Genährte Berechnung einer Abflusskurve

Autor(en): **Reitz, Wilhelm / Kreps, H.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **43 (1951)**

Heft 10

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-921684

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Thomas, E. A., Beitrag zur Kenntnis des Planktons dreier Zürcher Seen (Schweiz. Zeitschrift für Hydrologie, 1941, *9*, H. 1/2, S. 34—49).

Thomas, E. A., Regionallimnologische Studien an 25 Seen der Nordschweiz (Verh. Int. Vereinig. f. Limnologie, 1949, *10*, S. 489—495).

Thomas, E. A., Sprungschichtneigung im Zürichsee durch Sturm (Schw. Z. f. Hydrologie, 1949, *11*, H. 3/4, S. 527—545).

Thomas, E. A., Auffällige biologische Folgen von Sprungschichtneigungen im Zürichsee (Schw. Z. f. Hydrologie, 1950, *12*, S. 1—24).

Thomas, E. A., Beitrag zur Methodik der Produktionsforschung in Seen (Schw. Z. f. Hydrologie, 1950, *12*, S. 25—37).

Thomas, E. A., Sturmeinfluß auf das Tiefenwasser des Zürichsees im Winter (Schw. Z. f. Hydrologie, 1951, *13*, S. 5—23).

Thomas, E. A. und *Märki, E.*, Der heutige Zustand des Zürichsees (Verh. Int. Vereinig. f. Limnologie, 1949, *10*, S. 476—488).

Waser, E. und *Blöchliger, G.*, Untersuchung des Zürichsees 1936—38 (Aus dem kantonalen Laboratorium Zürich, 1939).

Genäherte Berechnung einer Abflußkurve

Von Hofrat Dipl.-Ing. *Wilhelm Reitz* (†), Graz (Österreich)

Im Nachlaß des verstorbenen langjährigen Vorstandes der Hydrographischen Landesabteilung Graz, fand sich der Entwurf für die vorstehende Abhandlung, die mit geringen textlichen Änderungen hiemit veröffentlicht wird.

Die Abflußkurve, also die Beziehung zwischen Wasserstand und Wassermenge läßt sich bekanntlich unter anderem auch durch die Gleichung darstellen:

$$Q = K\,(w - w_0)^n \qquad (1)$$

Darin ist: Q die Abflußmenge in m^3/s
K eine Konstante
w der Wasserstand am Pegel in cm
w_0 eine Konstante, und zwar gleich jenem Pegelstand, der dem tiefsten Sohlpunkt des Pegels entspricht (siehe Abb.)
n eine Konstante.

In der Praxis wurde bisher auf die Erstellung einer Gleichung meist überhaupt verzichtet, man wartete eben, bis genügend Messungen bei verschiedenen Wasserständen durchgeführt waren, trug die Messungsergebnisse in ein Achsenkreuz ein, legte mehr oder weniger freihändig eine Kurve durch die Meßpunkte und hatte so die gewünschte Abflußlinie.

Leider ist es aber nicht immer möglich, darauf zu warten, bis Wassermessungen bei verschiedenen Wasserständen vorliegen. Es ist daher eine genäherte Berechnung des Kurvenverlaufes für die Praxis von größter Bedeutung.

In der Abhandlung gleichen Titels von Dipl.-Ing. W. Reitz und H. Kreps in der «Deutschen Wasserwirtschaft», Jahrgang 1943, Heft 2, Seite 67, wurde gezeigt, wie sich aus den Häufigkeitsauszählungen der Wasserstände und aus einer theoretischen Ermittlung der Abflußhöhe, die Konstante K der obigen Formel errechnen läßt.

Für die Bestimmung des Exponenten n wurde dort ein Näherungsverfahren angegeben, das sich auf die beobachteten Extremwerte HHW und NNW und die dazu theoretisch ermittelten Durchflußwerte HHQ und NNQ stützt. Die Form des Pegelprofiles blieb dabei unberücksichtigt.

Im Folgenden wird nun gezeigt, daß es einen sehr einfachen Weg gibt, die Potenz n mit hinreichender Genauigkeit zu bestimmen.

Geht man vom Pegel-Querprofil, das jederzeit beschaffbar ist, aus, so läßt sich die Form des Querprofiles genügend genau darstellen durch:

$y = a \cdot z^{\frac{1}{m}}$ ..... wobei z = größte Tiefe.

Die Fläche wird: $F = 2\int_0^z y \cdot dz = 2\int_0^z a \cdot z^{\frac{1}{m}}\,dz =$

$$F = 2a\,\frac{m}{m+1} \cdot z^{\frac{m+1}{m}} = 2\,\frac{m}{m+1} \cdot y \cdot z$$

$2y = b$, wobei b die Spiegelbreite.

Die mittlere Tiefe ist:

$$\bar{t} = \frac{F}{b} = \left(\frac{m}{m+1} \cdot z\right)$$

Setzt man zur Vereinfachung

$$\frac{m+1}{m} = \nu \quad \text{und} \quad 2a\,\frac{m}{m+1} = \alpha$$

und $z = w - w_0$ ..... ausgedrückt durch Pegelstände

so wird: $F = 2a\,\frac{m}{m+1} \cdot z^{\frac{m+1}{m}} =$

$$F = \alpha\,(w - w_0)^{\nu} \qquad (2)$$

Auf Doppel-Logarithmenpapier aufgetragen ergibt diese Beziehung eine Gerade. Tatsächlich wird fast jedes Flußprofil dieser Bedingung gehorchen.

Ferner wird:

$$\bar{t} = \frac{m}{m+1} \cdot z \qquad \bar{t} = \frac{1}{\nu}\,(w - w_0) \qquad (3)$$

Die Geschwindigkeitsformel von Manning (Strickler, Forchheimer) lautet:

$$v = c \cdot r^{2/3} \cdot J^{1/2} \qquad (4)$$

In natürlichen Flüssen kann r durch $\bar{t}$ ersetzt werden.

Der Durchfluß wird:

$$Q = F \cdot v$$

und mit Rücksicht auf (2), (3) und (4)

$$Q = \alpha \cdot (w - w_0)^{\nu} \cdot c \left[\frac{1}{\nu}(w - w_0)\right]^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

c und J können genügend genau als konstant angesehen werden. Setzt man daher:

$$\alpha \cdot c \left(\frac{1}{\nu}\right)^{2/3} \cdot J^{1/2} = K$$

so erhält man als Gleichung der Durchflußkurve:

$$Q = K\,(w - w_0)^{\nu + 2/3} = K\,(w - w_0)^{n} \qquad (5)$$

Aus (1) und (5) folgt: $n = \nu + \frac{2}{3}$ (6)

Die Potenz n ist also nur abhängig von der Profilsform (ν).

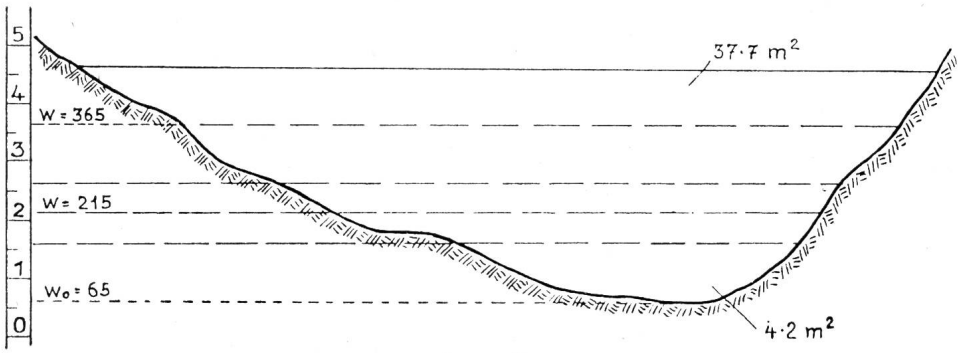
Die hier gezeigte Ermittlung des Exponenten n ist in allen jenen Fällen von ganz besonderer Bedeutung, wenn von einem Flußprofil nur ein oder zwei Abflußmessungen vorliegen. Denn nunmehr kann die Abflußlinie (Schlüsselkurve) mit großer Annäherung schon dann gezeichnet werden, wenn nur eine einzige Abflußmessung vorliegt.

Der Gang der Berechnung ist dann folgender:

Aus dem Pegelquerprofil bestimmt man zunächst durch Planimetrieren eine Anzahl zusammengehöriger Werte $(w - w_0)$ und F, wobei bei w_0 die Fläche F = 0.

Die Wertepaare $(w - w_0)$ und F trägt man in ein Doppel-Logarithmennetz ein und legt durch die erhaltenen Punkte eine ausgleichende Gerade. Die Tangente des Winkels, den diese Gerade mit der $(w - w_0)$-Achse bildet ist der Wert ν.

Die gesuchte Potenz n der Abflußkurve ist nach Gleichung (6) $n = \nu + 0{,}667$.

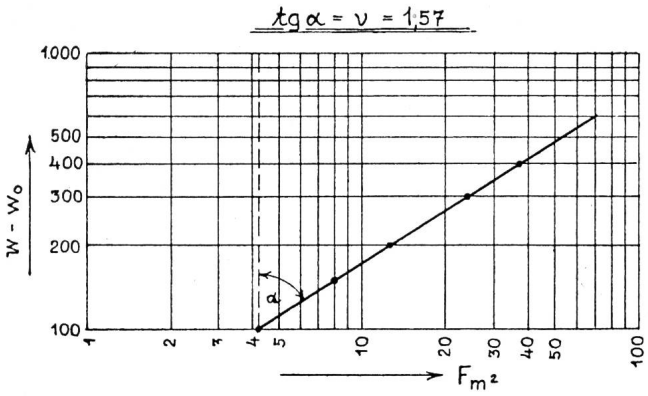


Querprofil

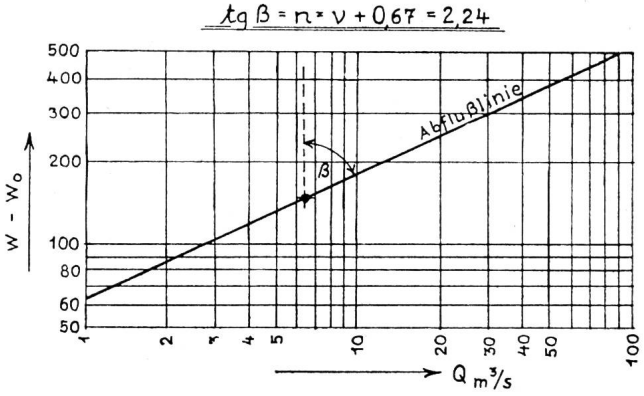
W	W—W₀	F
cm	cm	m²
165	100	4,2
215	150	8,0
265	200	12,6
365	300	24,0
465	400	37,7

$W_0 = +65$

Beziehung zwischen Wasserstand und Querschnittfläche



Beziehung zwischen Wasserstand und Querschnittfläche



Beziehung zwischen Wasserstand und Abflußmenge

W	W—W₀	Q
cm	cm	m³/s
140	75	1,4
160	95	2,4
180	115	3,7
200	135	5,2
250	185	10,5
300	235	17,5
400	335	37,0
450	385	54,0

Abflußtafel

Gegeben: Querprofildaten und das Ergebnis einer Abflußmessung (bei w = 215; Q = 6,5 m³/sec.)

Gesucht: Abflußlinie bzw. Abflußtafel.

Beispiel

Nunmehr trägt man in ein Doppel-Logarithmennetz mit den Ordinaten $(w - w_0)$ und den Abszissen Q den Wert der Abflußmessung (w_1, Q_1) ein und zieht durch diesen Punkt eine Gerade, die mit der $(w - w_0)$-Achse einen Winkel bildet, dessen Tangente gleich ist dem Werte n. Diese Gerade ist dann die gesuchte Abflußlinie.

In den Abbildungen ist dieser Berechnungsvorgang an einem Beispiel dargestellt. *Dipl.-Ing. H. Kreps.*

Geschäftliche Mitteilungen, Verschiedenes

Entreprises électriques fribourgeoises, 1950

Die eigenen Werke erzeugten 341,7 Mio kWh, während von andern Werken 36,8 Mio kWh bezogen wurden. An Wiederverkäufer abgegeben und exportiert wurden insgesamt rund 157,4 Mio kWh. Reingewinn Fr. 1 524 834.—. *Ri.*

Société des forces motrices de Chancy-Pougny, 1950

An die Electricité de France wurden 158,2 Mio kWh geliefert. Reingewinn Fr. 1900.—, Dividende 0. Dieses Ergebnis ist darauf zurückzuführen, daß die Emmissionskosten von total Fr. 836 260.— für ein konvertiertes 4 %-Anleihen und für ein neues 3¼ %-Anleihen von Fr. 20 000 000.— gänzlich amortisiert wurden. *Ri.*

Literatur

Les barrages en terre

par *Ch. Mallet* et *J. Pacquant;* 627 fig., 346 p., 1951, Edition Eyrolles, Paris. — Prix: broch. Fr. 35.—.

Die Ergebnisse der Versuchsforschung der Bodenmechanik und des wissenschaftlichen Erdbaues parallel zur Entwicklung adäquater Baumaschinen mit großen Leistungen haben in den letzten 20 Jahren die Projektierung und den Bau von Erddämmen mächtig gefördert. Sie erlauben, große Staudämme ins Auge zu fassen und mit schon klassischen Staumauertypen in Konkurrenz zu treten auch da, wo deren Bau unwirtschaftlich wird oder wo geologische und topographische Verhältnisse den Bau von Betonmauern verunmöglichen.

Unter welchen Voraussetzungen dieser Fall eintritt, was für Probleme dabei bei der Projektierung eines größeren Erddammes auftreten und auf welche Weise sie theoretisch und praktisch zu lösen sind und damit zu bestimmten Staudammtypen hinführen, dies alles in einer umfassenden und kritischen Darstellung dem Leser in möglichster Kürze zu vermitteln, ist der vornehmliche Zweck obigen Buches, das zwei namhafte Ingenieure zu Verfassern hat.

Der Wert der Publikation liegt nicht zuletzt auch darin, daß eine zusammenfassende Darstellung über den Bau von Staudämmen in der französischen Literatur fehlte und eine Anleitung für den projektierenden Ingenieur eine spürbare Lücke in der Fachliteratur ausfüllt.

Entsprechend dieser speziellen Absicht der Autoren werden die verschiedenen in Frage kommenden Probleme mehr oder weniger eingehend behandelt, jedoch immer so, daß sie den Rahmen einer umfassenden Darstellung ausfüllen.

Nach den mehr allgemeinen Betrachtungen des I. Kapitels werden im II. Kapitel die sehr wichtigen Entlastungsorgane von Stauseen und deren konstruktive Lösung behandelt; zwei Kapitel sind den Problemen der Dammdurchsickerung und des Grunddurchbruches, der Ermittlung von Sickerströmungungsbildern usw. und den gegen diese Erscheinungen vorzukehrenden Maßnahmen gewidmet, wobei die verschiedensten Methoden zu deren Ermittlung aufgezeigt werden. Trotzdem manchmal an die mathematischen Vorkenntnisse des Lesers ziemliche Anforderungen gestellt werden, sind diese Exkurse auch für den Praktiker von großem Wert infolge der sich daraus ergebenden Entwurfsregeln und konstruktiven Maßnahmen. Das V. Kapitel behandelt die verschiedenen in Frage kommenden Stabilitätsprobleme, wie auch deren Berechnung in der den Autoren eigenen eleganten und klaren Weise. Ein letztes VI. Kapitel orientiert über die Materialauswahl und die praktische Verwirklichung eines Dammentwurfes.

Den reichlich ausgewiesenen Literaturanhang betreffend, möchten wir noch auf eine den Sicherheitsgrad von Stabilitätsberechnungen tangierende Arbeit von Prof. Dr. R. Häfeli hinweisen, erschienen in der «Géotechnique», Vol. II, juin 1951.

Der Druck und die tabellarische und bildliche Ausstattung des Buches entspricht dem hohen Niveau, an das wir in der Schweiz für solche Fachliteratur gewohnt sind. M. M.-Z.

Die rechtliche Stellung des Aargauischen Elektrizitätswerkes

von Dr. *Julius Binder* (Keller Verlag, Aarau 1951, Berner Dissertation, herausgegeben vom aarg. Juristenverein als Heft 10 der Veröffentlichungen zum aarg. Recht.)

Das Wertvolle an dieser Arbeit liegt vor allem darin, daß die Untersuchungen anhand eines Spezialfalles allgemeine Gültigkeit auch für andere gewerbliche Betriebe der öffentlichen Hand beanspruchen können. So ist seine Kritik an der fiskalischen Belastung solcher Unternehmen durchaus zu begrüßen. Sie wird mit Recht als unvereinbar mit ihrer Zweckbestimmung (Vermittlung billiger Energie) bezeichnet. Der Schweiz. Wasserwirtschaftsverband ist von jeher gegen diese der Förderung des Energieabsatzes abträgliche Praxis öffentlich-rechtlicher Elektrizitätsbetriebe aufgetreten. Bemerkenswert ist auch die kritische Einstellung des Verfassers gegenüber dem von vielen öffentlichen Werken beanspruchten Installationsmonopol, durch welches die verfassungsmäßigen Rechte des privaten Installationsgewerbes oft in unzulässiger und — wie richtig bemerkt wird — auch unnötiger Weise beschränkt werden. Wir können es auch durchaus billigen, wenn es der Verfasser rügt, daß die Trennung zwischen Staat und