

**Zeitschrift:** Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 6 (1913-1914)  
**Heft:** 19

**Artikel:** Wie berechnet sich Wasserzins?  
**Autor:** Roth, Hans  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-920734>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 14.03.2025

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

auf der Strecke Basel-Konstanz Abgaben erhoben werden. Schätzt man, wie bereits erwähnt, die den Staaten zur Last fallenden Baukosten oberhalb Basel auf 50,000,000 Mk. und rechnet man 4 v. H. für Verzinsung und  $\frac{1}{2}$  v. H. für Tilgung, so ergibt das jährlich 2,250,000 Mk., denen noch  $1\frac{1}{2}$  v. H. oder 750,000 Mk. an Unterhaltungs- und Betriebskosten hinzutreten. Es möge indes angenommen werden, dass  $\frac{3}{10}$  der Baukosten von den beteiligten Staaten unentgeltlich zugeschossen werden, wie dies auch bei der Neckarkanalisation beabsichtigt ist. Darnach verbleiben 2,325,000 Mk. als durch Abgaben zu decken. Bei einem durchschnittlichen Verkehr von 2,000,000 t auf der Strecke Basel-Konstanz entfallen also auf 1 t durchschnittlich 1.16 Mk. oder auf 1 tkm etwa  $\frac{7}{10}$  Pfg.

Wird dagegen vorausgesetzt, dass das Reichswasserstrassengesetz auf dem Rhein in Kraft tritt, so können auch auf der Strecke Strassburg-Basel Schiffahrtsabgaben erhoben werden zur Deckung der Bau-, Betriebs- und Unterhaltungskosten für die Regulierung. Unter den gleichen Voraussetzungen, die über die Vorausleistung der Staaten im Falle 1 gemacht sind, sind dann insgesamt jährlich 3,255,000 Mk. zu decken und da zwischen Strassburg und Konstanz fast 1 Milliarde tkm demnächst geleistet werden, so würde auf jeden tkm eine durchschnittliche Abgabe von 0,34 Pfg. entfallen, d. h. für die Strecke

Strassburg-Basel 0,43 M/t, und  
Strassburg-Konstanz 0,99 M/t.

Das Reichswasserstrassengesetz gibt nun aber die Möglichkeit an die Hand, dass die Rheinstrecke oberhalb Strassburg von Abgaben entlastet werden kann, wenn man auch mit Rücksicht auf die Höhe der Baukosten nicht so weit gehen wird, die Abgaben auf die für den freien Rhein beabsichtigten Beträge herabzusetzen. Diese sind auf dem Rhein unterhalb Köln durchschnittlich 44 Tausendstel Pfg. für den tkm und oberhalb St. Goar sogar nur 22 Tausendstel Pfg. Für die Strecke von Strassburg bis Konstanz mögen dafür durchschnittlich 22 Hundertstel oder rund  $\frac{1}{5}$  Pfg./tkm angenommen werden, d. h. rund  $\frac{1}{3}$  weniger als der Schifffahrt eigentlich zur Last fallen sollte. Es ist angenommen, dass der Fehlbetrag in einer Gesamthöhe von  $1\frac{1}{4}$  Mill. Mk. jährlich von der Stromkasse zugeschossen wird. Unter dieser Annahme ermässigt sich die durchschnittliche Abgabe von Basel nach Strassburg auf 28 Pfg./t und von Strassburg bis Konstanz auf 64 Pfg./t, beträgt also dann in letzterer Verkehrsbeziehung nur die Hälfte wie in dem Falle, dass von Einführung von Schiffahrtsabgaben unterhalb Strassburg abgesehen wird. Dieses Ergebnis ist sehr erfreulich und zeigt, welchen Wert die Einführung der Schiffahrtsabgaben auf dem Unter- und Mittelrhein für die Rhein-Bodensee-Schifffahrt hat. In Wirklichkeit wird von den einzelnen Gütern

übrigens nicht die Durchschnittsabgabe erhoben, sondern diese wird je nach der Güterart in 5 Klassen abgestuft, ebenso wie dies im Reichswasserstrassengesetz für den Rhein vorgesehen und auch sonst auf preussischen Wasserstrassen üblich ist. Danach würden die groben Massengüter, z. B. Kohle, nur mit  $\frac{1}{10}$  Pfg. für den tkm belastet werden, d. h. nur  $\frac{1}{5}$  soviel wie Kohle auf dem Kanal von Herne nach Hannover oder  $\frac{1}{10}$  soviel wie Kohle von Herne bis Ruhrort bezahlen muss und etwa nur die Hälfte dessen, was auf den elsass-lothringischen kleinen Wasserstrassen erhoben wird.

Einschliesslich der Schiffahrtsabgaben ergeben sich nun die durchschnittlichen Gesamtfrachtkosten für die Strecke Strassburg-Basel mit rund 1,85 M/t oder rund  $1\frac{1}{2}$  Pfg./tkm, Strassburg-Konstanz mit rund 3,00 M/t oder rund  $1\frac{1}{5}$  Pfg./tkm, Strassburg-Bregenz mit rund 3,70 M/t oder rund  $1\frac{1}{7}$  Pfg./tkm. Die Kohlenfracht von Strassburg bis Basel würde sich beispielsweise einschliesslich der Schiffahrtsabgaben auf 1,60 M/t stellen gegen 2,50 M/t, die jetzt bei dem noch unregulierten Strom in den Zeiten gezahlt werden, in denen dieser überhaupt benutzbar ist.

(Fortsetzung folgt.)

■ ■

### Wie berechnet sich der Wasserzins?

Eine Studie über den Wasserzins und über die Eingaben betr. Art. 42 des eidgenössischen Wasserrechts-Gesetzes von HANS ROTH, Ing., ZÜRICH.

II. THEIL.

#### III. Die Wasserkraft.

Aus dem unter II Gesagten geht hervor, dass in erster Linie diejenige Kraft bestimmt werden muss, für welche Zins zu zahlen ist; wieviel Zins pro 1 PS. kommt erst in zweiter Linie in Frage.

Bedeutet Nm diese zinspflichtige Kraft (technisch ausgedrückt, eine mittlere Jahresleistung), Z der Zinsbetrag und z der durch die Behörden später festzusetzende Zinsansatz dann ist:

$$Z = Nm \times z$$

Damit der Zins als eine gerechte Abgabe anerkannt werden kann, muss Nm diejenige mittlere Leistung sein, die dem Wert der Wasserkraft am besten entspricht. Ferner sollte Nm, um grosse Unkosten sowie Streitigkeiten zu vermeiden, möglichst einfach berechnet werden können.

Es lauten daher die zwei Hauptforderungen:

1. Nm soll einen einheitlichen und gerechten Masstab bilden,
  2. Nm soll einfach zu rechnen sein und muss ein eindeutiges Resultat ergeben.
- a) Welche mittlere Jahresleistung Nm soll verzinst werden? Eine Nettoleistung oder eine Bruttoleistung?

$Nm = H \times Q$ , sofern H die massgebende Höhe in m und Q die massgebende Wassermenge in  $m^3/\text{sek.}$  das ganze Jahr stets dieselben, also konstant wären.

In PS. ausgedrückt würde die Formel wenn das spez. Gewicht  $\gamma=1$  ist lauten:

$$Nm = \frac{1000}{75} H \times Q = 13,33 H \times Q.$$

Da aber die Grössen H und Q in den meisten Wasserkraftwerken stetem Wechsel unterworfen sind,

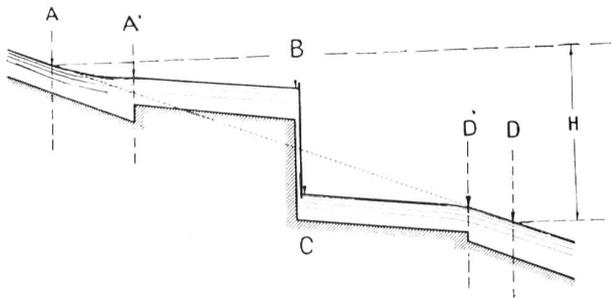


Fig. 1  
Grundriss und Längensprofil eines Kraftwerkes.

kommt dieser Gleichung keine allgemeine Gültigkeit zu. Dagegen ist

$$Nm = 13,33 \frac{\sum (H \times Q)}{365}$$

die allgemeine Form der Gleichung für das Jahresmittel der massgebenden Kraft. Zu untersuchen ist nun welche Tagesmittel für H und Q in diese Gleichung einzuführen sind.

Betrachten wir eine unverbaute, noch nicht verliehene Flussstrecke. Durch die obere und durch die untere Grenze wird ein bestimmtes totales Gefälle aus dem Flusslauf herausgeschnitten, das im allgemeinen unverändert bleibt, welche Wassermenge auch einmal ausgenützt werden sollte. Die Ausbauwürdigkeit einer Flussstrecke nimmt also allein mit der Wassermenge zu und erreiche bei  $Q^* m^3/sek.$  (der maximal verleihbaren Menge) den obern Grenzwert.  $Q^*$  ist aber keine feste Zahl, sie variiert von Fall zu Fall je nach dem Urteil der Sachverständigen.

Die Wasserkraft einer unverbauten und noch nicht verliehenen Gewässerstrecke besitzt deshalb keinen eindeutig festen Wert; sie eignet sich also nicht als Basis für den Wasserzins. Anders bei einer ausgebauten oder konzessionierten Gewässerstrecke, da lässt sich eine bestimmte mittlere Jahresleistung berechnen; denn die max. Nutzmenge ( $Q_{max}$ ) ist bekannt. Dagegen kommen nun hier für H verschiedene Werte in Betracht und ist zurzeit noch nicht entschieden, welches Gefälle als massgebend anzusehen ist.

Fig. 1 stellt schematisch Grundriss und Längensprofil einer Wasserkraftanlage von allgemeinem Typus dar.

Wird nun z. B. an dem bestimmten Wasserlauf A-D eine gewisse stets vorhandene Wassermenge verliehen, dann stellt die dieser Menge inwohnende ganze Kraft zwischen den Punkten A und D einen berechenbaren Wert dar. Ein Teil dieser Kraft ist in den Turbinen gewinnbar (Gefälle B-C) und es gilt dieser Teil ganz allgemein als das richtige Mass für den Wert des verliehenen Rechtes. (Obschon bekannt ist, dass wiederum nur ein Bruchteil dieser Turbinenkraft verwertet werden kann.)

Beachten wir aber, dass für ein und dieselbe Konzessionsstrecke viele Nutzungsmöglichkeiten vorhanden sind (Fig. 2), die sehr verschieden grosse

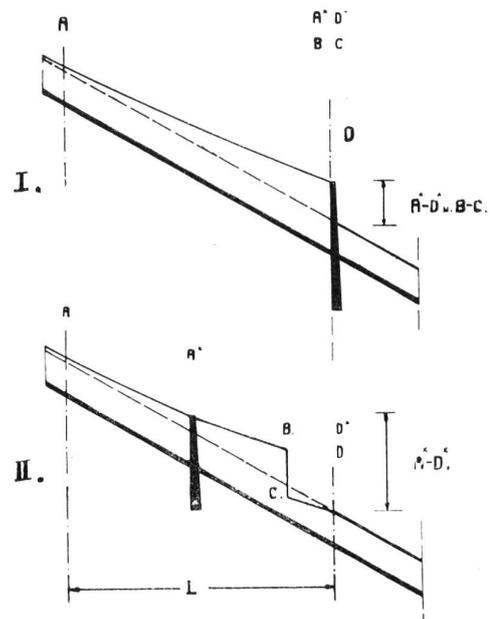


Fig. 2

Zwei Projekten I und II für die gleiche Flussstrecke A-D; die Gefälle B-C und A\*-D\* sind in beiden Projekten verschieden, während das Gefälle A-D denselben Wert beibehält.

Turbinenleistungen ergeben, (ferner dass diese Leistungen selbst dann stark von einander differieren können, wenn der Kapitalaufwand der gleiche ist), so scheinen die Zweifel, dass die Turbinenleistung der einzig richtige Wertmesser für die Wasserkraft sei, nicht ganz unbegründet.

Das die verschieden grossen Leistungen bedingende Druckgefälle B-C bei der Turbine wird durch die örtlichen Verhältnisse, dann aber auch durch die Geschicklichkeit des Ingenieurs beeinflusst. Es kann deshalb die diesem Gefälle B-C entsprechende Kraft nicht eine einwandfreie, einheitliche Basis für den Wasserzins bilden; (Das gleiche gilt vom Gefälle A\*-D\*).

Von der Art der Einbauten sowohl als von andern äussern Einflüssen unberührt, bleibt das totale Gefälle A-D (Fig. 1 u. Fig. 3) und also auch die diesem und der verliehenen Wassermenge entsprechende Kraft. Die verliehene Rohwasserkraft wäre das gerechteste Wertmass. Es könnte beispielsweise das Verleihen eines Gewässers mit dem Abtreten eines ausbeutbaren Rohmaterials

verglichen werden. Hier ist die Preissumme für das ganze Material zu zahlen ohne Rücksicht darauf, was der Käufer davon zu nutzen gewillt ist. In unserem Fall sollte deshalb, was recht und billig erscheint, derjenige Kraftwert verzinnt werden, der der verliehenen Menge und dem ganzen Gefälle zwischen den Punkten A u D entspricht.

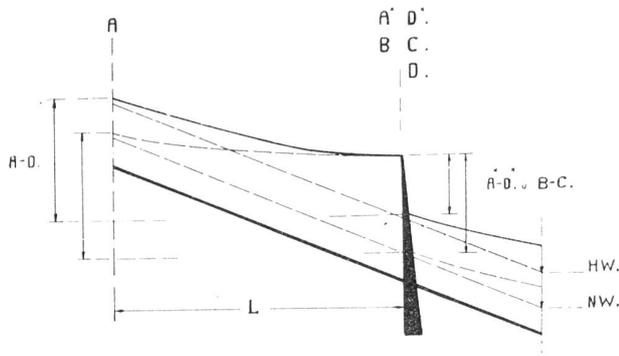


Fig. 3

Das Gefälle A-D bleibt stets dasselbe, während A\*-D\* sowie B-C je nach Wasserstand und Stauhöhe variieren

### b) Die Berechnung von Nm. Vergleichende Betrachtung über die Ermittlung und Anwendbarkeit der massgebenden Faktoren.

Eine gerechte Lösung scheint möglich; welcher Kraftwert Nm vom praktischen Gesichtspunkt aus am besten einzuführen wäre, zeigt die zweite Forderung, die auf die Durchführbarkeit von Art. 42 bedacht, die Eignung als Rechnungswert prüft. Es handelt sich vorerst darum, zu verfolgen, wie die mittlere Leistung Nm am leichtesten präzise berechnet werden könnte; erst nachher soll ein passender Näherungswert gesucht werden. Zunächst ist der Einfluss und das Verhalten der beiden Faktoren Wassermenge und Gefälle festzustellen.

#### a) Die Wassermenge:

Maximalwerte wie die maximal verliehene und die max. verleihsbare Wassermenge (entsprechend dem tatsächlichen und dem maximalmöglichen Ausbau) fallen ausser Betracht, da es sich vorerst um eine genaue Berechnung der Wasserkraft handelt, und es sind folgende Wassermengen noch zu berücksichtigen:

1. Die wirklich genützte Wassermenge.
2. Die benützbare Wassermenge.
3. Die total vorhandene Wassermenge.

Die genützte Wassermenge ist abhängig von der Kraftnachfrage, sie steht also in keiner direkten Beziehung zum Zufluss des Flusses und ist somit weiter nicht zu berücksichtigen. Da ferner die total vorhandene Wassermenge nur bei Jahresakkumulation Verwertung findet, fällt auch diese, weil einem Grenzfall entsprechend, für die allgemeine Untersuchung nicht in Betracht.

Zu eingehender Beurteilung verbleibt nur die benützbare Wassermenge. Benützbar sind alle Zuflussmengen, die nicht grösser sind, als  $Q_{max}$ , die Schluckfähigkeit der Turbinen; hinzu-

rechnen sind noch die Zuschüsse aus dem Sammelbecken. Das Becken wird vom Ueberschuss des Zuflusses gespiessen und ergänzt zur Zeiten geringer Wasserführung die Betriebsmenge. Die Zuschussmengen müssen besonders berechnet werden; es setzt dies die genaue Kenntnis der Akkuliermöglichkeit voraus; das bedeutet allerdings eine nicht unwesentliche Erschwerung der Wasserzinsrechnung für den Fall, dass die benützbare Wassermenge nach vorliegender Definition als massgebend anerkannt werden sollte.

Würde sich eine dauernde Vollbelastung der Werke einstellen, dann könnte die benützbare Wassermenge wirklich voll verwertet werden. Dieser Betriebszustand würde das Ermitteln der massgebenden Faktoren leicht machen.

Die Grundlage zur Berechnung der benützbaren Wassermenge bilden die Pegelablesungen in A (Fig. 1). Sollte der Wasserstand während längerer Zeit gleich hoch stehen, dann ist der mittlere Tageszufluss jeweils durch eine einmalige Pegelablesung bestimmt, variiert dagegen der Wasserstand im Laufe des Tages stark, was die Regel ist, dann muss der mittlere Wasserstand und daraus der mittlere Zufluss berechnet werden. Um genaue Resultate zu erhalten, sollte man selbstregistrierende Wasserstandsmesser einbauen. Damit zudem für alle Zeiten gleichen Wasserständen am Pegel stets dieselben Zuflussmengen entsprechen, müssten die Gewässer verbaut werden, d. h. es müssten solide, regelmässige Gerinne in der nötigen Länge (in der Nähe des Pegels) hergestellt werden.

Die Durchführung dieser Forderungen ist der Kosten halber nicht möglich. Wir müssen uns daher mit annähernd genauen Zuflussmengen begnügen, die von Zeit zu Zeit durch Wassermengenmessung nachkontrolliert werden könnten. Die erhaltenen mittleren Zuflussmengen werden Tag für Tag aufgetragen. Fig. 5 stellt den Jahresverlauf des Zuflusses eines für die Kraftgewinnung recht günstigen Gewässers dar. Aus dem Tages-

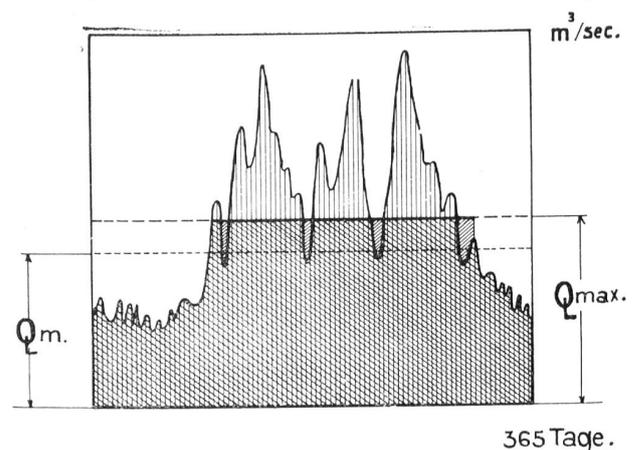


Fig. 5

Zuflussmenge, benützbare Menge und deren Mittel  $Q_m$  für die Dauer eines Jahres.

mittel der massgebenden, der benützbaren Wassermenge lässt sich das Tagesmittel der benützbaren Kraft berechnen, sofern das zugehörige mittlere Gefälle bekannt ist.

### β) Das Gefälle:

Das mittlere der benützbaren Menge entsprechende Tagesgefälle ist die Differenz zweier Wasserspiegel und muss zumeist rechnerisch ermittelt werden. An den mit Buchstaben bezeichneten Stellen in Fig. 1 und Fig. 2 sind Pegel gedacht. Wir unterscheiden drei von einander wesentlich verschiedene Gefällstufen und wollen untersuchen, welches Gefälle sich aus rein praktischen Erwägungen zum Einführen in die Zinsrechnung am besten eignet.

1. B-C das Gefälle an der Turbine.
2. A\*-D\* das Gefälle zwischen Aufnahme und Wiedergabe des Wassers.\*)
3. A-D das totale Gefälle der Konzessionsstrecke.

B-C ist das Gefälle bei der Centrale und schwankt je nach der genutzten Wassermenge. Die direkten Pegelablesungen in B und in C dürfen, weil nicht der massgebenden, der benützbaren Menge entsprechend, zur Zinsberechnung nicht verwendet werden. Für den jeweiligen benützbaren Zufluss ist daher das Gefälle besonders zu berechnen. Dieses Gefälle B-C lässt sich zum Teil aus den Relationen von Schluckmenge und Wasserspiegeldifferenz ableiten, doch ändern sich diese Relationen stets mit der Abnutzung und mit dem Neueinbau von Einheiten. Da Versuchsmessungen in wünschbarer Zahl und in erwünschtem Umfange nicht immer vorliegen, die Turbinen-Relationen ausserdem mit Vorsicht zu gebrauchen sind, ist die Einführung des Gefälles B-C nicht zu empfehlen.

Das Gefälle A\*-D\* bedeutet die Niveaudifferenz des Wasserspiegels im Flussbett zwischen Fassung und Wiedergabe und es muss auch dieses Gefälle jeweils dem benützbaren Wasser entsprechen. Das tatsächliche Gefälle aber wird durch die Stellung der Wehrklappen, der Einlauffallen, durch die Nutzmenge und durch den Zufluss beeinflusst und es müsste deshalb das massgebende Gefälle durch Versuche oder reinrechnerisch ermittelt werden.

Bei Versuchen sind die Wasserreserven ausgeschaltet, es schlucken die Turbinen das gesamte zufließende Wasser und es wird die überschüssige Kraft vernichtet. Die Wassermenge ist aus den Ablesungen in A zu ermitteln. Stellt sich in der Zuleitung Beharrungszustand ein, dann kann das Gefälle direkt aus den Pegelablesungen in A\* und D\* berechnet werden.

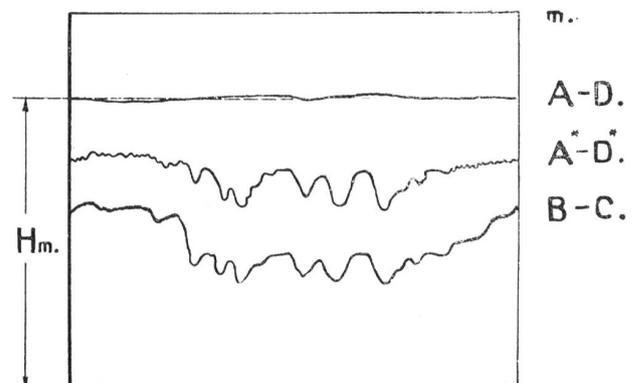
Diese Versuche setzen aber voraus, dass der Zufluss während der Dauer der Messung konstant bleibe. Beim heutigen Stand der Krafterzeugung wird

\*) Wurde von der Kommission des Nationalrates am 24. April 1914 als massgebend angenommen.

diese Voraussetzung für die meisten Gewässer nicht mehr zutreffen. Zudem dauert es bei längeren Zuleitungen lange bis der Beharrungszustand erreicht ist. Die Messung kann in dieser Zeit durch Veränderung des Zuflusses leicht gestört oder gar verunmöglicht werden.

Wird der Zufluss grösser als  $Q_{max}$ , dann müsste nun das der Zuflussmenge entsprechende Gefälle eingesetzt, also auch berechnet werden; denn der Zufluss wird mit ausschlaggebend. Das Gefälle A\*-D\* ändert aber nicht mit dem Zufluss allein, sondern kann auch durch willkürliches Verstellen der Schützen im Wehr- und Einlauf beliebig verändert werden. Unter solchen Umständen hätte ein Versuch das Gefälle reinrechnerisch zu ermitteln keinen Sinn und auch die direkten Messversuche lassen für einen bestimmten Zufluss keinen eindeutigen festen Gefällswert erwarten, da doch beliebig viele Stellmöglichkeiten vorliegen.

Zieht man noch das verschiedene Verhalten der Wasserstände in A\* in Betracht, je nachdem die normale Stauquote am Wehr über oder unter dem ursprünglich höchsten Wasserstand angesetzt ist; ferner bei Nieder-Wasser das Quergefälle im Fluss beim Kanal-Ende D\*, dann wird man zugeben müssen, dass eine einigermaßen genaue Gefällbestimmung A\*-D\* keine leichte Sache wenn nicht sogar unmöglich ist.



365 Tage.

Fig. 4  
Gefällsschwankungen im Laufe eines Jahres.

Auch das Gefälle A-D ist vom Einfluss der verschiedenen Schützenstellungen im Wehr nicht frei, doch ist die Einwirkung unbedeutend, weil einer Wasserspiegelverschiebung in A\* eine ungleich kleinere in A entspricht (Staukurve).  $H_m$  sei das mittlere Jahresgefälle der gesamten Konzessionsstrecke von A bis D. Diese Strecke wird vom Kanton abgegrenzt. Die Grenzen fallen meist mit Wendepunkten im Wasserspiegellängprofil, mit der Einmündung von Gewässern, oder mit politischen Grenzen zusammen. An der Rechtsgrenze befindet sich auch die praktische Staugrenze. Den kantonalen Vorschriften ist vorbehalten, die Grösse der Toleranz zu bestimmen, d. h. anzugeben, wieviel der Jahres-

mittelstand des gestauten Wassers den ursprünglichen Mittelstand überragen darf. In der Regel werden 5—10 cm Überstau das Relativgefälle oberhalb wenig modifizieren; in besonderen Fällen wird bedeutend mehr nicht nur zulässig, sondern sogar von volkswirtschaftlichem Nutzen sein (Vergl. „Wasserwirtschaft“ vom 10. X. 12).

Wie einmal die Konzessionsgrenzen im Gelände festgelegt sind, ist  $H_m$  eindeutig bestimmt; ob dann der zulässige Stau 0,05 oder 0,50 Meter betrage, das gesamte Gefälle A-D wird dadurch nicht verändert, wengleich die Wasserspiegellinie gehoben wird, (Fig. 3), weil die kantonalen Vorschriften an beiden Grenzpunkten A und D genau dieselbe Wasserspiegel-erhöhung zulassen.

Ist also das Wehr eingebaut und das Wasser aufgestaut, dann kommt A-D immer noch derselbe Wert zu wie früher (Fig. 3). Durch Schliessen des Einlaufes und Öffnen des Wehres kann die einfache Relation der Pegel A und D leicht ermittelt werden. A-D ist eindeutig und relativ am genauesten zu ermitteln und könnte deshalb auch vom rein praktischen Gesichtspunkt aus als massgebend eingeführt werden. Für diesen Fall würden sich Q sowohl als H aus der Wasserstandsbeobachtung am Pegel A ergeben; Pegel D ist nur zur einmaligen Ermittlung der Relation, also als Kontrollpegel einzubauen.

Nicht unerwähnt darf bleiben, dass für Hochdruckwerke mit tiefabsenkbarren Becken diese allgemeinen Erörterungen nicht gelten. In der bundesrätlichen Verordnung müssten daher zur Berücksichtigung dieser Ausnahmeverhältnisse Zusatzbestimmungen aufgenommen werden.

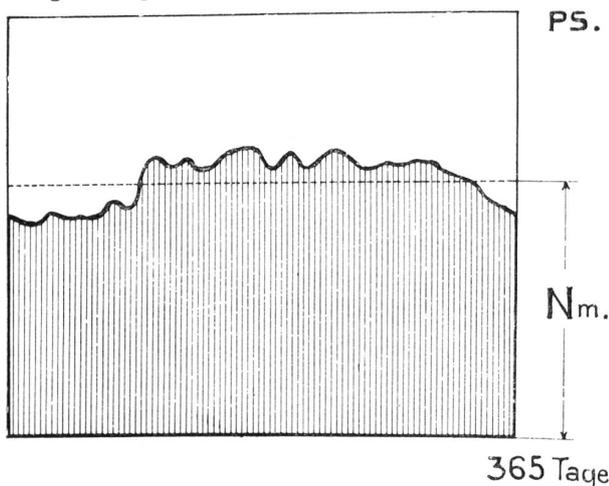


Fig. 6  
Jahresdiagramm der Leistung.

### c) Die genaue Formel für die zinspflichtige Wasserkraft.

Nach Vorhergehendem ist die genaueste Berechnung der zinspflichtigen Wasserkraft dann möglich, wenn man in die allgemeine Formel die benütz-

bare Wassermenge und das totale Gefälle einsetzt. Wir haben das Produkt dieser beiden Faktoren die verliehene Rohwasserkraft genannt. Wie gross ist das Mittel  $N_m$  dieser Kraft?

$$(1) \quad N_m = 13,33 \frac{\sum (H \times Q)}{365}$$

Gefälle in Meter und Wassermenge in  $m^3/\text{sek.}$  sind für jeden Tag als Fig. 4 und Fig. 5 aufzuzeichnen; das Produkt beider Faktoren, die mittlere Tagesleistung  $N$  in PS. trägt man als Fig. 6 auf. Die schraffierte Fläche repräsentiert dann  $13,33 \sum (H \times Q)$ . Diesen Flächeninhalt durch 365 dividiert, ergibt die mittlere Jahresleistung  $N_m$ , also die zur genauen Zinsberechnung massgebende Kraft. Dieses Verfahren ist umständlich, liesse sich aber wohl rechtfertigen, wenn alle Faktoren für sich genau bestimmbar wären. Dies ist, wie wir wissen für  $Q$  nicht der Fall und hat somit eine allzu peinliche Rechnung keinen Sinn. Die weitere Untersuchung soll nun zu einer für die Zinsberechnung tauglichen Näherungsformel führen.

### d) Näherungsformel für $N_m$ .

Es soll eine Formel für die mittlere Jahresleistung  $N_m$  gesucht werden, die einfacher zu berechnen ist wie Formel (1), deren Resultat aber angenähert mit dieser übereinstimmt.

Da das totale Gefälle A-D wenig oder nichts variiert (Fig. 3 u. Fig. 4) ist die Annäherung, das Gefälle,  $H$  durch das Mittel  $H_m$  zu ersetzen, zulässig.

$$(2) \quad N_m = 13,33 H_m \frac{\sum Q}{365}$$

Das Auftragen der Leistung nach Fig. 6 fällt nun dahin; dagegen muss  $H_m$  und  $\frac{\sum Q}{365}$  berechnet werden.  $\frac{\sum Q}{365} = Q_m$  (Fig. 5) stellt das Mittel der benütz- baren Wassermenge dar. Es ist noch eine Vereinfachung möglich.

Da das mittlere Jahresgefälle  $H_m$  sich Jahr für Jahr ziemlich gleichbleibt, (sofern nicht grössere Veränderungen im Flusslauf und in der Profilform sich einstellen,) so kann weiter  $H_m$  als konstant angenommen werden, so dass nur noch  $Q_m$  jedes Jahr neu zu rechnen wäre. Das Auftragen der Gefällswerte A-D als Fig. 4 fällt somit auch dahin.

Es liegt nun die Versuchung nahe, die rechnerische Ermittlung von  $Q_m$  zu umgehen, es müsste sich nur ein passender Gleichwert finden lassen. Man könnte an diejenige Betriebswassermenge denken, die den Normalbetrieb deckt oder an diejenige, die der normalen Leistungsfähigkeit der Stollen und Kanäle entspricht; doch sind diese Begriffe zu dehnbar.

Für die bestehenden Kraftwerke ist  $N_m$  (2) ein recht guter Annäherungswert für die mittlere Jahresleistung und kann der Schreibende, obwohl Verfasser einer

anders lautenden Eingabe, diese empfehlen, da sie den Verhältnissen der ersten 25 Entwicklungsjahre am gerechtesten wird.

Es erfordert die Ermittlung des Wertes von  $N_m$  (2) immerhin nicht wenig Mühe (Zuschüsse aus den Sammelbecken) und es ist fraglich, ob sich die Kosten für diese Rechnung rechtfertigen lassen. Die Wasserzinsen werden doch sicherlich nicht eingezogen, um einen bedeutenden Teil davon für deren Errechnung wieder auszuwerfen.

Könnte nicht für die Zukunft, anstatt jedes Jahr  $Q_m$  neu zu ermitteln, ein aus früheren Jahren berechneter Mittelwert eingeführt werden? Dann wäre  $Q_m$  konstant, da nun aber für viele Werke (Spitzenwerke ausgenommen)  $\frac{Q_m}{Q_{max}}$  annähernd dieselbe Verhältniszahl ist, so könnte  $Q_m$  auch durch  $Q_{max}$  (Schluckfähigkeit der Turbinen; max. verliehene Menge) ersetzt werden.

$$(3) \quad N_{max} = 13,33 H_m \times Q_{max}$$

ist die einfachste Näherungsformel.

$N_{max}$  (3) ist die maximal verliehene Rohkraft, also ein Maximalwert.

Trotzdem  $N_{max}$  grösser ist als  $N_m$ , bedeutet  $N_{max}$  (3) für viele Werke einen genügenden Näherungswert; wissen wir doch, dass der Zinsansatz sich dem erhöhten Kraftwert anpasst, so dass die Gesamtsumme an Zins nicht verändert wird. Da ausgesprochene Spitzenwerke sich nicht gut unter dieselbe allgemeine Formel bringen lassen, da ferner in neuester Zeit die Werke sich in rationeller Weise den Wasser-Verhältnissen anpassen, so könnte der letzte einfache Vorschlag (3) vielleicht in der Verordnungsform für die neu zu erstellenden Niederdruckwerke Berücksichtigung finden.

(Laut den neuesten „Mitteilungen“ der Schweizer Landeshydrographie stehen noch rund 2,200,000 PS. konstante Nettoleistung zur Verfügung, während bis 1. Januar 1914 in der Schweiz rund 300,000 PS. ausgenützt worden sind).

Aus dem Vorhergehenden ist uns bekannt, dass die Gefälle B-C und A\*-D\* nicht für alle Werte von  $Q$  eindeutig bestimmt und für eine genaue Berechnung nicht geeignet sind. Da es sich hier aber um eine Annäherung handelt, taucht die Frage auf, ob nicht etwa doch ein grober Mittelwert  $H_m^*$  dieser Gefälle gute Dienste leisten könnte. Die Gleichung würde lauten:

$$N_m^* = 13,33 H_m^* \times \frac{\sum(Q)}{365}$$

Da aber A\*-D\* und B-C stark variieren, kann, weil  $H_m^*$  schon ein Mittelwert ist, als Resultat für  $N_m^*$  nur dann ein richtiger Wert erwartet werden, wenn  $Q$  selbst ziemlich konstant, also  $Q$  annähernd gleich  $Q_m$  ist. Solch ideale Zuflussverhältnisse finden wir aber nirgends. Es fällt damit die Voraussetzung für

die Gültigkeit der letzten Gleichung und es kann als erwiesen gelten, dass einzig der ziemlich konstante Wert des totalen Gefälles A-D die Aufstellung einer brauchbaren Näherungsformel ermöglicht.

Die hier vorgeschlagene und empfohlene Annäherungsformel (2) für die bestehenden Werke basiert auf der verliehenen Rohwasserkraft. Man versteht allgemein unter Rohwasserkraft das Produkt aus totaler Gefälle in die jeweilige Wassermenge. Das totale Gefälle A-D wird durch die Konzessionserteilung genau abgegrenzt. Werden nun durch weitere Bestimmungen noch die Betriebswassermengen beschränkt, dann steht noch die verliehene Rohwasserkraft zur Verfügung.

Diese Kraft repräsentiert die Gesamtsumme an Energie, die dem die verliehene Strecke durchlaufenden, benützbaren Wasser innewohnt. Sie könnte als Anfangsglied einer langen Kette gedeutet werden. Deren Endglied ist die an der Konsumstelle verwendbare elektrische Energie. Als Zwischenglied eingeschaltet finden wir die in der Turbine erzeugbare Kraft. Dieses Glied ist bei bestimmter Kraft Flusstrecke variabel, denn je nach dem Kapitalaufwand und dem Geschick des Ingenieurs wird es sich mehr oder weniger dem Anfangsgliede nähern. Die Kette selbst ist ein Sinnbild der Energieübertragung, das letzte Glied ist das kleinste. Um die Energie in Fluss zu halten, ist Gefälle nötig. Spannungs- und Niveaudifferenzen beliebt man als Energieverluste zu bezeichnen; ohne diese sogenannten Verluste stockt aber die ganze Bewegung.

Diese Verluste sorgen dafür, dass das Wasser von A nach B und von C nach D transportiert wird; sie treiben die Wasser in den Werkkanal, führen sie an die Turbine und schieben die unterhalb der Energie beraubten Massen wieder weg, dem Flusse zu. Die erwähnten Gefälle tragen indirekt zur Energieerzeugung in der Turbine bei, sie sind nicht verloren und sollten deshalb auch verzinst werden. Als verlorene Gefälle könnten mit vollem Recht nur diejenigen bezeichnet werden, die durch mangelhafte Anlagen und deren Vernachlässigung vergeudet werden; (es soll aber dadurch ja nicht etwa die Meinung verbreitet werden, es sei das verschwendete Gefälle unrationeller Werke zinsfrei.)

Das Mittel der verliehenen Rohwasserkraft  $N_m$  (2) ist zur Beurteilung des genaueren Wertes einer Wasserkraft der richtige Kraftwert; praktisch würde sich dagegen für die Zukunft die maximal verliehene Rohwasserkraft  $N_{max}$  (3) zur Zinsberechnung am besten eignen.

