

# Eine neue Hochwasserformel für den Alpenraum

Autor(en): **Kreps, Harald**

Objektyp: **Article**

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

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

Heft 6-7

PDF erstellt am: **26.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-921675>

## **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.

cherseen bei Peutelstein (*Podestagno*), 1420 m ü. M., 39 Mio m<sup>3</sup>, an der Einmündung des Fanes- und Travenanzes-Tales, nördlich Cortina d'Ampezzo (151), und ein kleineres bei *Campocroce* (152) auf 1740 m ü. M. bringen.

Schließlich besteht auch für das Tagliamento- und Fella-Gebiet ein Generalplan, der die Speicherseen *Viellia*, *Vinadia* und *Cavazzo* mit zus. 50 Mio m<sup>3</sup> vorsieht. Bei dem außerordentlichen Tempo, mit dem Italien seine Wasserkräfte ausbaut, wird die Verwirklichung der meisten dieser Projekte kaum lange auf sich warten lassen.

Damit ist unser Rundgang beendet. Bei der Fülle der bereits bestehenden Anlagen und wichtigeren Planungen konnte auf dem verfügbaren Raum nur ein knapper Überblick gegeben werden. Auf mancherlei bemerkenswerte Angaben, z.B. über geologische Grundlagen der Stauräume und Sperrstellen, über die Zufluß- und Füllungsverhältnisse der Seen, die energiewirtschaftliche Ausnutzung durch die zugehörigen Kraftstufen, mußte verzichtet werden.

### Schrifttum

*Böhm, A.*: Die Hochseen der Alpen. Mitt. d. k. k. Geograph. Ges. Wien, 1886.

*Stiny, J.*: Einige Folgeerscheinungen d. Spiegelabsenkungen von Speicherbecken. Geologie und Bauwesen, 1929, S. 51.

*Reindl, C.*: Die Regulierung der Etsch. Wasserkr. und Wasserwirtsch., 1938, S. 114.

*Stiny, J.*: Statistische Untersuchungen über Geologie und

Stauseebau in den ostmärkischen Alpen. Geologie und Bauwesen, 1940, S. 66.

*Schiffmann, Tr.*: Seeabsenkungen. Wasserkr. und Wasserwirtsch., 1942, S. 156.

*Vas, O.*: Der Anteil Österreichs an der Elektrizitätswirtschaftlichen Gemeinschaftsplanung in Europa. Österr. Zeitschr. f. Elektrizitätswirtschaft (ÖZE), 1948, S. 6 und 40, und Schriftenreihe d. Österr. Wasserwirtschaftsverb., H. 13.

*Kocher, H.F.*: Der Ausbau der Wasserkräfte in den Hohen Tauern. Schweizer. Bauztg., 66. Jg., 1948, Nr. 3, 4, 5, S. 35, 47, 62.

*Böhm, H.*: Über den derzeitigen Stand der Bauarbeiten am Tauernkraftwerk Kaprun. Zeitschr. d. Österr. Ing.- und Arch.-Ver., 1948, H. 23/24, S. 177, und Schriftenreihe d. Österr. Wasserwirtschaftsverb., H. 14.

*Führer* durch die schweizerische Wasser- und Elektrizitätswirtschaft. III. Ausgabe, 1949, 2 Bde. Verlag d. schweiz. WW-Verbandes, Zürich, 1949.

*Grengg, H.*: Neue Wege — alte Ziele in den Naturschutzbestrebungen des Alpenvereins. Mitteil. ÖAV, 1949, H. 9/10 und 1950, H. 3/4.

*Koci, A.*: Die Bautechnik in der Elektrifizierung der österreichischen Bundesbahnen. Österr. Bauzeitschr. 5. Jg. 1950, H. 7, S. 114.

*Töndury, G.A.*: Kraftwerkbauten in Norditalien. Schweiz. Bauztg., 68. Jg., 1950, Nr. 10, 11, 13, 14, S. 121, 133, 170, 184, und Wasser- u. Energiewirtsch., 42. Jg. 1950, Nr. 6/7 u. 9, S. 97 u. 170.

*Marcello, Cl.*: Moderner Talsperrenbau in Italien. Schweizer. Bauztg., 68. Jg., 1950, Nr. 33, 34, 35.

*Link, H.*: Die Speicherseen der Ostalpen. Jahrbuch des Österr. Alpenvereins 1950, S. 130.

*Hauser, A.*: Geologische Notizen zu einigen Wasserkraftwerken in Norditalien. Österr. Bauzeitschr., 6. Jg., 1951, H. 3 u. 4, S. 37 u. 65.

## Eine neue Hochwasserformel für den Alpenraum

Von Oberbaurat Dipl.-Ing. *Harald Kreps*, Hydrographische Landesabteilung, Graz (Österreich)

Die Vorausbestimmung der größten zu erwartenden Hochwasser ist eine in der Wasserwirtschaft ständig wiederkehrende Aufgabe, deren Lösung bisher keineswegs restlos befriedigen kann. Es ist auch nicht anzunehmen, daß eine allgemein gültige Formel jemals gefunden wird, aber die unerbittliche Notwendigkeit, vor jedem Bauvorhaben die größte Hochwassermenge zu ermitteln, zwingt immer wieder dazu, wenigstens für bestimmte größere Gebiete die Gesetzmäßigkeiten der Hochwassererscheinungen aufzudecken. Die in der Praxis gebräuchlichen Formeln sind entweder reine Faustformeln (Kreßnik, Hofbauer) oder sie verlangen die Wahl von Beiwerten (Jszkowski, Specht), wodurch mancher sonst ehrliche Ingenieur verleitet wird, die Formel «von rückwärts» zu rechnen und je nach dem gewünschten Ergebnis die Gelände-Beiwerte nachträglich auszuwählen. Andere Methoden, wie z. B. das Flutplanverfahren (Felber, «Deutsche Wasserwirtschaft» 1939, Seite 51) setzen eine gründliche Geländekenntnis voraus und sind daher nur für Spezialuntersuchungen anwendbar.

Aus diesen Erkenntnissen heraus habe ich den Versuch unternommen, aus den bekannten größten Hochwassern im Alpenraum eine Gesetzmäßigkeit herauszufinden. Die Versuche, die Hochwasserspendsen mit der Größe des Einzugsgebietes, der Tallänge oder der mittleren Seehöhe in Beziehung zu bringen, schlugen fehl.

Neueste Untersuchungen von Prof. Wundt, Freiburg «Die größten Abflußspenden in Abhängigkeit von der Fläche» («Die Wasserwirtschaft», Stuttgart 1949/50, Heft 2) zeigen recht interessante Zusammenhänge, doch ist eine exakte Angabe bei den stark streuenden Werten schwer möglich.

Wohl aber gibt es einen gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen der mittleren Jahresabflußmenge MQ und dem etwa alle hundert Jahre zu erwartenden Katastrophenhochwasser HHQ<sub>100</sub>.

In der Größe des Mittelwassers drückt sich der Landschaftscharakter des Gebietes bereits aus; denn die mittlere Jahresabflußmenge ist nicht allein von der Größe des Einzugsgebietes, sondern auch von der Seehöhe,

dem Jahresniederschlag, der Jahrestemperatur usw. abhängig.

Aus zahlreichen Beobachtungen katastrophaler Hochwasser der verschiedensten Einzugsgebiete des Alpenraumes (Tabelle 1) wurden nun die Werte MQ und HHQ auf doppelteiligem Logarithmenpapier aufgetragen. (Abb. 1.) Die so erhaltene Punkteschar kann nun nach oben hin durch eine Gerade abgedeckt werden, für welche bei  $MQ \geq 5 \text{ m}^3/\text{s}$  die Gleichung gilt:

$$HHQ_{100} = 90 \cdot \sqrt[3]{MQ^2} \quad (1)$$

Diese Gerade zeigt nun für jedes MQ die in hundert Jahren etwa zu erwartende Hochwassermenge  $HHQ_{100}$  an. Die Wahl von Beiwerten fällt vollständig weg.

Es wird vielleicht in einigen Fällen mit der neuen Formel ein Wert erreicht werden, der reichlich hoch bemessen scheint, es ist aber auf keinen Fall anzunehmen, daß das HHQ wesentlich größere Werte als nach dieser Formel erreichen kann, womit für alle Berechnungen die erforderliche Sicherheit gewährleistet ist. Natürlich gibt diese Formel für Flußstellen mit größerem Seerückhalt auf jeden Fall zu hohe Werte an. Der Einfluß der Retention muß ohnedies immer gesondert untersucht werden.

Für die Fälle  $MQ \leq 5 \text{ m}^3/\text{s}$  läßt sich mangels eines ausreichenden Beobachtungsmaterials derzeit noch keine exakte Formel aufstellen.

Die genannte Formel (1) setzt voraus, daß die mittlere Jahresabflußmenge MQ bekannt ist. Das wird aber nur in wenigen Fällen aus unmittelbaren Beobachtungen der Fall sein. In den meisten Fällen muß daher die Mittelwassermenge theoretisch errechnet werden.

Dafür hat W. Wundt, Freiburg (Wasserkraft und Wasserwirtschaft, München, Jahrgang 1938, Seite 158) einen gangbaren Weg gewiesen. Er veröffentlicht dort eine Tafel, aus der die mittlere Abflußhöhe A, als Funktion des mittleren Jahresniederschlages und der mittleren Jahrestemperatur des Einzugsgebietes abgelesen werden kann. Die analytische Beziehung wurde von ihm dabei nicht ausgewiesen, doch läßt sich die von ihm veröffentlichte Zahlentafel in guter Annäherung leicht durch die Gleichung ausdrücken:

$$A = N - 2,5 t - 28 \quad \text{wenn } t \geq 0^\circ \quad (2)$$

$$A = N - 2,2 t - 28 \quad \text{wenn } t < 0^\circ \quad (3)$$

Diese Abflußhöhen gelten nach Wundt als Mittelwerte für Europa.

Darin bedeutet:

- A die mittl. jährliche Abflußhöhe in cm,
- N die mittl. Jahresniederschlagshöhe einer längeren Jahresreihe in cm,
- t die mittl. Jahrestemperatur einer längeren Jahresreihe in  $C^\circ$ .

Die Mittelwasserspense  $Mq$  in  $l/\text{sec.km}^2$  ist dann:

$$Mq = \frac{A}{3,15}$$

Es zeigt sich nun, daß diese Mittelwerte je nach Lage des Einzugsgebietes noch einer Korrektur bedürfen. Für die niederen Lagen des Rhein- und Aaregebietes werden die Wundt-Werte vermutlich richtig sein, für die höher gelegenen Einzugsgebiete wird es aber notwendig sein, die aus der Tafel, bzw. aus den Formeln (2, 3) erhaltenen A-Werte noch mit etwa 1,2 zu multiplizieren.

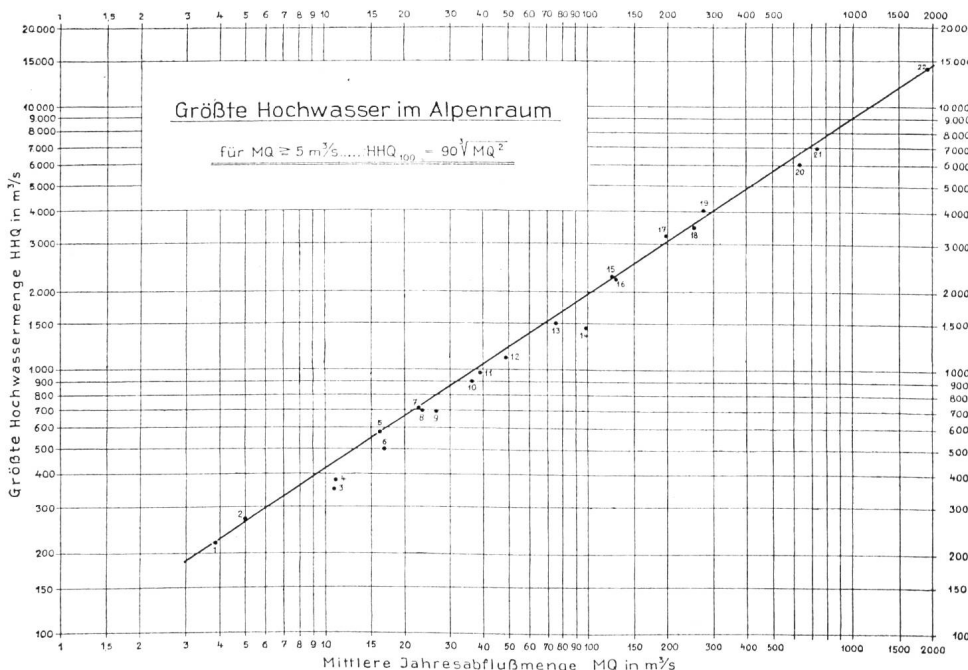


Abb. 1

Für das obere Inn-Saalach- und Isargebiet fand ich in sehr guter Annäherung

$$A = N - 2 t - 33 \quad (4)$$

für die württembergischen Gewässer

$$A = N - 1,7 t - 35 \quad (5)$$

und für das Enns- und Murgebiet in der Steiermark

$$A = N - 2 t - 40 \quad (6)$$

Es ist selbstverständlich, daß die genaue Kenntnis derartiger Zusammenhänge nur durch vermehrte Abflußmessungen und großräumige Untersuchungen erworben werden kann. Es wäre deshalb auch zu begrüßen, wenn in den hydrographischen Jahrbüchern neben den mittleren Seehöhen der Pegel Einzugsgebiete auch die mittleren Jahresniederschläge und die mittleren Jahrestemperaturen ausgewiesen wären.

*Zusammenfassung:*

Zur Bestimmung der alle 100 Jahre zu erwartenden Hochwassermenge genügt die Kenntnis der mittleren Jahresabflußmenge. Letztere kann wieder als Funktion des mittleren Jahresniederschlags und der mittleren Jahrestemperatur des Einzugsgebietes abgeleitet werden.

**Größte Hochwasser im Alpenraum**

Tabelle 1

Nr.	Fluß	Pegel	Einzugsgebiet km <sup>2</sup>	MQ m <sup>3</sup> /s	HHQ m <sup>3</sup> /s
1	Sitter	Appenzell	74,6	3,84	220
2	Krems	Neuhofen	305	5,0	270
3	Maggia	Brontallo	194	10,8	350
4	Alm	ober Wimschach	358	11,0	374
5	Lavant	Lavamünd	986	16,1	570
6	Kl. Emme	Malters	448	16,8	500
7	Moësa	Lumino	471	22,9	720
8	Steyr	Steyr- durchbruch	565	23,0	700
9	Hinter- rhein	Andeer	503	26,2	689
10	Tiroler Achen	Staudach	946	36,0	900
11	Vorder- rhein	Ilanz	776	38,3	960
12	Thur	Andelfingen	1 696	48,4	1 100
13	Ticino	Bellinzona	1 515	75,6	1 500
14	Isar	München	2 813	97	1 435
15	Mur	Frohnleiten	6 552	125	2 240
16	Rhein	Felsberg	3 249	126	2 200
17	Enns	Enns	6 082	195	3 200
18	Salzach	Burghausen	6 643	251	3 400
19	Drau	Lippitzbach	10 871	274	4 000
20	Donau	Hofkirchen	47 544	623	6 000
21	Inn	Wernstein	26 072	734	7 000
22	Donau	Wien-Nußdorf	101 707	1920	14 000

**Zum Rücktritt von Dr. A. Härry**

An der Hauptversammlung des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes vom 30. Mai 1951 in Schinznach-Bad nahm der Verband offiziell Abschied von seinem Sekretär Dr. Arnold Härry, Dipl. Ing., der nach 41-jähriger Tätigkeit Ende März dieses Jahres in den wohlverdienten Ruhestand trat. Der Vizepräsident des Verbandes, Direktor F. Ringwald, Luzern, sprach dem Scheidenden den Dank für seine große Arbeit aus und würdigte dessen Verdienste um den Verband und die schweizerische Wasser- und Elektrizitätswirtschaft. Es muß auch hier festgestellt werden, daß Dr. Härry dem Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband ein initiativer und weitsichtiger Betreuer war und daß das steigende Vertrauen, dessen sich der Verband erfreut, weitgehend sein persönliches Verdienst ist.

Härry hat am 2. April 1910, wohl ausgerüstet mit technischen, nationalökonomischen und finanzwirtschaftlichen Kenntnissen und mit einer durch verschiedene Publikationen schon damals unter Beweis gestellten besonderen Begabung für die Probleme der Wasserwirtschaft, sein Amt als Sekretär des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes angetreten, vorerst noch in Verbindung mit dem Sekretariat des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins, seit 1914 jedoch selbständig. In den



Jahren 1915 und 1916 folgte die Gründung der beiden Unterverbände: Verband Aare-Rheinwerke und Linth-Limmat-Verband, deren Sekretariat Härry ebenfalls über-