

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 29 (1938)  
**Heft:** 23

**Artikel:** Berechnung des Wasserzinses für Akkumulierwerke  
**Autor:** Mutzner, C.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059415>

### **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:** 03.04.2026

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

## Berechnung des Wasserzinses für Akkumulierwerke.

Nach dem Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes  
und des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke vom 2. Juni 1938 in Zürich,

von C. Mutzner, Bern.

621.311.21(003)

Das Problem der Berechnung des Wasserzinses gab besonders bei Akkumulierwerken oft Anlass zu Diskussionen. Die folgende Studie, verfasst von Herrn Dr. C. Mutzner, Direktor des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft, behandelt nun die Frage eingehend; damit erhalten die interessierten Kreise alle Grundlagen, um jeden einzelnen Fall selbst beurteilen zu können. Diese Untersuchung ist folgendermassen gegliedert:

Erster Teil: Allgemeines.

- A. Einleitung.
- B. Grundsätze für die Wasserzinsberechnung bei Lauf- und bei Speicherwerken.
- C. Produktionsmöglichkeit und wirkliche Produktion.
- D. Der Wasserzinsansatz von Fr. 6.— pro Leistungseinheit.
- E. Unter welchen Voraussetzungen ist eine Wasserkraftanlage ein Akkumulierwerk, das zu begünstigen ist?
- F. Unterlagen für die Leistungsberechnung, die gemäss Wasserzinsverordnung nötig sind.
  - I. Die Ermittlung des Bruttogefälles.
  - II. Die Ermittlung der nutzbaren Wassermengen.

Zweiter Teil: Die Leistungsberechnung.

- A. Allgemeines.
  - B. Laufwerke.
  - C. Akkumulierwerke.
    - I. Allgemeines.
    - II. Natürlich zufließende Wassermenge oder Betriebswassermenge als Unterlage für die Leistungsberechnung? — Graphische Berechnung.
    - III. Kombination von Flächen, welche Wassermengen darstellen?
    - IV. Wahl der Zeitabschnitte. Analytische Berechnung.
- Dritter Teil: Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.

Le problème du calcul des redevances en matière de droits d'eau a maintes fois donné lieu à des controverses, en particulier dans le cas des usines à accumulation. L'étude entreprise par M. le Dr. C. Mutzner, directeur du Service fédéral des eaux, traite à fond cette question. Les milieux intéressés disposeront ainsi de tous les éléments leur permettant d'apprécier eux-mêmes chaque cas particulier. Cette étude comporte les rubriques suivantes:

Première partie: Généralités.

- A. Introduction.
- B. Principes régissant le calcul des redevances pour les usines au fil de l'eau et les usines à accumulation.
- C. Production possible et production réelle.
- D. Le taux de la redevance annuelle de fr. 6.— par unité de puissance.
- E. Dans quelles conditions une usine hydroélectrique est-elle une usine à accumulation devant être favorisée?
- F. Données relatives au calcul de la puissance, prescrites par le Règlement concernant les redevances.
  - I. La détermination de la chute brute.
  - II. La détermination des débits utilisables.

Deuxième partie: Le calcul de la puissance.

- A. Généralités.
- B. Usines au fil de l'eau.
- C. Usines à accumulation.
  - I. Généralités.
  - II. Le calcul de la puissance doit-il être basé sur le débit des affluents naturels ou sur le débit utilisé? — Calcul graphique.
  - III. Combinaison de surfaces représentant les débits?
  - IV. Choix des intervalles de temps. Calcul analytique.

Troisième partie: Résumé et conclusions.

### Erster Teil: Allgemeines.

#### A. Einleitung.

##### 1.

Unter den Leistungen der Kraftwerksunternehmen zugunsten der Allgemeinheit spielt der Wasserzins eine erhebliche Rolle. Er kann bei einem bedeutenderen Akkumulierwerk Zehntausende von Franken, bei einem grossen Laufwerk einige hunderttausend Franken für jedes Jahr ausmachen. Trotzdem hörte man in früheren Jahren nichts von Meinungsverschiedenheiten zwischen Kraftwerken und verleihenden Gemeinwesen über die Wasserzinspflicht. In letzter Zeit kam es indes- sen darüber wiederholt zu Streitigkeiten. Da muss man sich fragen: wo liegen die Meinungsverschie-

denheiten? Können nicht durch eine Klärung der Lage künftige Streitfälle vermieden werden? Meine Mitarbeiter waren mit mir bestrebt, zur Abklärung dieser Frage beizutragen.

Es stellt sich vor allem die Frage: Ist das Gesetz in seinen Grundsätzen nicht genügend klar? Oder fehlt es z. B. nur an der Ausdrucksweise der Vollziehungsverordnung? Diese könnte auf dem Boden des Gesetzes vielleicht ohne grosse Umstände umgearbeitet und damit eine klare Lage geschaffen werden.

##### 2.

Seit dem Inkrafttreten des Wasserrechtsgesetzes und der Wasserzinsverordnung sind heute etwas mehr als 20 Jahre verflossen. Viele Erfahrungen konnten seither gesammelt werden. Eine bemer-

kenswerte Stellungnahme des Bundesgerichtes liegt vor. Da erscheint es heute vielleicht möglich, Unklarheiten in den Vorschriften für die Wasserzinsberechnung zu vermeiden, die vor 20 Jahren noch nicht vermieden werden konnten.

## 3.

Die allgemeinen Vorschriften über die Wasserzinsberechnung enthält das Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte vom 22. Dezember 1916 (Eidgenössisches Wasserrechtsgesetz), hier kurz «das Gesetz» genannt, in Art. 51 und Art. 49, Abs. 1. Die besondern Bestimmungen über die allfällige Begünstigung von Unternehmungen, die ein zur Ausgleichung der Wassermenge geeignetes Sammelbecken schaffen, sind in Art. 49, Abs. 2, zu finden. Alle diese Vorschriften beziehen sich nur auf verliehene Wasserkräfte.

Die Verordnung über die Berechnung des Wasserzinses vom 12. Februar 1918 ist nachstehend kurz als «die Verordnung» bezeichnet.

### B. Grundsätze für die Wasserzinsberechnung bei Lauf- und bei Speicherwerken.

## 1.

Ein Grundsatz ist ohne weiteres klar: In geographischer Hinsicht ist stets vom natürlichen *öffentlichen Flusslauf* auszugehen. Wenn das Wasser diesem Flusslauf entzogen und in das Gebiet eines andern Gemeinwesens abgeleitet wird, so erhält für dieses Wasser das Gemeinwesen, auf dessen Gebiet der öffentliche Flusslauf liegt, den Wasserzins, indem dieser Gemeinde das Naturgut entzogen wird und für eine Nutzbarmachung im öffentlichen Wasserlauf nicht mehr in Betracht kommt. Das Gemeinwesen, auf dessen Gebiet die Anlagen liegen, erhält die Steuern, die sich aus der Errichtung der Anlagen ergeben. Diese Regelung erscheint gerecht, indem jedem der beteiligten Gemeinwesen etwas zufällt.

## 2.

Auch wenn das Wasser im ursprünglichen öffentlichen Flusslauf nutzbar gemacht wird, ist es anderer Nutzung entzogen. Grundsatz ist, dass *alles, was für andere Nutzbarmachung nicht mehr in Frage kommt, wasserzinspflichtig ist*. Dieser Grundsatz wurde mit Bezug auf das Gefälle bei Niederdruckwerken allerdings nicht ganz folgerichtig durchgeführt. Es sei auf den Abschnitt F (Unterlagen für die Leistungsberechnung) verwiesen.

## 3.

Weiter ist hinsichtlich der Wassermenge vom *natürlichen Wasserhaushalt* im öffentlichen Gewässer auszugehen. Wasserzinspflichtig ist diejenige Wassermenge, welche dem öffentlichen Wasserlauf entzogen werden *kann*, nicht diejenige, welche wirklich entzogen, d. h. verarbeitet wird. Es ist also die *Produktionsmöglichkeit* der Wasserzinsberechnung zugrunde zu legen. Das ergibt sich aus Art. 51, Abs. 1, des Gesetzes. Auch dieser Standpunkt, von dem ausgegangen wurde, ist allerdings später nicht ganz folgerichtig aufrechterhalten worden. Bei Akkumu-

lierwerken wurde teilweise nur die *wirklich* benutzte Wassermenge als zinspflichtig erklärt.

### C. Produktionsmöglichkeit und wirkliche Produktion.

## 1.

In wasser- und energiewirtschaftlicher Hinsicht ist nicht nur die *wirkliche Produktion* der Wasserkraftanlagen von Belang, sondern auch die Produktionsmöglichkeit. Diese gibt z. B. besser Auskunft über den fortschreitenden Ausbau der Wasserkräfte. Das Verhältnis von Produktionsmöglichkeit und wirklicher Produktion zeigt den Ausnutzungsgrad der Anlagen und gibt ein Bild über Angebot und Nachfrage. Ein wirtschaftlicher Aufstieg kann sich verhältnismässig früh ankündigen, indem das Verhältnis von wirklicher Produktion zur Produktionsmöglichkeit sich verbessert.

Unser Amt hat daher in den Jahren 1926 bis 1935 die Produktionsmöglichkeit auf Grund der jeweiligen Wasserführung und die jederzeitigen Energievorräte in den natürlichen und künstlichen Speicherbecken berechnet und sie den Angaben der Kraftwerke über die wirkliche Produktion gegenübergestellt. Nachdem die Werke die Produktionsmöglichkeit nun selber berechnen, hat das Amt diese Berechnungen eingestellt, um Doppelspurigkeiten zu vermeiden.

Man hat sich, als das eidgenössische Wasserrechtsgesetz im Entstehen begriffen war, gefragt, ob der Wasserzinsberechnung

1. die Produktionsmöglichkeit oder
2. die wirkliche Produktion

zugrunde gelegt werden solle. Im einen wie im andern Fall lässt sich die Leistungsberechnung wieder auf zwei Arten vollziehen, nämlich entweder

- a) brutto oder aber
- b) netto.

Das gibt schon vier Berechnungsarten. Daneben sind natürlich Zwischenlösungen möglich.

## 2.

Für das eidgenössische Wasserrechtsgesetz wurden in der Hauptsache sieben Entwürfe aufgestellt; besonders bemerkenswert sind der Entwurf vom Jahre 1908 von Direktor Frey, dem damaligen Leiter der Kraftübertragungswerke Rheinfelden (Nr. 1), sowie derjenige von Prof. Dr. Burckhardt in Bern vom Jahre 1911 (Nr. 4).

Die Entwürfe sind, in zeitlicher Reihenfolge aufgeführt, die folgenden. Es ist hier beigefügt, welche Artikel sich auf die *Berechnung* des Wasserzinses beziehen.

#### Entwurf

- Nr. 1, von Direktor Frey, vom Februar 1908 (Art. 22).  
 » 2, vom eidg. Departement des Innern, vom Januar 1909 (Art. 63, 64, 66).  
 » 3, der Expertenkommission, vom Mai 1909 (Art. 52, 53, 55).  
 » 4, von Prof. Dr. Burckhardt in Bern, vom März 1911 (Art. 33).  
 » 5a, Vorschlag I der Redaktionskommission, vom Mai 1911 (Art. 33).

- Nr. 5b, derselben Kommission mit Aenderungen, ebenfalls vom Mai 1911 (Art. 35).
- » 6a, Vorschlag II der Redaktionskommission, vom Juli 1911 (Art. 36, 37).
  - » 6b, derselben Kommission mit Abänderungen von Prof. Burckhardt, vom Dezember 1911 (Art. 36, 37).
  - » 7a, Vorschlag III der Redaktionskommission, vom Januar 1912 (Art. 40, 42).
  - » 7b, des Bundesrates, vom April 1912 (Art. 40, 42).

Nach dem Entwurf von Prof. Burckhardt (Nr. 4) und dem Vorschlag I der Redaktionskommission (Nr. 5) sollte es den Kantonen überlassen bleiben, den Grundsatz zu bestimmen, nach welchem die wasserzinspflichtige Arbeit oder Leistung zu ermitteln sei. Direktor Frey (Entwurf Nr. 1) wollte allem Anschein nach von der Produktionsmöglichkeit ausgehen. Nach den noch verbleibenden Entwürfen sollte die wirkliche Produktion massgebend sein. Die grösste wasserzinspflichtige Leistung, die sich hiernach ergab, war aus der wirklichen Produktion, brutto berechnet, ermittelt. Nach den weiteren Entwürfen waren massgebend Zwischenwerte zwischen der so berechneten Leistung und der Nettoleistung. Im Entwurf des eidgenössischen Departements des Innern (Nr. 2) wurde z. B. vorgeschlagen, die wirkliche Produktion unter Zugrundelegung des Bruttogefälles, im übrigen aber netto berechnet, als wasserzinspflichtig zu erklären. Die Absicht der Redaktoren geht aus den Entwürfen nicht immer ganz klar hervor.

Während den Beratungen in den eidgenössischen Räten wurde die Produktionsmöglichkeit, brutto berechnet, der Wasserzinsberechnung zugrunde gelegt (Rohwasserkraft). Diese Berechnungsart war bereits in einigen Kantonen eingeführt. Die Bestrebungen, sie in der eidgenössischen Gesetzgebung zu mildern, hatten also keinen Erfolg. Man wählte vielmehr für die Berechnung der wasserzinspflichtigen Leistung die für die Kraftwerke ungünstigste Methode.

Dass immerhin in der Wasserzinsverordnung diese Methode einen einschränkenden Vollzug gefunden hat, wurde bereits unter B gesagt. Es betrifft dies das Gefälle bei Niederdrucklaufwerken, sowie die Wassermenge bei allen Akkumulierwerken.

Die Bruttoleistung kann um 25 bis 30 %, ja um 40 % grösser sein als die Nettoleistung.

### 3.

Zwei Gründe waren entscheidend dafür, dass der eidgenössische Gesetzgeber für die Leistungsberechnung in Artikel 51 des Gesetzes die Produktionsmöglichkeit, brutto berechnet, gewählt hat:

a) Man sagte sich, dass der Wasserzins eben ein Zins, gewissermassen also ein Mietgeld, nicht aber eine Steuer sei. Diese Ueberlegung hat zweifellos teilweise ihre Berechtigung. Wenn jemand eine Wohnung mietet, so muss er den Zins bezahlen, ob er sie ganz, teilweise oder gar nicht benutzt. Dieser Vergleich ist mangelhaft, indem es sich bei einer Verleihung um ein öffentlichrechtliches, bei einem Mietvertrag aber um ein privatrechtliches Verhältnis handelt. Er veranschaulicht immerhin den Gedankengang, der dazu geführt hat, die Produktionsmöglichkeit der Wasserzinsberechnung zugrunde zu legen.

b) Man glaubte, wenn die Werke die sämtliche Energie verzinsen müssen, die sich erzeugen lässt, würden sie um so eher bemüht sein, sämtliche Energie auch abzusetzen, allenfalls sogar zu niedrigerem Preise. Diese zweite Ueberlegung scheint mir weniger stichhaltig.

Die Methode für die Berechnung der wasserzinspflichtigen Leistung ist nun nicht allein massgebend. Ansatz in Geld pro Leistungseinheit und Methode für die Berechnung der Leistung stehen in Wechselbeziehung. Ein Berechnungsverfahren, das eine hohe Leistung ergibt, kann aufgewogen werden durch einen niedrigen Ansatz in Geld pro Leistungseinheit.

## D. Der Wasserzinsansatz von Fr. 6.— pro Leistungseinheit.

### 1.

In der Bundesverfassung wurde in Art. 24<sup>bis</sup>, Abs. 6 (zweiter Satz), festgesetzt, dass die eidgenössische Gesetzgebung für die Abgaben und Gebühren Schranken aufstelle. Der Höchstansatz pro Leistungseinheit betrug damals nach der Gesetzgebung einiger Kantone Fr. 6.—. Diesen Höchstansatz hatten unseres Wissens nur die fünf Kantone Zürich, Solothurn, Aargau, Tessin und Waadt eingeführt. In manchen Kantonen war er bedeutend tiefer. Im Kanton Bern betrug er z. B., gemäss Gesetz vom Jahre 1907 (Art. 28), Fr. 1.— bis Fr. 3.—. Den Höchstansatz pro Leistungseinheit festzusetzen, sollte nach den Entwürfen Nr. 4, 5a und 5b den Kantonen, nach zwei Entwürfen (Nr. 2 und 3) dem Bundesrate überlassen werden. Die Entwürfe Nr. 6a und 6b, 7a und 7b nahmen Fr. 3.— in Aussicht. Den höchsten Ansatz enthält der Entwurf Frey vom Jahre 1908 (Nr. 1), nämlich Fr. 5.—.

Im Gesetz wurde somit der vom Bundesrate beantragte Ansatz verdoppelt. Man wählte den höchsten Ansatz, der in den Kantonen angewendet wurde.

### 2.

Das Gesetz hat nur den maximal zulässigen Wasserzins bestimmt. Die verleihenden Gemeinwesen sind befugt, einen geringeren Wasserzins einzufordern.

Bevor an eine Wasserzinsberechnung herangetreten wird, muss daher auch die kantonale Gesetzgebung zu Rate gezogen und es muss insbesondere die betreffende Verleihung auf die Bestimmungen über den Wasserzins hin geprüft werden. Wo Bezirke, Gemeinden oder Körperschaften Verleihungsbehörde sind, können natürlich auch diese über den Wasserzins Bestimmungen aufstellen, sofern diese Bestimmungen nur innerhalb des Rahmens bleiben, welchen die Gesetzgebung des Bundes und diejenige des betreffenden Kantons gezogen hat.

Die Volksbewegungen von 1891 (Eingabe der Gesellschaft «Frei-Land», die von Basel ausging) und von 1906 (Initiativbegehren um Aufnahme eines neuen Verfassungsartikels, welchem Begehren in erster Linie Zürich zu Gevatter stand) hatten vor allem zum Zweck gehabt, die Wasserkräfte der

Spekulation zu entziehen. Diese Bewegungen haben sich aber auch dagegen gerichtet, dass der Ausbau der Wasserkräfte durch zu hohe Gebühren erschwert werde.

Beim Geldansatz wird im Gesetz in Art. 49, Abs. 2, ein Unterschied gemacht zwischen Laufwerken und Werken mit einem Sammelbecken zur Ausgleichung der Wassermengen. Unter bestimmten Voraussetzungen, von denen noch die Rede sein soll, sind die zweiten zu begünstigen.

*In diesem Geldansatz nun scheiden sich nach dem Gesetz die Wege für die Wasserzinsberechnung, je nachdem es sich um ein Laufwerk oder um ein Werk mit Sammelbecken im erwähnten Sinne handelt.* Wir nennen diese zweiten Werke im folgenden kurz Akkumulierwerke oder Speicherwerke.

#### E. Unter welchen Voraussetzungen ist eine Wasserkraftanlage ein Akkumulierwerk, das zu begünstigen ist?

Das Wort Akkumulierwerk findet sich im Gesetz nicht; die Wasserzinsverordnung hat es eingeführt. Das Gesetz sagt lediglich, dass, wenn zur *Ausgleichung* der Wassermengen ein *geeignetes Sammelbecken* geschaffen wurde, der Wasserzins «angemessen» herabgesetzt werden soll. Gemeint ist wohl nach dem vorangehenden Absatz des Gesetzesartikels der Einheitssatz von Fr. 6.— für die Bruttoferdekraft<sup>1)</sup>. Die Herabsetzung ist an folgende fünf Voraussetzungen geknüpft. Die vier ersten sind für das Kraftwerksunternehmen ungünstig, während die letzte für das Unternehmen vorteilhaft ist.

1. Das Sammelbecken soll für die *Ausgleichung* der Wassermenge geeignet sein.
2. Es wird vorausgesetzt, die Auslagen für das Sammelbecken seien verhältnismässig gross.
3. Die *Umstände* sollen die Herabsetzung des Wasserzinses im übrigen rechtfertigen.
4. Die Herabsetzung bezieht sich nur auf die *Kraftvermehrung* gegenüber einem Laufwerk auf der in Frage kommenden Gewässerstrecke.
5. Die Herabsetzung soll sich alsdann nicht bloss auf das einzelne Kraftwerk mit dem Sammelbecken erstrecken, sondern die Vergünstigung soll der *Unternehmung* zugute kommen, die ein entsprechendes Sammelbecken schafft.

##### Zu Punkt 1:

Schon der Wortlaut des Gesetzes weist darauf hin, dass es offenbar *zweierlei Sammelbecken* gibt.

a) Die einen sammeln das innerhalb eines Tages während den Stunden geringen Leistungsbedarfs nicht benötigte Wasser, um es in den Stunden grossen Leistungsbedarfs abzugeben (Tagesspeicher), oder sie sammeln nebst dem das innerhalb einer Woche während den Tagen geringen Leistungsbedarfs, wie an Samstagen, Sonntagen und Feiertagen, nicht benötigte Wasser (Wochenspeicher). Diese verhältnismässig kleinen Becken dienen nicht dem Ausgleich, sondern machen im Gegenteil den Abfluss unregelmässig. Es wird die gleichmässig zufließende Wassermenge ungleich-

mässig gemacht, indem sie dem ungleichmässigen Bedarf des Kraftwerkes angepasst wird.

Der Name Ausgleichsbecken für ein kleineres Becken oberhalb der Kraftwerksanlage ist, vom Standpunkt des allgemeinen Wasserhaushaltes aus betrachtet, nicht gut gewählt; ein solches Becken ist vielmehr ein Pufferbecken. Der Name Ausgleichsbecken trifft zu für Becken, die *unterhalb* einer Wasserkraftanlage liegend die Aufgabe haben, die durch den Kraftwerksbetrieb unregelmässig gestaltete Wasserführung wieder gleichmässiger zu machen.

b) Die zweite Art von Sammelbecken speichert bei grösserer natürlicher Wasserführung Wassermengen auf, um sie zu Zeiten geringerer Wasserführung abzugeben. Dem Ausgleich der Wassermengen dienen nur verhältnismässig grosse Sammelbecken. Je nach dem Charakter des Flusslaufes kann ein Jahres-, ein Saison- oder schon ein Monatsausgleichsbecken diese Aufgabe mehr oder weniger erfüllen. Speicherbecken, welche erlauben, den ganzen Sommerzufluss aufzuspeichern, erzielen die erwünschte ausgleichende Wirkung naturgemäss erst auf dem weiter vom Becken entfernten untern Gewässerlauf.

Die Becken dieser Art erlauben in *zweifacher Hinsicht* eine weitergehende Ausnutzung der natürlich zufließenden Wassermengen: Einmal dank der grösseren Schluckfähigkeit des Speicherwerkes und sodann, indem dank des Beckens eine Aufspeicherung von Wasser auf die Zeiten geringer Wasserführung erfolgen kann. Diese zweite Möglichkeit ist volkswirtschaftlich von hohem Werte. Die Schaffung solcher Becken liegt im allgemeinen Interesse.

*Es scheint uns, dass bei der Wasserzinsberechnung unterschieden werden muss, ob es sich um ein Sammelbecken handelt, das der Ausgleichung der Wasserführung dient, oder um ein solches, das die Wasserführung im Gegenteil unruhiger gestaltet.*

Merkwürdigerweise hat im täglichen Sprachgebrauch gerade das Wort Sammelbecken keinen Eingang gefunden. Man verwendet die Worte Speicherbecken, Akkumulierbecken, Ausgleichsbecken, Stausee. Nach dem allgemeinen Sprachbegriff bedeuten Speicherbecken und Akkumulierbecken dasselbe. Die Bezeichnung «Speicherwerk» und «Akkumulierwerk» drücken doch wohl schon sprachlich das gleiche aus.

In der Veröffentlichung Nr. 32 unseres Amtes, welche das Leistungs- und Arbeitsvermögen der schweizerischen Wasserkraftanlagen behandelt, haben wir die Bezeichnungen Speicherbecken und Ausgleichsbecken, wobei mit dem zweiten Ausdruck Pufferbecken gemeint waren, zusammengefasst unter dem Begriff Akkumulieranlagen. Diese sprachliche Zusammenfassung verschieden gearteter Anlageteile erscheint indessen doch nicht ganz zweckmässig.

##### Zu Punkt 2:

Ob diese Voraussetzung zutrifft, wird sich durch den Vergleich verschiedener Anlagen ermitteln lassen. Sind die Kosten verhältnismässig hoch, so

<sup>1)</sup> Das Gesetz verwendet als Leistungseinheit noch die Pferdekraft, nicht das (internationale) Kilowatt, das im Bulletin des SEV sonst ausschliesslich benutzt wird. *Red.*

soll die Ermässigung naturgemäss entsprechend gross sein.

#### Zu Punkt 3:

Die Bezeichnung «sofern die Umstände es rechtfertigen» ist keine ganz eindeutige Umschreibung, worauf schon in den eidgenössischen Räten hingewiesen wurde. Gemeint sind offenbar Faktoren, die, abgesehen vom teuren Sammelbecken, die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens herabsetzen. Eine Ermässigung des Wasserzinses erscheint angezeigt, wenn z. B., abgesehen vom Sammelbecken, die übrigen Anlagen verhältnismässig kostspielig sind, wenn das Absatzgebiet wenig vorteilhaft, das Geld im Zeitpunkt der Erstellung der Anlage teuer ist.

Der Wasserzins *kann* natürlich herabgesetzt werden, wenn die «Umstände», von denen das Gesetz spricht, nicht vorhanden sind, denn das Gesetz bestimmt die maximal zulässige Belastung. Der Wasserzins *muss* herabgesetzt werden, wenn die «Umstände», von denen das Gesetz spricht, vorhanden sind.

#### Zu Punkt 4:

Die Wasserzinsberechnung, die die Verordnung vorschreibt, ist wohl deswegen weniger einfach geworden, weil das Gesetz sagt, es sei, sofern bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind, bei Akkumulierwerken der Wasserzins

für die Kraftvermehrung,

die sich infolge der Schaffung eines geeigneten Sammelbeckens ergebe, angemessen herabzusetzen. Dieser Zusatz war wohl zunächst die Ursache, dass in der Verordnung die einheitliche Berechnungsgrundlage verlassen wurde.

Der Entwurf des Bundesrates hatte gesagt, es könne *der normale Wasserzins* herabgesetzt werden. Voraussetzung war ebenfalls, dass die Auslagen für das Sammelbecken verhältnismässig gross seien. Im übrigen wich der Entwurf des Bundesrates in den folgenden beiden Punkten vom Gesetz ab. Es fehlten im Entwurf die Zusätze:

- a) sofern die Umstände es rechtfertigen,
- b) für die Kraftvermehrung.

Dagegen sprach der Bundesrat von *Jahresakkumulation*. Er sagte nicht, es «soll», sondern es «kann» der Wasserzins herabgesetzt werden.

Es kommt grundsätzlich auf dasselbe Endergebnis heraus, ob der Ansatz für die Kraftvermehrung um einen bestimmten Betrag oder der Ansatz für die ganze Kraft um einen entsprechend kleineren Betrag herabgesetzt wird.

#### Zu Punkt 5:

Die Schaffung grosser Sammelbeckens zur Ausgleichung der Wasserführung liegt in so hohem Interesse, dass das Gesetz die Vergünstigung nicht auf das einzelne Kraftwerk beschränkt, sondern für die betreffende Kraftwerksgruppe auf die Unternehmung ausgedehnt hat. Da die Vergünstigung sich aber nur auf die Kraftvermehrung zufolge Erstellung des Sammelbeckens bezieht, erstreckt sich die Vergünstigung nur auf die unterhalb des Sammelbeckens auf Grund der betreffenden Verlei-

hung ausgenützten Gefällsstufen. Sehr oft handelt es sich nicht um die Wasserzinsermittlung für ein einzelnes Werk, sondern für eine zusammenhängende Werksgruppe, die durch eine Unternehmung geschaffen wurde. Es ist wesentlich, dass das Gesetz nicht vom Kraftwerk, sondern von der Unternehmung spricht.

Die Begünstigung von Unternehmungen, die wirkliche Akkumulierbecken schaffen, ist sicherlich begründet. Die sämtlichen Entwürfe für das Wasserrechtsgesetz, mit Ausnahme des Entwurfes Frey und desjenigen des eidgenössischen Departementes des Innern, haben denn auch diese Begünstigung vorgesehen. Frey hatte aber den Geldansatz tiefer angesetzt, als er im Gesetz festgesetzt wurde. Das Departement des Innern seinerseits wollte die Werke begünstigen, indem eine nur wenig über der wirklichen Produktion liegende Leistung, netto berechnet, in Anrechnung gebracht werden sollte.

### F. Unterlagen für die Leistungsberechnung, die gemäss Wasserzinsverordnung nötig sind.

Im Gesetz ist die Wasserzinsberechnung nicht erschöpfend geordnet. Der Bundesrat wurde beauftragt, die nähern Vorschriften aufzustellen (Art. 51, Abs. 4).

#### I. Die Ermittlung des Bruttogefälles.

Bereits im Gesetz (Art. 51) ist das Bruttogefälle definiert als das Gefälle vom Ort der Entnahme des Wassers aus dem öffentlichen Gewässer bis zum Ort der Rückgabe.

Die Verordnung definiert als Ort der *Entnahme* in Art. 13 den Wasserspiegel unmittelbar oberhalb der Stauanlage (Fig. 1). Der Grundsatz, dass, was

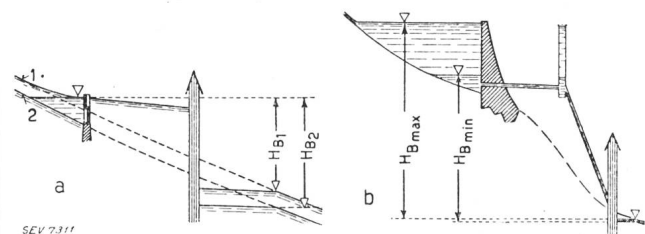


Fig. 1.

#### Wasserzinspflichtige Bruttogefälle.

a Laufwerk. b Speicherwerk.

- 1 Hochwasser (HW). 2 Niederwasser (NW).
- $H_{B1}$  Bruttogefälle bei Hochwasser.
- $H_{B2}$  Bruttogefälle bei Niederwasser.
- $H_{Bmax}$  Maximales Bruttogefälle.
- $H_{Bmin}$  Minimales Bruttogefälle.

anderweitig nicht mehr nutzbar ist, wasserzinspflichtig ist, wurde in der Verordnung in diesem Punkt verlassen. Das Gefälle von der Stauanlage flussaufwärts bis ans Stauende wird nicht angerechnet. Das kommt praktisch den Niederdrucklaufwerken zugute und ist eine Vorschrift, welche nicht den Höchstwert der Leistung ergibt. Wasserzinspflicht besteht für Gefälle (Art. 8 Verordnung) und Wassermenge (Art. 21 Verordnung) oberhalb der Stauanlage nur dann, wenn es sich um künstliche Einleitung in den Stau oder Stausee handelt.

Ort der *Wasserrückgabe* ist gemäss Art. 14 der Verordnung der Wasserspiegel im öffentlichen Ge-

wässer bei der Rückgabe des Wassers in das öffentliche Gewässer.

Der Grundsatz, wonach wasserzinspflichtig ist, was für andere Nutzbarmachung nicht mehr in Betracht kommt, wurde folgerichtig durchgeführt, wenn Wasser aus einem ersten Gewässer ausgenutzt und in ein zweites Gewässer abgeleitet wird und von wo es bis zur Einmündung des zweiten Gewässers in das erste Gewässer eine Strecke unausgenutzt bleibt. In diesem Fall ist diese unausgenutzte Strecke in die Wasserzinsberechnung einzubeziehen, sofern sie nicht anderweitig ausgenutzt wird (Art. 6 Verordnung).

Der Ort der Entnahme bei *Sammelbecken* wird nicht näher angegeben. Es wird nur gesagt, dieser sei im Becken selbst (Art. 13, Buchstabe c). Das kann zu Meinungsverschiedenheiten Anlass geben. Es kann der jeweilige Wasserspiegel, es kann das Mittel der Wasserstände im Verlauf des Jahres, es kann aber auch der Schwerpunkt des Beckens gemeint sein (Fig. 1b). Zu beachten ist, dass es Becken gibt, die nur der Gefällsvermehrung dienen.

## II. Die Ermittlung der nutzbaren Wassermengen.

### 1.

Bei *Laufwerken* bietet die Ermittlung der nutzbaren Wassermengen kaum Schwierigkeiten, hingegen wohl bei *Speicherwerken*.

Die Verordnung hat in Art. 22, Abs. 4, die einzige Unterscheidung, welche im Gesetz in Art. 49, Abs. 2, zwischen Laufwerken und Speicherwerken gemacht wird, übernommen, nämlich die Vorschrift, wonach bei Akkumulierwerken der Ansatz von Fr. 6.— pro Leistungseinheit (durchschnittliche Jahresbruttokraft in Pferdekraften) angemessen herabzusetzen ist, wenn die unter E erwähnten Voraussetzungen vorhanden sind.

Die Wasserzinsverordnung hat in Art. 22, Abs. 1, eine *weitere Teilung zwischen Lauf- und Akkumulierwerken* eingeführt, welche Unterscheidung aber im Unterschied zum Geldansatz *alle* Akkumulierwerke umfasst: Es wurde die *gewöhnliche Wassermenge* eingeführt und bestimmt, dass bei Akkumulierwerken von den natürlich zufließenden Wassermengen, soweit sie die gewöhnliche überschreiten, nicht die *nutzbaren* (Gesetz Art. 51, Abs. 3: Produktionsmöglichkeit), sondern nur die *wirklich genutzten* (wirkliche Produktion) wasserzinspflichtig seien. (Bei Akkumulierwerken übersteigt die Aufnahmefähigkeit der Anlage immer die gewöhnliche Wassermenge, so dass der betreffende Vorbehalt in der Verordnung gegenstandslos ist.) Mit dieser neuen Unterscheidung zwischen Laufwerken und Speicherwerken wurden die Akkumulierwerke weiter begünstigt. Das Bundesgericht hat dies als zulässig erklärt gemäss Entscheid vom 21. November 1935 in Sachen der Gemeinde Klosters und weiterer Gemeinden des Prätigaus gegen die A.-G. Bündner Kraftwerke.

Im gleichen Entscheid hat das Bundesgericht auch bestimmt, dass für ein Hochdruckwerk mit einem kleinen Becken, das hauptsächlich für die

Spitzendeckung verwendet wurde, die Brutto-Leistung auf dieselbe Art ermittelt werden könne, wie für ein Akkumulierwerk. Es sei in dieser Hinsicht auf die Ausführungen verwiesen, die hier unter E, zu Punkt 1 und zu Punkt 5 gemacht wurden.

Durch die Unterscheidung zwischen Lauf- und Akkumulierwerken wurde die Wasserzinsberechnung für die Akkumulierwerke, namentlich wenn es sich um eine Gruppe von Kraftwerksanlagen

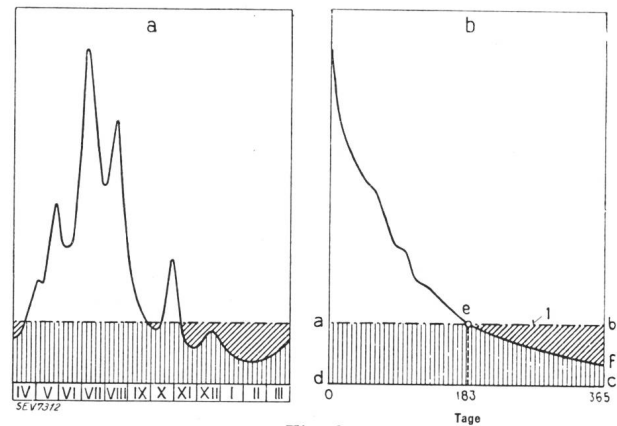


Fig. 2.

Abflussmengen.

a Jahresdiagramm. b Dauerkurve. 1 Gewöhnliche Wassermenge.

handelt, weniger übersichtlich und unter Umständen ziemlich zeitraubend gestaltet. Infolgedessen ist bei den Wasserzinsberechnungen die Neigung zu Vereinfachungen erkennbar; insbesondere ist das Bestreben zu ersehen, den *Ablauf im Wasserabfluss*, wie die *Natur* ihn bringt (Jahresdiagramm Fig. 2a) und *wie er gemäss der Verordnung* (Art. 22) *der Berechnung des Wasserzinses zugrunde zu legen ist*, zu ersetzen durch den Ablauf im Wasserabfluss, wie der *Betrieb* ihn bringt (Betriebswassermenge Fig. 7a).

Wie erwähnt, ist, wenn es sich um Akkumulierwerke handelt, die *gewöhnliche Wassermenge* zu ermitteln. Das ist sehr einfach. Es ist für ein betrachtetes Jahr die durchschnittliche tägliche Wassermenge, die im Verlaufe des Jahres an ebenso vielen Tagen überschritten wie unterschritten wird. Wenn man die Abflussmengen eines Jahres der Grösse nach aufträgt, so ist also die gewöhnliche Wassermenge die mittlere tägliche Abflussmenge des 183. Tages (Fig. 2b). In Schaltjahren kann als gewöhnliche Wassermenge das Mittel der durchschnittlichen täglichen Wassermenge des 183. und 184. Tages angesehen werden.

### 2.

Es soll darnach getrachtet werden, die Wassermengen durch *direkte Messungen* zu ermitteln (Verordnung Art. 19, Abs. 1). Wenn die direkte Messung der Betriebswassermengen weder im Unterwasserkanal, noch in der Wasserzuleitung, noch in der Druckleitung möglich ist, so ist diese im öffentlichen Gewässer durch Differenzbildung der Wassermenge unterhalb und oberhalb der Mündung des Unterwasserkanals zu ermitteln.

Wenn sich Flügelmessungen als nicht geeignet erweisen sollten, um die Betriebswassermengen, die im Gewässer zu belassenden oder die überfliessenden Wassermengen zu bestimmen, so dürfte sich meistens das Ziel mittels des in den letzten Jahren weiter ausgebildeten *Salzlösungsverfahren* erreichen lassen (Verordnung Art. 19, Abs. 2).

Bei Speicherwerken ist es oft schwierig, hinsichtlich der Wasserführung alle Unterlagen einwandfrei zu beschaffen, welche für die Wasserzinsberechnung nötig sind, weil eben der natürliche Wasserhaushalt in hohem Masse umgestaltet wird. Es empfiehlt sich, beim Bau eines Akkumulierwerkes sich auch darüber Rechenschaft zu geben, welche hydrographischen Einrichtungen erforderlich sind, um die Wasserstände und Abflussmengen zu erhalten, die für die Wasserhaushaltsberechnungen benötigt werden.

Die indirekte Ermittlung der Wassermengen aus der erzeugten elektrischen Energie sollte vermieden werden. In der Wasserzinsverordnung wurde dieser Weg immerhin nicht ausgeschlossen (Verordnung Art. 2, Abs. 4). Der Rückschluss von der elektrischen Arbeit (gemessen in kWh) auf die mechanische Bruttoleistung (in PS) hat den Nachteil, dass für die Wirkungsgrade von Generator und Turbine, sowie für die Gefällsverluste (Uebergang vom Nettogefälle auf das Bruttogefälle) Koeffizienten eingeführt werden müssen, die von Fall zu Fall recht verschieden sein können. Deren Wahl kann leicht zu Meinungsverschiedenheiten führen; ein grösserer oder kleinerer Wert ist auf das Endergebnis von verhältnismässig grossem Einfluss. Der Nichtfachmann kann kaum ein Urteil darüber haben, ob diese Werte richtig gewählt sind. Dies ist ein Uebelstand dieser Berechnungsweise.

3.

Die durch die künstliche Umstellung des Wasserhaushaltes sich ergebenden *Abflussmengen A* (siehe Fig. 3, stark umrandete Fläche), setzen sich folgendermassen zusammen:

1. die wirklich benutzten Wassermengen *im Verlauf des Betriebes* (Betriebswassermengen *B*), messbar z. B. im Unterwasserkanal, gemäss Art. 20 der Verordnung,
2. die gemäss der Verleihung *im Gewässer zu belassenden* Wassermengen *V* (Abfluss im natürlichen Gerinne, bzw. Ueberlauf),
3. den darüber hinaus *überfliessenden* Wassermengen *U* (Art. 20 der Verordnung).

Vom künstlichen Wasserhaushalt muss auf den natürlichen zurückgeschlossen werden, d. h. es sind zu ermitteln die Wassermengen *Z*, die dem Speicherbecken, bzw. der Wasserfassung *natürlich zugeflossen* sind. Anders ist der Weg, den die Verordnung vorzeichnet, nicht gangbar. Dieser Rückschluss kann geschehen, indem herangezogen werden:

4. die *Wasserspiegelschwankungen* im Speicherbecken (Art. 20 der Verordnung) und
5. die *Inhaltskurve* des Speicherbeckens.

Hieraus ergeben sich:

6. die Wassermengen, die dem künstlichen Abfluss zuzuzählen sind (Steigen des Wasserspiegels im Becken), um

den natürlichen Zufluss zu erhalten, bzw. die Wassermengen (Fällen des Wasserspiegels im Becken), welche abzuzählen sind.

Daraus ergeben sich:

7. die *Wassermengen Z*, die im Laufe des Jahres *natürlich zugeflossen* sind.

Es ist dies die Berechnungsweise, die bei der Bearbeitung von Seeregulierungsprojekten angewendet wird.

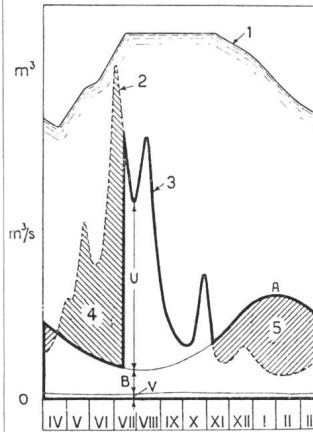


Fig. 3.

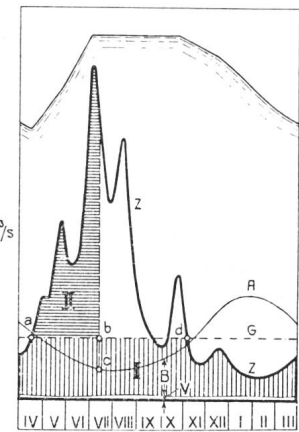


Fig. 4.

#### Abflussmengen.

- 1 Speicherinhalt. 2 Natürlicher Abfluss = Zufluss zur Wasserfassung (*Z*). 3 Wirklicher totaler Abfluss (*A*). 4 Aufspeicherung. 5 Speicherabgabe.

det wird. Der gesamte Zufluss lässt sich bei grössern Seen und Sammelbecken eben nicht direkt erfassen.

Es muss nun noch ermittelt werden, welche von den natürlich zugeflossenen Wassermengen

8. verfügbare Wassermengen *unterhalb* der gewöhnlichen Wassermenge sind und welche von diesen Wassermengen — unter Betrachtung des natürlichen Wasserhaushaltes — wirklich genutzte, *oberhalb* der gewöhnlichen sind (siehe Fig. 4). Dies geschieht, indem bestimmt wird,
9. die gewöhnliche Wassermenge *G*.

Es ist nicht nötig, für die Ermittlung der gewöhnlichen Wassermenge die Dauerkurve der Abflussmengen aufzuzeichnen. Diese Wassermenge kann herausgefunden werden aus dem Jahresdiagramm oder aus einer tabellarischen Zusammenstellung der mittleren täglichen Abflussmengen, die alsdann tabellarisch nach deren Grösse zu ordnen sind.

Nach dem Wortlaut der Verordnung sind die beiden in Fig. 4 senkrecht (entsprechend Absatz 1 des Art. 22) und waagrecht (entsprechend Absatz 2) schraffierten Flächen wasserzinspflichtig, wobei zu beachten ist, dass ohne Ausnahme vom rekonstruierten natürlichen Wasserhaushalt auszugehen ist, nicht etwa von der Betriebswassermenge. Nutzbar, aber nicht genutzt, ist in diesem Falle die Fläche *b c d*. Der Uebergang vom künstlichen auf den natürlichen Wasserhaushalt ist nicht immer ganz einfach.

Im Interesse eines guten Ueberblickes und zu Kontrollzwecken empfiehlt es sich, den gesamten Verlauf aller in Betracht kommenden Werte graphisch aufzuzeichnen.

Wenn es sich um ein *reines Winterwerk* handelt, sowie in den andern Fällen, in denen alle zufließen-

den Wassermengen wirklich ausgenutzt werden, gestaltet sich die Berechnung bedeutend einfacher. In diesem Fall würde der Unterschied nicht gross sein, ob der Ermittlung der wasserzinspflichtigen Leistung die natürlich zufließenden oder aber die Betriebswassermengen zugrunde gelegt werden.

## Zweiter Teil: Die Leistungsberechnung.

### A. Allgemeines.

#### 1.

*Arbeit* ist das Produkt aus Kraft und Weg. Bei einer Wasserkraftanlage ist die Arbeit das im Laufe der Zeit gebildete Produkt aus dem Gewicht des Wassers und dem Gefälle. Die *Leistung* ist die Arbeit in der Zeiteinheit, und zwar *in der Sekunde*.

Der Berechnung des Wasserzinses muss die *mittlere jährliche Bruttogleistung* zugrunde gelegt werden, indem sich der für den Wasserzins zu zählende Ansatz in Geld auf diese Leistung bezieht. Die mittlere jährliche Bruttogleistung ist der Mittelwert aus allen sich einstellenden Bruttogleistungen.

In den hydrographischen Veröffentlichungen wird die Wasserführung an den 365 Tagen des Jahres angegeben. Es wird aber nicht der einzelne Tagesabfluss mengenmässig in  $m^3$ , sondern es wird für jeden Tag das Tagesmittel in Kubikmetern pro Sekunde ( $m^3/s$ ) angegeben.

#### 2.

Die *Bruttogleistung* in Meterkilogrammen pro Sekunde ( $P_B$ ) ergibt sich nach der Formel

$$P_B = \gamma \cdot Q \cdot H_B = 1000 \cdot Q \cdot H_B$$

Es bedeuten

$Q$  die Abflussmenge in  $m^3/s$ ,  
 $\gamma$  das spezifische Gewicht des Wassers;  $\gamma$  muss, da die Wassermenge in  $m^3/s$  angegeben wird, in  $kg/m^3$  eingesetzt werden;  
 $H_B$  das Bruttoglefälle in m.

Will man die Leistung in Pferdekraften (PS), so ist der Wert  $P_B$  durch 75 zu dividieren<sup>2)</sup>.

Die Leistung ist hier gemäss der obigen Definition als Wert pro Sekunde gedacht. Werde nun die Leistungsberechnung graphisch oder analytisch durchgeführt, so wird man in Wirklichkeit für die Wasserzinsberechnung *nicht kleinere Zeitabschnitte als Tage*, d. h. für die Abflussmenge durchschnittliche Tageswerte in  $m^3/s$  wählen. Wenn hier von Tageswerten die Rede ist, so ist dies beispielsweise gemeint. Die zu wählenden Zeitabschnitte können unter Umständen grösser sein. Darüber ist im zweiten Teil unter C IV: Wahl der Zeitabschnitte; Analytische Berechnung, die Rede.

### B. Laufwerke.

Bei Niederdrucklaufwerken ändert im allgemeinen das Bruttoglefälle erheblich mit den natürlichen Abflussmengen; die Abhängigkeit ist *eindeutig*. Jeder Wassermenge und dem zugehörigen Brut-

toglefälle entspricht somit auch stets *eine* ganz bestimmte Produktionsmöglichkeit. Es ist daher nicht nötig, sich zuerst zu vergewissern, ob einer bestimmten Wassermenge mehrere Werte für das Bruttoglefälle zugeordnet sein können.

Die Dauerkurve der Abflussmengen ist bis zur Ausbaugrösse der Anlage für die Wasserzinsberechnung massgebend. Diese erfolgt am einfachsten graphisch, indem man in derselben Figur einträgt (Fig. 8):

1. die Dauerkurve der Abflussmengen,
2. die maximale Aufnahmefähigkeit der Anlage, bzw. die verliehene Wassermenge,
3. die nutzbare Wassermenge,
4. das zu jeder mittleren täglichen Abflussmenge gehörende mittlere tägliche Bruttoglefälle,
5. die Bruttogleistung in PS,
6. die durchschnittliche jährliche Bruttoperdekräft.

Unter Zugrundelegung der natürlich zufließenden Wassermengen, soweit sie *nutzbar* sind, wird also auf diese Weise im Verlaufe des Jahres die Summe der Produkte aus nutzbarer Wassermenge und nutzbarem Gefälle (Tagesmittel) graphisch integriert. Damit wird die Arbeit berechnet, die zu erzeugen möglich ist, und es wird daraus die mittlere jährliche Bruttogleistung in Pferdekraften ermittelt.

Man braucht für die Wasserzinsberechnung bei Niederdrucklaufwerken nicht zu kennen:

- a) den wirklichen Betrieb,
- b) die Charakteristiken der Wasserführung, wie Jahresabflussmenge, mittlere Wassermenge, gewöhnliche Wassermenge.

Sobald ein Bauprojekt für ein Niederdrucklaufwerk aufgestellt ist, lässt sich berechnen, wie hoch der Wasserzins für ein abgelaufenes Jahr gewesen wäre. Das Werk braucht also noch gar nicht fertig erstellt zu sein. Alle Beteiligten wissen, woran sie sind. Das ist ein Vorteil. *Die Berechnungsart für Niederdrucklaufwerke ist also sehr einfach und zweckentsprechend.*

Von den Niederdrucklaufwerken unterscheiden sich die *Hochdrucklaufwerke* hinsichtlich des Gefälles dadurch, dass dieses bei Hochdrucklaufwerken nur sehr wenig veränderlich ist und praktisch als konstant angenommen werden kann. Die Leistungsberechnung vereinfacht sich infolgedessen gegenüber Niederdrucklaufwerken.

### C. Akkumulierwerke.

#### I. Allgemeines.

Bei *Laufwerken* ist, wie erwähnt, für die Wasserzinsberechnung ausschliesslich die Produktionsmöglichkeit massgebend. Bei *Akkumulierwerken*, und zwar bei allen, kommt gemäss Art. 22 der Verordnung die Produktionsmöglichkeit nur bis zur gewöhnlichen Wassermenge in Anrechnung. Bei diesen Werken tritt also für die Wasserzinsberechnung hinsichtlich Produktionsmöglichkeit an Stelle der Aufnahmefähigkeit der Anlage gewissermassen die gewöhnliche Wassermenge.

Soweit bei Akkumulierwerken die natürlich zufließenden Wassermengen die gewöhnliche Wasser-

<sup>2)</sup> Siehe Fussnote 1.

menge übersteigen, sind die Wassermengen nur soweit anzurechnen, als die wirklich benutzt werden. *Die zinspflichtige Leistung setzt sich also aus zwei Teilen zusammen.* Die mittlere jährliche Bruttoleistung ist für jeden Teil gesondert zu berechnen. Wenn es sich um ein Akkumulierwerk handelt, bei welchem der Ansatz pro Leistungseinheit gemäss Art. 49, Abs. 2, des Gesetzes zu ermässigen ist, ist dem Buchstaben nach die Trennung schon deswegen nötig, weil sich die Ermässigung nur auf den Teil der Wassermenge erstreckt, welche oberhalb der gewöhnlichen liegt.

Man ersetzt also in Gedanken das vorhandene Akkumulierwerk durch zwei gedachte Werke, welche getrennt arbeiten, aber mit demselben Gefälle.

a) Das eine gedachte Werk ist ein *Laufwerk*. Es wird angenommen, die Aufnahmefähigkeit dieses Laufwerkes sei gleich der gewöhnlichen Wassermenge. Diesem Werk werden die Wassermengen bis zur gewöhnlichen zugeleitet. Aus Art. 22, Abs. 1, erster Satz, muss geschlossen werden, dass alle Wassermengen bis zur gewöhnlichen wasserzinspflichtig sind (Produktionsmöglichkeit).

b) Das zweite gedachte Werk ist ein *Akkumulierwerk*. In sein Becken werden die Wassermengen eingeleitet, die die gewöhnliche Wassermenge übersteigen. Es ist alsdann festzustellen, wieviel von diesem Wasser für die Energieerzeugung wirklich verbraucht wurde. Nur dieses Wasser ist zinspflichtig (wirkliche Produktion).

Es erhebt sich die Frage, ob im gedachten Laufwerk die Wassermenge, die in Fig. 4 der Fläche *a b c* entspricht, wasserzinspflichtig ist. Dies ist sicher der Fall, denn diese Wassermenge wird ja aufgespeichert und später ausgenutzt. Es ergibt sich daraus, dass dieses im Frühjahr zufließende Wasser, das zunächst nicht verarbeitet werden kann, gewissermassen in das Speicherbecken des gedachten Speicherwerkes geleitet wird.

## II. Natürlich zufließende Wassermenge oder Betriebswassermenge als Unterlage für die Leistungsberechnung? — Graphische Berechnung.

### 1.

Bei einem Laufwerk wird die wirkliche Produktion der Produktionsmöglichkeit im allgemeinen mehr oder weniger ähnlich sein. Bei einem Akkumulierwerk können aber natürlich zufließende Wassermenge und Betriebswassermenge einen ganz entgegengesetzten Charakter haben. Man denke an ein reines Winterwerk.

Es wurde eingangs gesagt, dass vom *natürlichen* Wasserhaushalt auszugehen sei. Dieser Grundsatz bezieht sich, nach den bestehenden Vorschriften bestimmt,

- a) auf *alle* Laufwerke, also Niederdruck- und Hochdruckwerke,
- b) bei den Akkumulierwerken auf die Abflussmengen, soweit sie *unterhalb* der gewöhnlichen liegen. Dies geht aus Art. 22, Abs. 1, unzweideutig hervor.

Man könnte vielleicht den Standpunkt vertreten, es würde, statt vom natürlichen Wasserhaushalt, besser von der Betriebswassermenge ausgegangen bei der Leistungsberechnung, soweit sie sich

- c) auf die Abflussmengen bezieht, welche die gewöhnliche Wassermenge *überschreiten* (Art. 22, Abs. 2, der Verordnung). Vgl. Fig. 4.

Es erhebt sich aber die Frage, ob dies mit der Vorschrift in der Wasserzinsverordnung im Einklang stehe und ob dies zu einer guten Lösung führen würde. Die Weisung wäre ganz klar im Sinne der natürlich zufließenden Wassermenge, wenn Art. 22, Abs. 2, lauten würde:

«Darüber hinaus werden *«die natürlich zufließenden»* Wassermengen insoweit angerechnet, als sie tatsächlich benutzt werden.»

Der Text der Verordnung ist in diesem Sinne auszulegen; es ist also auch im Falle c) von den natürlich zufließenden Wassermengen auszugehen. Dies ist ein allgemeiner Grundsatz, der nur dann zu durchbrechen wäre, wenn es im Gesetz oder in der Verordnung gesagt würde. Dies ist aber nicht der Fall. Im übrigen sei auf die im folgenden unter 2. und III. gemachten Ausführungen verwiesen.

### 2.

Erscheint es gegeben, die Leistung bei Laufwerken graphisch zu berechnen, so ist dies in noch höherem Masse der Fall bei Akkumulierwerken, weil die Berechnung für Werke dieser Art bedeutend weniger übersichtlich ist.

Hinsichtlich der Leistungsberechnung würden grundsätzlich drei Möglichkeiten bestehen. Es könnte ausgegangen werden:

- Fall a) ganz von der natürlich zufließenden Wassermenge,
- Fall b) teilweise von dieser, teilweise von der Betriebswassermenge,
- Fall c) ganz von der Betriebswassermenge.

*Fall a).* Siehe Fig. 4 und 7.

Die getrennte Berechnung der Leistung, welche herrührt von den *Wassermengen*, soweit sie unterhalb der gewöhnlichen liegen (Wassermenge I, senkrecht schraffierte Fläche) und der Leistung, welche sich aus den Wassermengen ergibt, soweit sie die gewöhnliche Wassermenge überschreiten (Wassermenge II, waagrecht schraffierte Fläche) ist nötig, weil im ersten Fall die Produktionsmöglichkeit, im zweiten Fall aber die wirkliche Produktion als wasserzinspflichtig betrachtet wird.

Die *Wassermenge I* ist die Wassermenge des gedachten Laufwerkes. Die natürlich zufließenden, mittleren täglichen Wassermengen, die grösser sind als die gewöhnliche Wassermenge, werden im Betrieb ja nicht unterteilt in eine Wassermenge gleich der gewöhnlichen und die Wassermenge, soweit sie die gewöhnliche überschreitet. Die beiden gedachten Betriebe fließen praktisch ineinander.

Die *Wassermenge II* ist die Wassermenge des gedachten Akkumulierwerkes, siehe Fig. 7a und 7c. Die grösste tägliche Wassermenge, die zugeflossen ist und aufgespeichert werden konnte, indem das

Becken noch nicht überlief, hat mit der grösstmöglichen Betriebswassermenge der Anlage nichts zu tun.

Man wird für die Wassermengen I und II die gleichen Gefälle in die Rechnung einführen dürfen, die sich in Wirklichkeit eingestellt haben, siehe Fig. 7b und 7c.

Fall b). Siehe Fig. 5.

Es werde für die Wassermenge I, welche durch die senkrecht schraffierte Fläche angegeben wird, die Produktionsmöglichkeit bestimmt, wie es im Fall a) geschah. Man könnte vielleicht daran denken, der Leistungsberechnung für die Wassermenge II statt die natürlich zufließenden Wassermengen die Betriebswassermengen zugrunde zu legen, soweit sie die natürlich zufließende Wassermenge für die Zeit von  $d$  bis Ende März und von Anfang April bis zum Zeitpunkt  $a$  überstieg (schräg schraffierte Fläche).

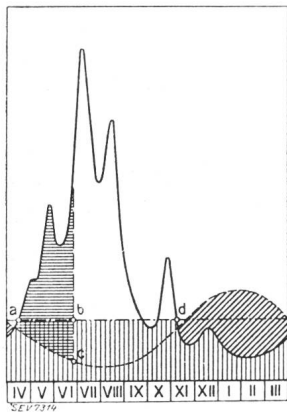


Fig. 5.

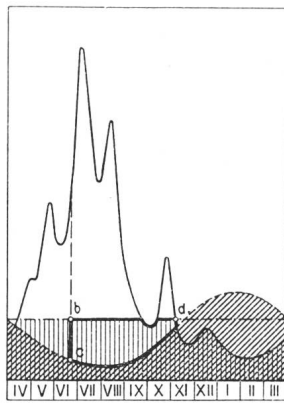


Fig. 6.

Es ist die horizontal schraffierte Fläche gleich der schräg schraffierten Fläche. Daraus ergibt sich, dass nach diesem Vorgehen die der Fläche  $a b c$  entsprechende Wassermenge zweimal in Rechnung gestellt würde. Es könnte vorkommen, dass mehr Wasser angerechnet würde, als überhaupt zugeflossen ist. Es ist also nicht zulässig, die zinspflichtige Wassermenge teilweise aus den natürlich zufließenden Wassermengen, teilweise aber aus der Betriebswassermenge zu ermitteln.

Als zugehörige Gefälle zur Wassermenge I und zur Wassermenge II können diejenigen angesehen werden, die sich im betreffenden Zeitpunkt wirklich eingestellt haben.

Fall c). Siehe Fig. 6.

Es könnte noch folgende Lösung durch Ermittlung zweier Werte in Erwägung gezogen werden.

Erster Wert.

Bestimmung der wirklichen Produktion, brutto berechnet, aus den Betriebswassermengen. Dieser Wassermenge entspricht die schräg schraffierte Fläche.

Zweiter Wert.

Bestimmung der Produktionsmöglichkeit aus der Wassermenge I, d. h. der Produktionsmöglichkeit, soweit die Wassermenge die gewöhnliche nicht überschreitet. Dieser Wassermenge entspricht die senkrecht schraffierte Fläche.

Der Wasserzinspflicht werde der grössere Wert zugrunde gelegt. Es ist in beiden Fällen angenommen, dass der Leistungsermittlung das im betreffenden Zeitpunkt wirklich vorhandene Gefälle zugrunde gelegt werde.

Zu diesem Verfahren ist folgendes zu bemerken:

Dieses Vorgehen ist ohne Zweifel richtig, wenn der zweite Wert grösser ist als der erste und kein Wasser über der gewöhnlichen Wassermenge ausgenutzt wurde. Die Bruttoleistung, berechnet aus der wirklichen Produktion, ist dann kleiner als die Produktionsmöglichkeit gemäss Art. 22, Abs. 1, der Wasserzinsverordnung. Eine zusätzliche Produktion gemäss Art. 22, Abs. 2, besteht in diesem Falle überhaupt nicht.

Wenn der erste Wert (wirkliche Produktion) grösser ist, ergibt sich folgendes:

Wasserzinspflichtig wäre in diesem Falle also die Wassermenge, welche der schräg schraffierten Fläche entspricht. Die in Fig. 6 stark umrandete Fläche  $b c d$  würde also nicht in die Wasserzinsberechnung einbezogen. Es soll unter III. dargelegt werden, ob dies zulässig erscheint.

### III. Kombination von Flächen, welche Wassermengen darstellen?

#### I.

Bereits bei Betrachtung des Falles b) wurde ein Beispiel erwähnt, bei welchem die Kombination von Flächen, welche Wassermengen veranschaulichen, in der erwähnten Weise nicht zulässig erscheint.

Die eben gestellte Frage:

Erstens: Ist das Wasser unterhalb der gewöhnlichen, das in Fig. 4 der erwähnten Fläche  $b c d$  entspricht, wasserzinspflichtig oder nicht?

hat schon zu Meinungsverschiedenheiten geführt. Ferner ebenso die Frage:

Zweitens: Ist die Kompensation der Fläche  $b c d$  gegen die waagrecht schraffierte Fläche zulässig? Mit andern Worten: Ist es zulässig, die Fläche  $b c d$  von der waagrecht schraffierten Fläche abzuziehen?

Bei einem reinen Winterwerk sowie bei einem Akkumulierwerk, das ebenfalls die gesamte Jahreswassermenge ausnutzt, stellen sich diese Fragen nicht. Bei diesen Werken bleibt keine zufließende Wassermenge unausgenutzt, also auch keine unterhalb der gewöhnlichen Wassermenge.

Handelt es sich nicht um ein Werk, welches die gesamte zufließende Wassermenge ausnutzt, so ist zunächst festzustellen, ob es sich um ein solches handelt, bei dem die mittlere tägliche Betriebswassermenge über das ganze Jahr hin grösser ist als die gewöhnliche Wassermenge oder ob dies nicht zutrifft. Ist das erste der Fall, so entsteht eine Fläche  $b c d$  nicht, und die hier aufgeworfene Frage stellt sich nicht. Sie stellt sich vielmehr nur dann, wenn die mittlere tägliche Betriebswassermenge mindestens zeitweise kleiner ist als die gewöhnliche Wassermenge. In diesem Falle gelten folgende Ueberlegungen:

a) Nach Art. 22, Abs. 1, sind die natürlich zufließenden nutzbaren Wassermengen bis zum Be-

trage der gewöhnlichen Wassermenge anzurechnen. Die Fläche *b c d* entspricht also zweifellos einer zinspflichtigen Wassermenge. Diese Fläche darf daher jedenfalls nicht von einer Fläche in Abzug gebracht werden, die eine ebenfalls zinspflichtige Wassermenge darstellt. Ein solcher Abzug würde

auslaufen, in diesem Fall nur die wirkliche Produktion als wasserzinspflichtig zu erklären, während nach dem Gesetz die Produktionsmöglichkeit wasserzinspflichtig ist und nach der Verordnung wenigstens die Produktionsmöglichkeit, soweit es sich um die natürlich zufließende Wassermenge bis

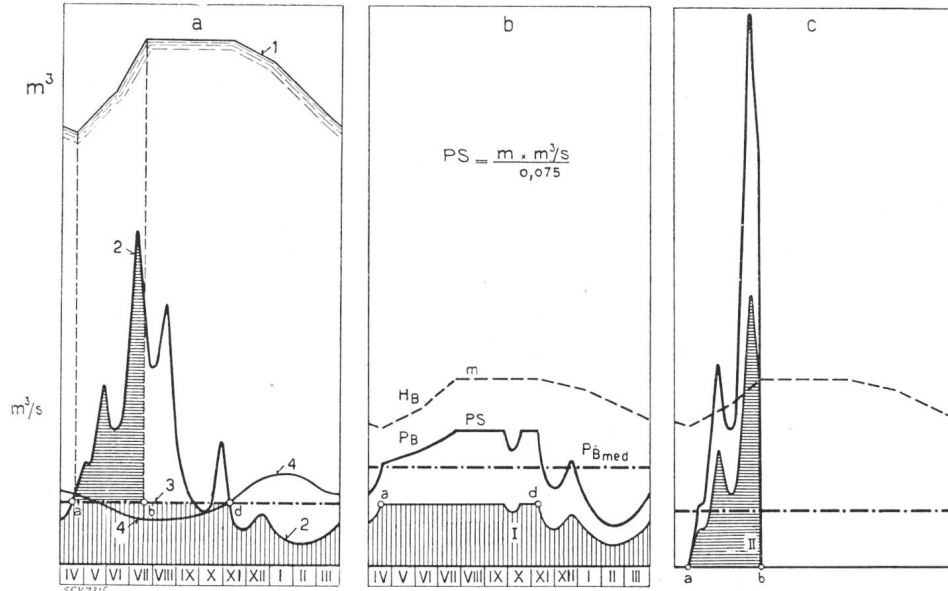


Fig. 7. Bruttoleistungen.

*a* Wassermengen. *b* Anteil aus nutzbarer Wassermenge unterhalb der gewöhnlichen. *c* Anteil aus wirklich genutzter Wassermenge oberhalb der gewöhnlichen.  
 1 Speichereinhalt. 2 Zufließende Wassermenge. 3 Gewöhnliche Wassermenge. 4 Betriebswasser.  $H_B$  Bruttogefälle.  $P_B$  Bruttoleistung.  $P_{Bmed}$  Mittl. Bruttoleistung. I Wassermenge I. II Wassermenge II.

zum Betrage der gewöhnlichen handelt (Verordnung Art. 22, Abs. 1). Die Fläche *b c d* stellt aber Wassermengen innerhalb des Betrages der gewöhnlichen dar.

c) Die erwähnte Kombination widerspricht dem Grundsatz, dass die Summe der Produkte aus natürlich zufließender Wassermenge und Gefälle im Laufe der Zeit zu bilden sei.

d) Indem das Gesetz bereits durch die Verordnung einschränkend vollzogen wurde, erscheint es kaum zulässig, in der Praxis eine weitere Einschränkung eintreten zu lassen. Wenn die erwähnte Kombination zulässig erschiene, so bliebe von der Produktionsmöglichkeit bei Akkumulierwerken für die

darauf hinauslaufen, einen zinspflichtigen Teil, nämlich denjenigen, welcher der Fläche *b c d* entspricht, aus der Berechnung zu entfernen.

Die waagrecht schraffierte Fläche entspricht aber, wie die Fläche *b c d*, einer zinspflichtigen Wassermenge. Die erwähnte Kompensation ist daher schon aus diesem Grunde nicht zulässig.

Wasserzinspflicht überhaupt nichts mehr übrig. Hätte diese Meinung bestanden, so wäre in der Verordnung doch einfach gesagt worden, bei Akkumulierwerken sei nur die wirkliche Produktion wasserzinspflichtig.

Diese Überlegungen zeigen, dass die Fläche *b c d* einer zinspflichtigen Wassermenge entspricht. Diese Fläche darf weder von demjenigen Teil der waagrecht schraffierten Fläche abgezogen werden, der unterhalb der Linie liegt, welche die gewöhnliche Wassermenge angibt, noch von demjenigen Teil, welcher über dieser Linie liegt.

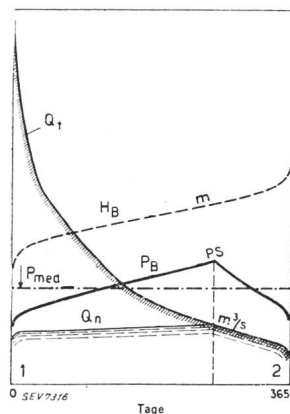


Fig. 8. Charakteristische Daten eines Niederdrucklaufwerkes für die 365 Tage des Jahres (Dauerkurven).  
 $Q_t$  Totalabflussmenge.  $H_B$  Bruttogefälle.  $P_{med}$  Durchschnittliche Leistung.  $P_B$  Bruttoleistung.  $Q_n$  Nutzbare Wassermenge.  
 1 Hochwasser. 2 Niederwasser.

2.

Dass die Wassermenge, die der horizontal schraffierten Fläche entspricht, erst im Herbst genutzt wird, ist nicht massgebend. Im Herbst wird diese Wassermenge nicht angerechnet, weil eben vom natürlichen Zufluss auszugehen ist. Es sei auf den erwähnten Fall b) verwiesen.

b) Die Verminderung der horizontal schraffierten Fläche um die Fläche *b c d* würde darauf hin-

Es wurde von anderer Seite schon die Auffassung vertreten, dass in Anwendung des Art. 22, Abs. 1, der Verordnung auch eine Wassermenge zinspflichtig wäre, die im Jahresdiagramm der in Fig. 2 schräg schraffierten Fläche dargestellt werde. Diese Ansicht ist indessen irrtümlich. Dieser schräg schraffierten Fläche entspricht im natürlichen Wasserhaushalt überhaupt keine Wassermenge. Es kann daher nicht der Sinn der Vorschrift sein, diese Fläche in die Wasserzinsberechnung einzubeziehen. Aber auch der Wortlaut der Verordnung (Art. 22, Abs. 1) sagt nicht, es sei die Wassermenge gleich der gewöhnlichen über das ganze Jahr wasserzinspflichtig. Es wird vielmehr gesagt, es seien die natürlich zufließenden Wassermengen bis zum Betrage der gewöhnlichen wasserzinspflichtig; das sind un-

terhalb der gewöhnlichen diejenigen Wassermengen, welche der senkrecht schraffierten Fläche entsprechen.

Vielleicht hat die Kombination des natürlichen Wasserhaushaltes mit dem durch den Betrieb umgestalteten Wasserhaushalt zu dieser irrtümlichen Annahme Veranlassung gegeben (vgl. Fig. 3), vielleicht auch der Gedanke, im Jahresdiagramm Flächen oberhalb der Linie, welche die Grösse der natürlichen Wassermenge angibt, zu kompensieren gegen Flächen, welche unterhalb dieser Linie liegen. Für solche Ueberlegungen die Dauerkurve der Abflussmengen zu benutzen, kann eher zu Trugschlüssen führen.

#### IV. Wahl der Zeitabschnitte. — Analytische Berechnung.

##### 1.

Es erhebt sich insbesondere die Frage, in welchen Fällen es zulässig ist, das Produkt  $Q \cdot H_B$  zu berechnen:

a) als Produkt aus dem Jahresmittel der nutzbaren Wassermengen und dem Jahresmittel der nutzbaren Gefälle,

in welchen Fällen dagegen für das Produkt  $Q \cdot H_B$  zu bilden ist:

b) aus der Summe der Produkte aus der durchschnittlichen Wassermenge für jeden Tag und dem zugehörigen Bruttogefälle für jeden Tag.

Der Tag ist hier nur beispielsweise gewählt. Es muss von Fall zu Fall überlegt werden, welcher Zeitabschnitt zu wählen ist. Es ist sehr wohl möglich, dass es zweckmässig ist, über das Jahr hin diese Zeitabschnitte verschieden gross zu wählen. Z. B. ist es möglich, dass bei Alpengewässern während der Zeit des starken Wasseranstieges im Frühjahr die Zeitabschnitte kürzer gewählt werden müssen und dies immer noch einfacher erscheint, als die Abschnitte über das ganze Jahr hin so kurz zu wählen.

Die Wasserzinsberechnung enthält über die zu wählenden Zeitabschnitte keine Angaben. Obwohl es sich bei der *Leistungsberechnung im Grunde genommen um eine Integration* handelt, also mit Momentanwerten zu rechnen wäre — worauf man, wenn sich Fragen über die Wasserzinsberechnung stellen, immer wieder zurückkommen müssen — erscheint die Vereinfachung mit nicht kleineren Zeitabschnitten als Tageswerten zu rechnen, zulässig. Folgende Ueberlegungen sprechen dafür: Der Tag ist ein Zeitabschnitt von *kurzer Dauer*; wenn kleinere Zeitabschnitte gewählt würden, stünde der Arbeitsaufwand für die Berechnungen kaum mehr im richtigen Verhältnis mit dem Ertrag. — In den hydrographischen *Veröffentlichungen* wird der durchschnittliche *Tagesabfluss* in  $m^3/s$  angegeben, vgl. Zweiter Teil, A (Leistungsberechnung, Allgemeines) Ziffer 1, Absatz 3. — Die *gewöhnliche* Wassermenge, die allerdings erst in der Verordnung eingeführt wurde, ist ebenfalls der Durchschnitt eines *Tageswertes*, angegeben in  $m^3/s$ , vgl. Erster Teil, F, II (Ermittlung der nutzbaren Wassermengen) Ziffer 1, Absatz 6.

Ueber die Wahl der Zeitabschnitte war bereits die Rede im zweiten Teil unter A (Leistungsberechnung, Allgemeines) Ziffer 2, letzter Absatz. In dem im ersten Teil, unter F, II (Ermittlung der nutzbaren Wassermengen) Ziffer 1, Absatz 5, erwähnten bundesgerichtlichen Urteil ist der folgende besondere Fall behandelt:

Die gewöhnliche Wassermenge wurde wohl überstiegen von der wirklich ausgenutzten als Momentanwert, nicht aber von der wirklich ausgenutzten im Tagesmittel. Es wurden deshalb nur die unterhalb der gewöhnlichen Wassermenge zufließenden Wassermengen angerechnet. Diese Vereinfachung, welche das Kraftwerksunternehmen begünstigt, erschien also dem Bundesgericht in Uebereinstimmung mit den eben gemachten Ausführungen zulässig.

*Vereinfachungen, die im kleinen zulässig erscheinen, sind nicht ohne weiteres auf grössere Verhältnisse zu übertragen.* Es sei in dieser Hinsicht auf die Ausführungen im zweiten Teil unter C, III, verwiesen: Kombination von Flächen, welche Wassermengen darstellen?

##### 2.

Nach der Wasserzinsverordnung (Art. 2, Abs. 3) ist es zulässig, das Produkt  $Q \cdot H_B$  zu bilden aus dem Jahresmittel der nutzbaren Wassermenge und dem Jahresmittel der nutzbaren Gefälle (Vorgehen gemäss a), wenn:

- aa) es sich um eine Anlage von geringer Bedeutung handelt,
- bb) das Gefälle durch die (wechselnde) Wassermenge nicht wesentlich beeinflusst wird.

Allgemein ist zu sagen, dass das Vorgehen gemäss a) auch für grosse Anlagen in folgenden Fällen zulässig ist:

- wenn  $Q$  und  $H_B$  konstant sind,
- »  $Q$  konstant,  $H_B$  aber veränderlich ist,
- »  $H_B$  »  $Q$  » » » »

Für die Leistungsberechnung sind also die Zeitintervalle nicht länger zu wählen, als dass jeweilen eine dieser Voraussetzungen praktisch mit genügender Genauigkeit erfüllt ist.

Sind  $t_1, t_2, t_3 \dots t_n$  die Zeitabschnitte z. B. in Tagen, innerhalb welcher eine der erwähnten Bedingungen erfüllt ist, so ist das durchschnittliche jährliche Produkt aus Wassermenge und Bruttogefälle

$$(Q \cdot H_B)_{med} = \frac{Q_1 \cdot H_1 \cdot t_1 + Q_2 \cdot H_2 \cdot t_2 + \dots + Q_n \cdot H_n \cdot t_n}{\sum t}$$

Sind die Zeitabschnitte gleich lang und ist deren Zahl gleich  $n$ , so ist

$$t_1 = t_2 = t_3 \dots = t_n = t$$

und

$$\sum t = n \cdot t,$$

somit

$$(Q \cdot H_B)_{med} = \frac{Q_1 \cdot H_1 + Q_2 \cdot H_2 \dots + Q_n \cdot H_n}{n}$$

Die analytische Berechnung des Wasserzinses wird sich am besten auf einfache Fälle beschränken.

**Dritter Teil:**  
**Zusammenfassung**  
**und Schlussfolgerungen.**

**I.**

Die Wasserzinsberechnung, die die Wasserzinsverordnung vorzeichnet, hat folgende Vorteile:

Bei *Laufwerken* genügt es, die Charakteristiken des Werkes und der Wasserführung zu kennen, bei *Speicherwerken* muss auch die Betriebswassermenge, die sich im Verlaufe des Jahres eingestellt hat, bekannt sein. Alsdann ist der natürliche Wasserhaushalt zu errechnen.

Selbst bei Speicherwerken lässt sich die wasserzinspflichtige Leistung *grundsätzlich aus hydrographischen Erhebungen und aus Wasserhaushaltsberechnungen ermitteln*. Das bringt bedeutende Vorteile mit sich. Das verleihende Gemeinwesen ist nicht auf Angaben des internen Betriebes des andern Beteiligten angewiesen. Es ist nicht nötig, den Wirkungsgrad von Turbinen und Generatoren einzuführen, ebenso wenig ist es nötig, das Verhältnis zwischen Brutto- und Nettogefälle festzusetzen. Gerade diese Ermittlungen können aber leicht zu Meinungsverschiedenheiten Anlass geben, und diese können nur durch Spezialisten beurteilt werden. Der Nichtfachmann wird sich kaum ein Urteil darüber bilden können; der Richter ist sehr weitgehend von Experten abhängig. Jene Vorzüge der hydrographischen Berechnung haben offenbar Veranlassung gegeben, sie in der Wasserzinsverordnung vorzusehen. Dieses Vorgehen hat auch den Vorteil, dass ein klarer Grundsatz folgerichtig durchgeführt wird. Kombinationen führen eher zu Irrtümern.

Nachteilig ist bei der Berechnung gemäss Verordnung, dass es nicht ganz einfach ist, die Wasserhaushaltsberechnungen folgerichtig durchzuführen. Diese dürften immerhin vom Nichtfachmann leichter zu überblicken sein.

**II.**

1. In der Wasserzinsverordnung wurde der Begriff *Akkumulierwerk* eingeführt, ohne diesen Begriff zu definieren oder doch einigermaßen zu umschreiben. *Streitig ist deshalb bereits die Hauptsache, nämlich was ein Akkumulierwerk sei*. Wahrscheinlich war unter Akkumulierwerk das gemeint, was das Gesetz unter einem Werk mit einem für die Ausgleichung der Wassermenge geeigneten Sammelbecken bezeichnet. Das Gesetz macht kaum den scharfen Unterschied zwischen Akkumulierwerken und Laufwerken, den die Verordnung macht. In der Tat kann die Ausgleichung in der Wasserführung sehr verschieden sein. Von der sehr weitgehenden bis zur unbedeutenden Ausgleichung in der Wasserführung bestehen alle Uebergangsmöglichkeiten. Es dürfte sich empfehlen, den Wasserzins in dem Masse herabzusetzen, als die Ausgleichung der Wasserführung erfolgt. In diesem Sinne hat wohl der Gesetzgeber das Wort «angemessen» gebraucht. Offenbar besteht nicht die Meinung, dass mit dem Ausgleich die Wasserführung unmittelbar unterhalb des Kraftwerkes gemeint wäre.

2. Die Tatsache, dass nicht bestimmt ist, was ein Akkumulierwerk ist, legt den folgenden Gedanken nahe.

Könnte nicht die *Definition der zinspflichtigen Leistung* so festgesetzt werden, dass nicht unterschieden wird zwischen Lauf- und Speicherwerken, und doch die Speicherwerke bei der Berechnung des Wasserzinses *zwangsläufig begünstigt werden*? Hierbei müsste gemäss der Bestimmung des Gesetzes von der Produktionsmöglichkeit ausgegangen werden. Zur Begünstigung der Speicherwerke könnte dann ein Reduktionsfaktor eingeführt werden, z. B. das Verhältnis des Speicherinhaltes zum natürlichen Jahreszufluss. Ist diese Verhältniszahl nur klein, so ist eine Begünstigung nicht angezeigt. Je grösser diese Verhältniszahl wird, um so grösser müsste die Herabsetzung des Wasserzinses sein.

Hierzu ist zu bemerken, dass es sehr schwerhalten würde, klar und eindeutig zu definieren, was unter der Produktionsmöglichkeit eines Speicherwerkes zu verstehen ist.

3. Man könnte sich auch fragen, ob eine befriedigendere Wasserzinsberechnung erzielt würde, wenn die gewöhnliche Wassermenge in  $m^3/s$  (Verordnung, Art. 22, Abs. 1) durch die *mittlere jährliche Wassermenge* in  $m^3/s$  ersetzt und Abs. 2 des Art. 22 gestrichen würde.

Dieser Grundsatz erscheint nicht anwendbar. Bei den Niederdrucklaufwerken ist die mittlere Jahresabflussmenge nur unwesentlich grösser als die gewöhnliche Wassermenge. Im Gebirge, in welchem sich die grossen Akkumulierwerke befinden, sind die mittleren Jahreswassermengen erheblich grösser. Sie können sogar den mehrfachen Wert der gewöhnlichen Wassermenge erreichen. Die Anrechnung der Wassermenge bis zur mittleren würde also die Akkumulierwerke, die der Gesetzgeber begünstigen wollte, den Laufwerken gegenüber stark benachteiligen.

**III.**

1. Der Gesetzgeber hat gesagt, dass der Zins für die *Kraftvermehrung* gegenüber einem Werk, das die gewöhnliche Wassermenge verarbeiten könnte, d. h. ungefähr gegenüber einem Laufwerk, herabzusetzen sei. Buchstäblich aufgefasst müsste also bei einem Unternehmen, das dieser Vergünstigung teilhaftig wird, schon aus diesem Grunde die wasserzinspflichtige Leistung in zwei Teilen berechnet werden, wie dies eingehend geschildert wurde, und nur für die *Leistungsvermehrung* der Ansatz pro Leistungseinheit herabgesetzt werden.

*Es erschiene zulässig, den Ansatz für die ganze wasserzinspflichtige Leistung herabzusetzen, in einem entsprechend geringern Masse als er für die Leistungsvermehrung herabgesetzt worden wäre*. Das kann sehr wohl durch Schätzung erfolgen, indem der Ausgleich der Wasserführung ja keine mathematische Grösse und die Vorschrift, wie der Ansatz herabzusetzen sei, sehr unbestimmt ist.

Es ist möglich, dass es für ein verleihendes Gemeinwesen schwerhält, den Ansatz für den Wasserzins herabzusetzen, und dass es ihm leichter fällt, ein Zugeständnis in Form einer Berechnungsweise

für die Leistung zu machen, die einen geringern Betrag für den Wasserzins ergibt. Diese Berechnungsart sollte aber auf alle Fälle klar und eindeutig sein.

Am besten wird nicht nur der Ansatz pro Leistungseinheit, sondern der Wasserzins überhaupt in der Verleihung festgesetzt. Immerhin sollte der Bau eines Werkes durch diese Verhandlungen keine Verzögerung erfahren.

2. Entsteht nach Erteilung der Verleihung über den Wasserzins Streit, z. B. darüber, ob es sich um ein Akkumulierwerk handle, so ist die Entscheidung des Streites gemäss Art. 71 des Gesetzes Sache des Gerichtes.

#### IV.

1. In der Wasserzinsverordnung wurde die Zweiteilung in der Leistungsberechnung bei Akkumulierwerken auch dann verlangt, wenn der Ansatz in Geld pro Leistungseinheit nicht herabgesetzt wird.

Wie aus den vorstehenden Ausführungen hervorgeht, ist auch *umstritten, wie die Leistungsberechnung zu erfolgen habe, selbst wenn wenigstens darüber Einigkeit besteht, dass es sich um ein Akkumulierwerk handle. Es erscheint daher angezeigt, eine neue Wasserzinsverordnung zu erlassen und in dieser für den Gang der Berechnung eindeutige Richtlinien aufzustellen.*

2. Sollte es sich nicht empfehlen, aufbauend auf dem Gesetz eine Wasserzinsverordnung vollständig neu zu bearbeiten, so erscheint es doch angezeigt, die bestehende Verordnung entsprechend den heute vorliegenden Erfahrungen umzuarbeiten. Es handelt sich um einen andern Aufbau, eine redaktionelle Umarbeitung, Vereinfachungen in der Berechnungsart und konkrete Vorschriften über deren Durchführung.

3. Die bestehenden Rechtsverhältnisse sollen so wenig wie möglich berührt werden.

## Beitrag zur Frage der Kupferverlustmessung bei Mutator-Transformatoren, speziell mit Gabelschaltung.

Von P. Waldvogel, Baden.

621.317.384 : 621.314.21

*Um den von Herrn Kübler zur Aufnahme in die CEI-Regeln empfohlenen Vorschlag (siehe Bull. SEV 1938, Nr. 11) anzuwenden, muss man alle sekundären Wicklungen so kurzschliessen, dass die sekundären Ströme möglichst genau die Sollwerte annehmen, die man unter der Voraussetzung einer vollkommenen Symmetrie rechnerisch bekommt. Dies wird bei allen Transformatoranschaltungen am besten verwirklicht, wenn man jeweils die im Spannungsdiagramm entgegengesetzten Klemmen zusammen verbindet: dabei sind die verschiedenen Kurzschlussverbindungen voneinander zu isolieren.*

*Bei sechsphasiger Gabelschaltung sind mit dieser Kurzschlussart alle symmetrischen Bedingungen noch nicht streng erfüllt, da die Summe der 3 Kurzschlußströme noch einen gewissen Reststrom enthält. Eine Verbesserung ist aber leicht zu verwirklichen, wenn man einen geschlossenen Eisenring aus Dynamoblech um die 3 Kurzschlusskabel anordnet. Mit einem Stabstromwandler lässt sich jedenfalls dieser Reststrom immer erfassen und messen. Eine einfache Korrekturformel ergibt dann die richtigen ohmschen Verluste.*

### I. Einleitung.

Es wurden schon verschiedene Methoden vorgeschlagen, um bei Mutatorbetrieb die im Mutatortransformator erzeugten Kupferverluste aus einfachen Messungen zu ermitteln. Durch einen im Bull. SEV 1938, Nr. 11, erschienenen Aufsatz hat Herr Kübler diese verschiedenen Methoden ausführlich erklärt. Er weist darauf hin, dass der vierte Vorschlag ganz besonders zur Aufnahme in die CEI-Regeln geeignet sei.

Dieser Vorschlag 4 kann folgendermassen zusammengefasst werden: Man schliesst alle Transformatorwicklungen auf der Mutatorseite kurz, speist drehstromseitig die 3 Phasen mit dem Nennstrom und misst gleichzeitig die Kupferverluste. An Hand der gemessenen Wicklungswiderstände kann man die ohmschen Verluste, die während dieses Versuches entstehen, bestimmen. Die Differenz zwischen den mit den Wattmetern gemessenen Verlusten und den

*La méthode que M. Kübler a proposée pour les prescriptions internationales exige que le court-circuit sur tous les enroulements secondaires soit fait de telle façon que les courants secondaires prennent aussi exactement que possible les valeurs théoriques que l'on obtient par le calcul en supposant une symétrie parfaite. C'est en réunissant les bornes qui sont diamétralement opposées dans le diagramme des tensions que l'on réalisera le mieux cette condition pour toutes les sortes de couplage des transformateurs, étant entendu que les différentes connexions de court-circuit doivent être isolées les unes des autres.*

*Pour le couplage hexaphasé en fourche, cette méthode ne remplit pas encore rigoureusement toutes les conditions de symétrie, car la somme des 3 courants de court-circuit contient encore un certain terme résiduel. Cependant, il est aisé d'apporter une amélioration sensible en disposant autour des 3 câbles de court-circuit un anneau fermé en tôles dynamo. D'ailleurs, ce courant résiduel peut toujours être mesuré au moyen d'un transformateur d'intensité. Une formule de correction très simple donne ensuite les pertes ohmiques exactes.*

berechneten ohmschen Verlusten ergibt die zusätzlichen Verluste. Hernach wird die vereinfachende Annahme getroffen, dass beim Mutatorbetrieb die zusätzlichen Verluste unverändert bleiben, während die ohmschen Verluste einfach aus der Widerstandsmessung zu berechnen sind.

Die Anwendung dieses Verfahrens setzt also voraus, dass alle durch die kurzgeschlossenen Wicklungen fliessenden Ströme bekannt sind. Erst dann können die ohmschen Verluste berechnet werden. Ausserdem muss man berücksichtigen, dass die getroffene Annahme über die zusätzlichen Verluste nur dann begründet ist, wenn die Kurzschlußströme sich unter sich genau wie die Grundwellen der Ströme beim Mutatorbetrieb verhalten. Man muss also immer darauf achten, dass die verschiedenen Sekundärströme unter sich gleich werden und eine gegenseitige Phasenverschiebung gleich  $\frac{2\pi}{m}$