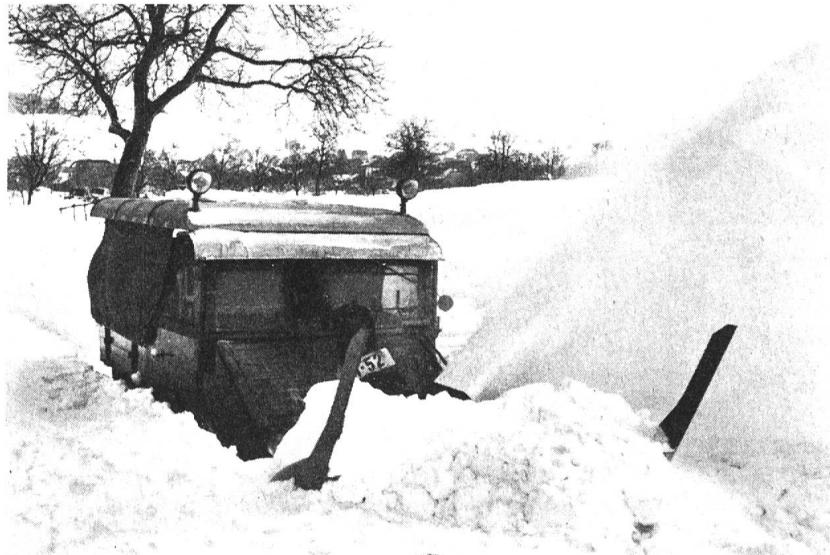
Jährlicher
Energieumsatz
1,9 Milliarden kWh



AARE - TESSIN

AKTIENGESELLSCHAFT FÜR ELEKTRIZITÄT OLten

ATEL



Die rasche Öffnung der Baustellen mit der Rolba-Unimog-Schneeschleuder ermöglicht einen frühen Arbeitsbeginn.

AKTIENGESELLSCHAFT

ROLBA ZÜRICH 32 MERKURSTRASSE 34 TELEFON 051 34 3914

rolba



Transportbandanlage am Staumauerbau Sambucco (Maggia).

Transport der klassierten Zuschlagstoffe von den Depots auf den Betonturm. Leistung: 500 t/h; Bandbreite: 900 mm; Höhendifferenz ca. 120 m in 5 Sektionen.

U. AMMANN
MASCHINENFABRIK AG Telephon (063) 2 27 02 **LANGENTHAL**

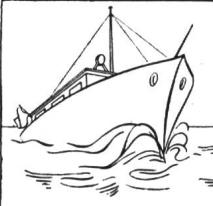
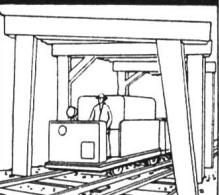
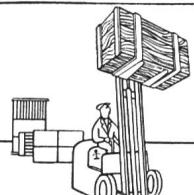
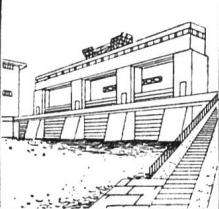
Sämtliche Maschinen für Straßenbau, Kiesaufbereitung, Erdbewegung und Transport.
Kompressoren und Preßluftwerkzeuge — Mühlen und Zerkleinerungsmaschinen für alle Zwecke.

STROM

LIEFERN STETS ZUVERLÄSSIG



für Elektrofahrzeuge aller Art auf Strassen und Schienen, Autos, Lastwagen und Motorräder, Kraftanlagen, Beleuchtung, Telefon-, Signal- und Hilfseinrichtungen



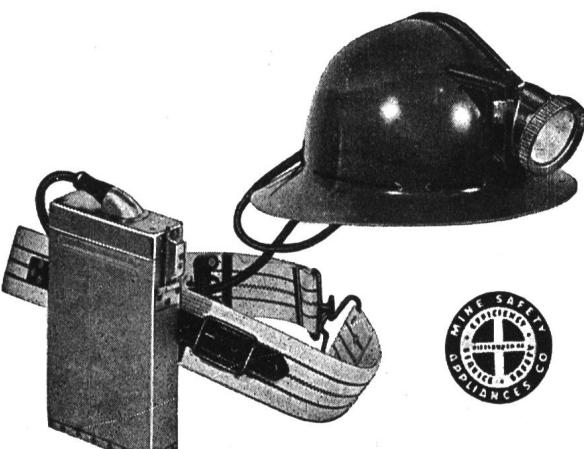
plus

BLEIAKKUMULATOREN

PLUS AG BASEL

Mühlegraben 3 Telephone (061) 23 79 18

Für den Stollenbau



Die bewährten Original MSA-

SCHUTZHELME 380 g schwer, aus zähstem Kunstharz, verstärkt, mit und ohne Lampenhalter

HEMLAMPEN mit Original - «Edison» - Eisen-Nickel-Batterien, Gürtel und sämtlichem Zubehör

BATTERIE-AUFLADESTATIONEN

Zahlreiche Referenzen auch in der Schweiz

Ab Lager lieferbar

Generalvertretung · Technische Beratung · Ersatzteillager

MAVEG AG. Bahnhofstraße 13 Tel. (032) 2 15 51 **BIEL**

BRUN

BRUN & CO. AG. NEBIKON/LU

ELEKTROZÜGE
HAND-FLASCHENZÜGE
ELEKTRO- LAUFKRANE

aus einem bestimmten Laufwerk z. B. 4 Rp./kWh, und aus irgendeinem Speicherwerk zufälligerweise ebensoviel, dann besagt das noch nicht, daß beide Energiear-

ten gleichwertig sind. Die Energie aus Speicherwerken hat wegen der Möglichkeit ihres beliebigen Einsatzes einen höheren Wert als diejenige aus Laufwerken.

Kraftwerke der Kategorie II
(seit 1. Januar 1947 neu in Betrieb gesetzte sowie in Bau genommene Kraftwerke)

Tabelle 2

| | Ausbauleistung | Mittlere jährliche Erzeugungsmöglichkeit | | | Anlagekosten |
|--|----------------|--|------|---------|--------------|
| | | Winter | | Sommer | |
| | kW | Mio kWh | | Mio Fr. | |
| a) Speicherwerke | | | | | |
| aa) Am 1. Oktober 1953 ganz oder teilweise im Betrieb stehende Werke | | | | | |
| Ploms-Mels | 4 000 | 9 | 14 | 23 | |
| Ritom, Erweiterung ¹ | — | 65 | 27 | 92 | |
| Maggia I | 202 000 | 358 | 436 | 794 | |
| Handeck II | } | 206 000 | 315 | 230 | 545 |
| Oberaar ¹ | | | | | |
| Gadmenzuleitung | | | | | |
| Innertkirchen, Erweiterung | | | | | |
| Rossens | | | | | |
| Barberine, Erweiterung | | 48 000 | 97 | 103 | 200 |
| Cleuson | | — | 34 | — | 34 |
| Salanfe | | — | 60 | — | 60 |
| Simplon ² | | 80 000 | 130 | — | 130 |
| Châtelot ³ | | 48 000 | 87 | 164 | 251 |
| | | 15 000 | 28 | 22 | 50 |
| | | 603 000 | 1183 | 996 | 2179 |
| aa') Am 1. Oktober 1953 im Bau stehende Werke | | | | | 775 |
| Marmorera ⁴ | | 50 000 | 145 | 71 | 216 |
| Mauvoisin | | 300 000 | 595 | 165 | 760 |
| Grande Dixence ⁴ | | 730 000 | 1400 | 200 | 1600 |
| | | 1 080 000 | 2140 | 436 | 2576 |
| Insgesamt Speicherwerke | | 1 683 000 | 3323 | 1432 | 4755 |
| | | | | | 2210 |
| b) Laufwerke | | | | | |
| bb) Am 1. Oktober 1953 ganz oder teilweise im Betrieb stehende Werke | | | | | |
| Russein | | 12 000 | 10 | 33 | 43 |
| Tiefencastel | | 25 000 | 47 | 93 | 140 |
| Rabiusa-Realta | | 25 000 | 28 | 87 | 115 |
| Calancaesca | | 20 000 | 29 | 69 | 98 |
| Wassen | | 48 000 | 66 | 168 | 234 |
| Luchsingen II | | 2 500 | 4 | 9 | 13 |
| Fätschbach | | 15 000 | 19 | 54 | 73 |
| Massaboden, Erweiterung | | — | 6 | 11 | 17 |
| Aletsch | | 16 000 | 24 | 56 | 80 |
| Lavey, Mehrproduktion | | 73 000 | 70 | 186 | 256 |
| Wildegg-Brugg | | 46 000 | 130 | 170 | 300 |
| | | 282 500 | 433 | 936 | 1369 |
| bb') Am 1. Oktober 1953 im Bau stehende Werke | | | | | 198 |
| Birsfelden | | 52 800 | 162 | 200 | 362 |
| Rheinau ³ | | 20 000 | 57 | 70 | 127 |
| Ernen | | 28 000 | 61 | 114 | 175 |
| | | 100 800 | 280 | 384 | 664 |
| Insgesamt Laufwerke | | 383 300 | 713 | 1320 | 2033 |
| Insgesamt Kat. II | | 2 066 300 | 4036 | 2752 | 6788 |
| | | | | | 2714 |
| <i>In Allgemein-Versorgung allein</i> | | | | | |
| Speicherwerke | | 1 683 000 | 3224 | 1405 | 4629 |
| Laufwerke | | 327 000 | 612 | 1106 | 1718 |

¹ Inkl. Vermehrung der Erzeugung in schon bestehenden Anlagen. ² Vollausbau.³ Schweiz. Anteil. ⁴ Etappenweise Bauausführung innert 15 Jahren (Vollausbau).

Im übrigen besagt das Rechnungsresultat, daß die mittleren Gestehungskosten der Winterenergie aus den Kraftwerken der Kategorie II etwas höher sind, als die «konventionellen Marktwerte» der «Richtlinien». Dies ist indessen nicht von Bedeutung, denn die Marktwerte wurden für die Richtlinien einerseits aus neueren Lieferungsverträgen und anderseits aus den Gestehungskosten einiger damals aktueller Projekte abgeleitet, wohl kaum aber gerade aus allen Projekten der Kategorie II.

Vergleichshalber sind nachstehend die berechneten approximativen Gestehungskosten der Energie aus den am 1. Januar 1947 in Betrieb stehenden Kraftwerken der Allgemein-Versorgung angegeben:

| Anlagekosten der Kraftwerke | | |
|--|-------------|--------------|
| (ohne Übertragungs- und Verteilanlagen) | | 1405 Mio Fr. |
| Jahreskosten ab Werk (mittlerer Satz 8,5 %) | | 119 Mio Fr. |
| Jahreskosten loko Konsumgebiet in Oberspannung | | 127 Mio Fr. |
| Durchschnittliche Gestehungskosten der | | |
| Winter-Tages-Energie ca. | 2,8 Rp./kWh | |
| Winter-Nacht-Energie ca. | 1,8 Rp./kWh | |
| Sommer-Tages-Energie ca. | 1,6 Rp./kWh | |
| Sommer-Nacht-Energie ca. | 0,7 Rp./kWh | |

Diese Angaben können nur zum Vergleich mit den auf S. 236 angegebenen Gestehungskosten der neuen Werke verwendet werden, nicht aber für beliebige andere Zwecke und Schlußfolgerungen. Die wirklichen Jahreskosten der einzelnen bestehenden Werke sind auch abhängig von den bisher gemachten Abschreibungen, von den im Jahre 1947 bestandenen wirklichen Zinssätzen und Reingewinnen usw. Ferner ist zu be-

rücksichtigen, daß die Verhältnisse bei einzelnen Werken stark von den oben genannten Durchschnittswerten abweichen können, weil die spezifischen Anlagekosten innert weiten Grenzen schwanken.

Die ermittelten Gestehungskosten der Kraftwerke der Kategorie II sind um rund 55 % höher als die Vergleichszahlen des Jahres 1947.

3. Projekte der Kategorie III

(Tabelle 3)

In dieser Kategorie sind diejenigen Projekte enthalten, die weitgehend abgeklärt sind, bei denen keine besonderen Schwierigkeiten der Ausführung entgegenstehen.

Es werden durch diese Projekte an neuer Energie aus dem schweizerischen Anteil an den betreffenden Wasserkräften erschlossen:

| | Winter-Tag | Winter-Nacht | Sommer-Tag | Sommer-Nacht |
|-------------------|------------|--------------|------------|--------------|
| | Mio kWh | Mio kWh | Mio kWh | Mio kWh |
| In Speicherwerken | 2511 | 232 | 1359 | 360 |
| In Laufwerken | 155 | 163 | 163 | 284 |
| Total Kat. III | 2666 | 395 | 1522 | 644 |

Die prozentuale Verteilung der insgesamt 5227 Mio kWh ist eine ähnliche wie bei der Kategorie II, d. h. es wird weit überwiegend Tagesenergie erschlossen. Von der Winterenergie entfallen 87 % auf die Tagesstunden und 13 % auf die Nacht- und Wochenendstunden; die Sommerenergie fällt zu 70 % auf die Tagesstunden.

*Kraftwerke der Kategorie III**
(weitgehend abgeklärte Projekte)

Tabelle 3

| | Ausbauleistung | Mittlere jährliche Erzeugungsmöglichkeit | | | Anlagekosten |
|--|----------------|--|--------|------|--------------|
| | | Winter | Sommer | Jahr | |
| | kW | Mio kWh | | | Mio Fr. |
| a) Speicherwerke | | | | | |
| Val di Lei-Hinterrhein ^{1, 2} | 378 000 | 665 | 485 | 1150 | |
| Zervreila-Rabiusa ² | 245 000 | 375 | 50 | 425 | |
| Bergell | 78 000 | 162 | 111 | 273 | |
| Spöl-Unterengadin | 272 000 | 603 | 693 | 1296 | |
| Müstair | 104 000 | 230 | — | 230 | |
| Plessur I ³ | 17 000 | 75 | 68 | 143 | |
| Göscheneralp-Göschenen ^{2, 3} | 126 000 | 227 | 196 | 423 | |
| Lienne ² | 80 000 | 144 | 10 | 154 | |
| Gougra-Navizence ² | 90 000 | 238 | 85 | 323 | |
| Les Clées II ² | 21 000 | 24 | 21 | 45 | |
| | 1 411 000 | 2743 | 1719 | 4462 | 1741 |
| b) Laufwerke | | | | | |
| Neubau Rheinfelden ⁴ | 28 000 | 53 | 83 | 136 | |
| Säckingen ¹ | 32 000 | 93 | 113 | 206 | |
| Koblenz-Kadelburg ¹ | 20 000 | 58 | 72 | 130 | |
| Schaffhausen ² | 17 000 | 52 | 59 | 111 | |
| Baden (Kappelerhof II) | 6 000 | 15 | 22 | 37 | |
| Bisisthal | 16 000 | 24 | 48 | 72 | |
| Andermatt-Göschenen ² | 32 000 | 23 | 50 | 73 | |
| | 151 000 | 318 | 447 | 765 | 280 |
| Insgesamt Kat. III | | 3061 | 2166 | 5227 | 1971 |

* Die Werke Zervreila-Rabiusa, Les Clées II, Lienne, Göscheneralp-Göschenen und Bisisthal sind bereits im Bau oder werden demnächst in Angriff genommen.

¹ Schweiz. Anteil.

² Vermehrung der Erzeugung gegenüber schon bestehenden Werken.

³ Inkl. Vermehrung der Erzeugung in bestehenden unterhalb gelegenen Werken.

⁴ Schweiz. Anteil der Vermehrung gegenüber bisheriger Erzeugung.

Die gesamte Winterenergie beträgt 59% der gesamten Jahresenergie.

Wie bereits erwähnt, werden sich die Marktwertverhältnisse bis zum Zeitpunkt, in dem alle Werke der Kategorie II in Betrieb stehen werden, wahrscheinlich ändern. Wie sie dannzumal sein werden gegenüber heute, kann nicht vorausgesagt werden. Es ist jedoch von Interesse, die Projekte der Kategorie III nach den gleichen Gesichtspunkten wie die Werke der Kategorie II auf ihre Wirtschaftlichkeit hin zu prüfen; darum werden die Gestehungskosten der vier Energiesorten in gleicher Weise ermittelt, wie dies für die Werke der Kategorie II gemacht wurde.

Die wirtschaftlichen Verhältnisse der Kraftwerke der Kategorie III sind durch folgende Zahlen charakterisiert:

| | Anlagekosten | Jahres-Kosten | | |
|-----------------|--------------|---------------|-----------------|---------|
| | | ab Werk | im Konsumgebiet | |
| | | | Mio Fr. | Mio Fr. |
| Speicherwerke | 1741 | 125 | 143 | |
| Laufwerke | 230 | 19 | 20 | |
| Total Kat. III* | 1971 | 144 | 163 | |

Die Gestehungskosten für die *Energie aus den Speicherwerken* der Kategorie III liegen zwischen 3,1 und 5,0 Rp./kWh loko Konsumgebiet für die Winter-Tagesenergie, im *gewogenen Mittel* etwa bei 4,1 Rp./kWh; für die Sommer-Tagesenergie etwa bei 2,2 Rp./kWh, d. h. etwas niedriger als bei den Speicherwerken der Kategorie II (siehe Tabelle Seite 236). Da es aber wahrscheinlich ist, daß einige Kostenvoranschläge für Projekte der Kategorie III nicht mit der gleichen Vollständigkeit aufgestellt sind, wie diejenigen der Kategorie II, muß angenommen werden, daß die Gestehungskosten der Speicherwerk-Energie der Kategorie III im *gewogenen Mittel* ungefähr gleich hoch sein werden, wie diejenigen der Kategorie II.

Bei den *Laufwerken der Kategorie III* handelt es sich überwiegend um Niederdruckwerke. Die Gestehungskosten der Winter-Tagesenergie aller Laufwerke liegen zwischen 3,7 und 6,2 Rp./kWh, im *gewogenen Mittel* bei etwa 4,4 Rp./kWh; für die Sommer-Tagesenergie zwischen 2,2 und 3,7 Rp./kWh, im *gewogenen Mittel* bei etwa 2,4 Rp./kWh.

Die Winter- und die Sommer-Tagesenergie aus den *Laufwerken der Kategorie III* erscheinen nach den Rechnungen etwas höher als bei der Kategorie II, doch gilt auch hier die gleiche Bemerkung wie bei den Speicherwerken wegen der größeren Unsicherheit in den Angaben über die Anlagekosten.

Als Hauptergebnis dieser Untersuchung ist das Resultat festzuhalten, daß die Werke der Kategorie III in ihrer Gesamtheit denjenigen der Kategorie II ungefähr gleichwertig sind, wenn man sie auf Grund der heutigen Marktwertverhältnisse untersucht. Über ihre absolute Wirtschaftlichkeit bzw. Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Energiequellen kann bei der Unmöglichkeit, die Kohlen- und Ölpreise etwa des Jahres 1965 voraus zu schätzen, nichts ausgesagt werden.

Es folgt eine Zusammenstellung der Energie-Gestehungskosten loko Konsumgebiet für die Kraftwerke der Kategorie III:

| | Winter-Tag in Rp./kWh | Winter-Nacht in Rp./kWh | Sommer-Tag in Rp./kWh | Sommer-Nacht in Rp./kWh |
|--|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Alle Speicherwerke | | | | |
| Kategorie III im gewogenen Mittel | 3,1 bis 5,0 ca. 4,1 | 2,1 bis 3,1 ca. 2,5 | 1,9 bis 3,0 ca. 2,4 | 1,0 bis 1,3 ca. 1,1 |
| Alle Laufwerke | | | | |
| Kategorie III im gewogenen Mittel | 3,7 bis 6,2 ca. 4,4 | 2,3 bis 3,8 ca. 2,8 | 2,2 bis 3,7 ca. 2,6 | 1,0 bis 1,7 ca. 1,2 |
| Alle Werke der Kategorie III im gewogenen Mittel | <i>ca. 4,1</i> | <i>ca. 2,6</i> | <i>ca. 2,4</i> | <i>ca. 1,1</i> |

4. Projekte der Kategorie IV: ungenügend abgeklärte Projekte (Tabelle 4)

Die Kategorie IV enthält wohl manches Projekt, das sich nach vollständiger Abklärung für eine spätere Zeit als wirtschaftlich und realisierbar erweisen wird. Auch bei dieser Kategorie überwiegen hinsichtlich Erzeugungsmöglichkeit die Speicherwerke. Insgesamt könnten in Lauf- und Speicherwerken der Kategorie IV rund 6 Mrd kWh Jahresenergie erzeugt werden, wovon 57% auf das Winterhalbjahr entfallen. Ob aber dannzumal, nachdem die Kategorien I, II und III zusammen etwa 22,5 Mrd. kWh Jahresenergie, wovon 11,8 Mrd. kWh, d. h. 52,5% im Winterhalbjahr zur Verfügung stellen, ein so großer Bedarf an Winterenergie vorhanden sein wird, kann heute kaum überblickt werden.

Kraftwerke der Kategorie IV

(in technisch-wirtschaftlicher oder in rechtlicher und politischer Hinsicht nicht vollständig abgeklärte Projekte)

Tabelle 4

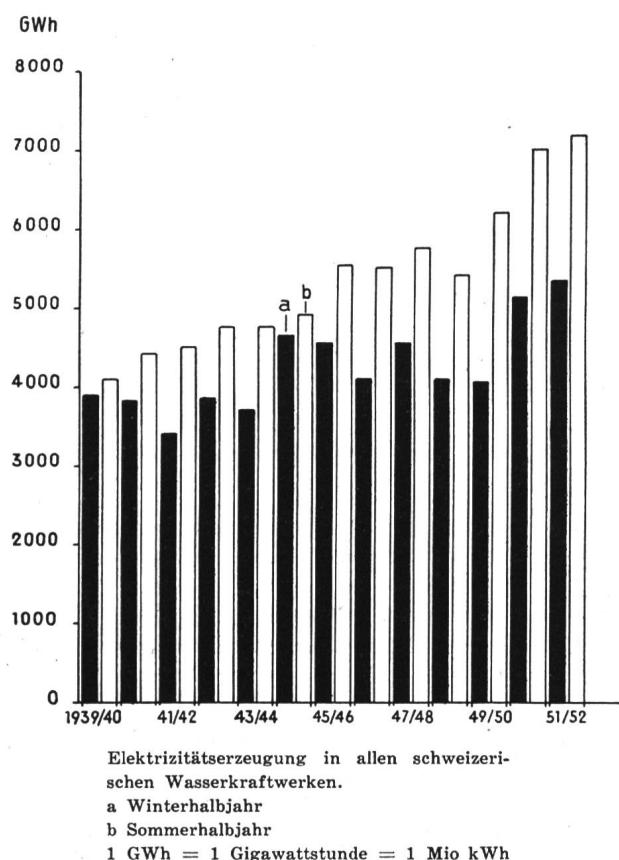
| | Ausbauleistung | Mittlere jährliche Erzeugungsmöglichkeit | | |
|-------------------------------|----------------|--|--------|---------|
| | | Winter | Sommer | Jahr |
| | | | | Mio kWh |
| a) Speicherwerke ¹ | 1 350 000 | 2468 | 1318 | 3786 |
| b) Laufwerke ² | 400 000 | 938 | 1276 | 2214 |
| Insgesamt Kat. IV | 1 750 000 | 3406 | 2594 | 6000 |

¹ Weitere Kraftwerkprojekte in den Kantonen Graubünden, Tessin, St. Gallen, Uri, Bern und Freiburg.

² Weitere Kraftwerkprojekte in den Kantonen Graubünden, Tessin, St. Gallen, Luzern, Aargau, Freiburg und Wallis.

Zusammenstellung aus den Tabellen 1-4

| | Mittlere jährliche Erzeugungsmöglichkeit in Mio kWh | | |
|---|---|--------|--------|
| | Winter | Sommer | Jahr |
| Kategorie I (am 1. Jan. 1947 im Betrieb) | 4 680 | 5 770 | 10 450 |
| Kategorie II (seither im Betrieb oder im Bau) | 4 036 | 2 752 | 6 788 |
| Kat. I und II zusammen | 8 716 | 8 522 | 17 238 |
| Kat. III (weitgehend abgeklärte Projekte) | 3 061 | 2 166 | 5 227 |
| Kat. I, II und III zusammen | 11 777 | 10 688 | 22 465 |
| Kat. IV (ungenügend abgeklärte Projekte) | 3 406 | 2 594 | 6 000 |
| Kat. I bis IV | 15 183 | 13 282 | 28 465 |
| Total aller berücksichtigten Werke rund | | | 28 500 |



5. Verhältnis zwischen durchschnittlicher und minimaler Verfügbarkeit

Wie bereits auf Seite 234 erwähnt, konnte nur für eine beschränkte Zahl von Projekten außer der in Durchschnittsjahren verfügbaren Energie auch die *Minimalenergie* ermittelt werden.

Für die am 1. Januar 1947 im Betrieb stehenden Werke, zusammen mit den bis Oktober 1948 neu in Betrieb gesetzten, können die Verhältnisse anhand der Produktionsstatistik des Amtes für Elektrizitätswirtschaft betrachtet werden, und zwar für die Wasserkraftwerke (ohne Einfuhr und ohne in thermischen Werken erzeugte Energie) der Allgemein-Versorgung und der Bahn- und Industriekraftwerke. Da seit 1941 die jeweils verfügbare Winterenergie nahezu voll ausgenützt wurde, können an Stelle der verfügbaren Energiemengen die produzierten miteinander verglichen werden.

In den drei wasserärmlsten Winterhalbjahren der letzten elf Jahre, nämlich 1941/42, 1948/49 und 1949/50, betrug der Produktionsausfall, bezogen auf die mittlere Produktionsmöglichkeit, 14 bzw. 16 bzw. 21%. (Siehe Abbildung.)

Da künftig die Speicherwerke einen größeren Anteil an der gesamten Winterenergie ergeben als heute, kann wohl angenommen werden, daß der Rückgang an gesamter Energie (aus allen Wasserkraftwerken) in wasserarmen Wintern nicht mehr als 13% der mittleren Winter-Verfügbarkeit betragen wird.

Ähnlich sind die Verhältnisse bei der Sommerenergie. In einem sehr trockenen Sommer muß im Landesdurchschnitt mit einem Rückgang der gesamten Produktion gegenüber dem Mittel von rund 20% gerechnet werden.

Für die Gesamtheit der Werke der Kategorie II kann folgende Schätzung gemacht werden:

Die «*Mehrenergie*», d. h. die in einem Durchschnittsjahr über die Minimalenergie hinaus verfügbare Energie, beträgt im Winterhalbjahr

etwa 13% von 4036 Mio kWh = 525 Mio kWh, im Sommerhalbjahr

etwa 20% von 2752 Mio kWh = 550 Mio kWh.

Als «*Minimalenergie*» ist demgemäß anzunehmen im Winter $0,87 \times 4036$ Mio kWh = 3511 Mio kWh, im Sommer $0,80 \times 2752$ Mio kWh = 2202 Mio kWh.

Die *Mehrenergie*, d. h. die einschränkbare Energie, wird zum größten Teil für Dampfkesselheizung¹ Verwendung finden, soweit sie nicht für Elektrochemie und Ausfuhr verwendet werden kann. Der größte Teil der *Mehrenergie*, namentlich im Winter, kann auf die Tagesstunden konzentriert werden.

6. Die künftigen Belastungsverhältnisse und Benutzungsdauern der Leistungen in der allgemeinen Elektrizitätsversorgung

(ohne Bahn- und Industriekraftwerke)

Betrachtet man den Zustand, der sich nach Vollausbau aller Werke der Kategorie II ergibt, und nimmt man vorerst als Extremfall an, daß die neue Speicherwerkleistung von 1 683 000 kW (siehe Tabelle 2, S. 237) voll ausgenützt werde, daß also die Leistungsreserve nur in den 158 000 kW der Speicherwerke der Allgemein-Versorgung der Kategorie I liege (siehe Seite 234), dann ergäben sich für einen *Wintertag mit minimaler Wasserführung* in den Laufwerken folgende

| | Eff. Maximal-Leistungen | Erzeugung im Winterhalbjahr |
|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| in Speicherwerken Kat. I | 700 000 kW | 1350 Mio kWh |
| in Speicherwerken Kat. II | 1 683 000 kW | 3224 Mio kWh ² |
| in Laufwerken Kat. I | 420 000 kW | 2400 Mio kWh ³ |
| in Laufwerken Kat. II | 160 000 kW ¹ | 612 Mio kWh |
| | 2 963 000 kW | 7586 Mio kWh |

¹ S. Tabelle 2, ganz unten: Rund die Hälfte von 327 300 kW.

² S. Tabelle 2, ganz unten.

³ S. Tabelle 1.

Die Betriebsdauer der effektiven maximalen Leistung ist dann 7586 Mio kWh: 2,963 Mio kW = 2560 h im Winterhalbjahr, also kleiner als im Jahr 1947 (3070 h, s. Seite 233).

Die Verteilung der gesamten Energie der Kraftwerke der Kategorie II auf die vier Energie-Kategorien entspricht unter dieser theoretischen Annahme der auf Seite 236 dargestellten, d. h. im Winter fallen 91%, im Sommer 56% auf die Werktags-Tagesenergie.

Geht man jedoch von der Annahme aus, daß die Benutzungsdauer der effektiven Maximalleistung auch nach Inbetriebnahme der Werke Kategorie II immer noch etwa 3070 h betrage, wie dies im Jahr 1945/46 der Fall war, dann ergibt sich folgendes Bild der effektiven Leistungsmaxima an einem Wintertag mit minimaler Wasserführung:

| | Minimal | im Mittel | Maximal |
|-------------------|---------|-----------|--------------|
| im Winterhalbjahr | 74 | 290 | 606 Mio kWh |
| im Sommerhalbjahr | 429 | 770 | 1028 Mio kWh |

¹ In den Jahren 1944/45—1948/49 wurden für Dampfkesselheizung verwendet:

| | Effektive Leistung | Mögl. max. Leistung | Leistungs-Reserve |
|-----------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
| | kW | kW | kW |
| Speicherwerke Kat. I | 700 000 | 858 000 | 158 000 |
| Speicherwerke Kat. II | 1 400 000 | 1 683 000 | 283 000 |
| Laufwerke Kat. I | 420 000 | 420 000 | |
| Laufwerke Kat. II | 160 000 | 160 000 | |
| | 2 680 000 | 3 121 000 | 441 000 |

Die Betriebsdauer der effektiven maximalen Leistung ist dann 7586 Mio kWh: $2,68 \text{ Mio kW} = 2830 \text{ h}$.

Ob eine Leistungsreserve von insgesamt 441 000 kW in den Speicherwerken wünschbar ist, können erst die künftigen Erfahrungen lehren. Bei Reduktion der installierten Leistung würde die Verteilung der Energie auf die vier Kategorien eine andere; der Anteil der Tagesenergie der neuen Kraftwerke würde kleiner, derjenige der Nachtenergie größer, als auf Seite 236 ermittelt wurde.

Zusammenfassung

Zu den am 1. Januar 1947 verfügbaren Energiemengen von 10 450 Mio kWh im Jahr wird sich durch die *seither in Betrieb genommenen und im Bau stehenden Wasserkraftwerke* (als «Kategorie II» bezeichnet) ein Zuwachs von 6788 Mio kWh ergeben. Dieser beruht zum größeren Teil auf Speicherwerken und ergibt wesentlich mehr Energie im Winter als im Sommer. Der Anteil der Winterenergie (6 Monate) an der Jahresenergie, von etwa 45% im Jahr 1947, wird nach Inbetriebnahme aller im Bau stehenden Werke dannzumal auf etwa 51% anwachsen. Die Gestehungskosten der Energie aus diesen neuen Werken werden im Durchschnitt etwa 55% höher sein als bei der Gesamtheit der am 1. Januar 1947 im Betrieb stehenden Kraftwerke der Allgemein-Versorgung.

Außer den im Bau stehenden Werken werden später zu ungefähr gleichen mittleren Gestehungskosten noch Werke mit 5227 Mio kWh Jahresenergie (davon

58% im Winterhalbjahr) erstellt werden können. Die Projekte für diese Kraftwerke (als «Kategorie III» bezeichnet) sind weitgehend abgeklärt. Nach Erstellung der Werke der Kategorie III ergibt sich eine gesamte verfügbare Jahresenergie aller dannzumal bestehenden Werke von 22 465 Mio kWh, wovon 11 777 Mio kWh, d. h. etwa 52,4% auf das Winterhalbjahr entfallen.

Schließlich besteht noch eine größere Zahl von weiteren Projekten (als «Kategorie IV» bezeichnet), mit denen rund 6000 Mio kWh Jahresenergie erschlossen werden könnte. Ein Teil davon mag sich nach weiterer Abklärung später einmal als wirtschaftlich erweisen. Einige in technisch-wirtschaftlicher Hinsicht gut abgeklärte Projekte dieser Kategorie scheinen heute aus rechtlich-politischen Gründen nicht realisierbar. Es ist aber denkbar, daß die Wasserkräfte der Kategorie IV zum Teil durch Aufstellung anderer Projekte nutzbar gemacht und daß auch rechtlich-politische Schwierigkeiten überwunden werden können, wenn sich ein starker Bedarf an elektrischer Energie einstellen sollte. Außerdem ist an den Anschluß entlegener Einzugsgebiete an bestehende Werke zu denken, sowie an die Erneuerung alter Anlagen, die meistens mit einer erheblichen Mehrerzeugung verbunden ist. Die Bau- und Maschinentechnik wird sich ohne Zweifel weiterentwickeln und Projekte ausführbar machen, an die man früher nicht denken konnte.

Endlich ist an zwei in der Statistik und den Tabellen dieses Berichtes nicht berücksichtigte Auswirkungen der nach und nach in den Alpentälern entstehenden Speicheranlagen zu denken. Einerseits wird eine Vermehrung der Wintererzeugung der Niederdruckanlagen des Mittellandes eintreten, der eine kleine Veränderung an Sommererzeugung gegenübersteht. Andererseits werden im Mittelland manche Flussstrecken erst durch die Vermehrung ihrer Wasserführung im Winter ausbauwürdig.

Die in der Zusammenstellung dieses Berichtes auf Seite 239 angegebene Energieproduktion von 28 500 Mio kWh aus schweizerischen Wasserkräften dürfte daher ohne Zweifel erreichbar sein.

Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung

DK 628.3

Am 28. April 1953 gelangte der Bundesrat mit einer Botschaft an die Bundesversammlung, womit er die Aufnahme eines Artikels 24quater in die Bundesverfassung beantragt.

Angesichts der zum Aufsehen mahnenden Verschmutzung unserer ober- und unterirdischen Gewässer ist es verständlich, daß sich das Bedürfnis nach einem *eidgenössischen Abwassergesetz* geltend macht, das über die Forderungen der Fischerei hinaus den übrigen Interessen an einer Erhaltung gesunder Wasserläufe und Seen und der Sanierung bereits verschmutzter Gewässer Rechnung trägt.

Nationalrat P. Zigerli, Ing., Zürich, hat in der Junisession 1944 der Bundesversammlung in diesem Sinne einen Vorstoß unternommen. In einem Postulat trat er für den Ausbau der geltenden Bundesrechtsordnung zum Schutze der Gewässer gegen Verunreinigung ein. In Übereinstimmung mit früheren Äußerungen von Ständerat Dr. G. Willi, Chur, versprach er sich vom Ausbau der kantonalen Gesetzgebung insofern nicht viel, als die Gewässer

ser sich nicht an Kantongrenzen halten und Gewässerverunreinigungen sich oft auf das Gebiet mehrerer Kantone erstrecken.

Das Postulat wurde durch den Vorsteher des Eidgenössischen Departementes des Innern zur Prüfung entgegengenommen und vom Rat als erheblich erklärt. In Vollzug dieses Postulates hat eine Expertenkommission unter dem Vorsitz des Postulanten einen ersten Gesetzesentwurf vorbereitet, der als wertvolle Diskussionsgrundlage erkannt und vom genannten Departement unter Bezug von Rechtsgelehrten und Abwasserfachleuten in juristischer und fachtechnischer Beziehung bereinigt wurde.

Alle zu Rate gezogenen Juristen teilten die Auffassung der zuständigen Bundesbehörde, daß der Erlaß eines allgemeinen eidgenössischen Abwassergesetzes einer besonderen verfassungsmäßigen Grundlage bedürfe. Es galt also, neben dem Entwurf zu einem Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung einen solchen zu einem *neuen Verfassungs-*