

Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 67 (1975)
Heft: 7

Artikel: Fortbildungskurs für angewandte Hydrologie
Autor: Lichtenhahn, Carlo
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-920930>

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: 19.02.2026

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

	Gesamte Schweiz in GWh			Veränderung gegenüber dem Vorjahr %
	Winter 1973/74	Sommer 1974	Hydrographisches Jahr	
1. Energiebeschaffung				
Wasserkraftwerke	13 103	15 819	28 922	+ 4,1
wovon:				
(Erzeugung im Winterhalbjahr aus Speicherwasser)	(5 530)			
Konventionell-thermische Kraftwerke	1 503	664	2 167	—12,6
Kernkraftwerke	3 298	2 861	6 159	— 1,8
Landeseigene Erzeugung	17 904	19 344	37 248	+ 1,9
Einfuhr	4 635	1 719	6 354	—11,5
Erzeugung und Einfuhr	22 539	21 063	43 602	— 0,3
2. Energieverwendung				
Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft	8 565	7 433	15 998	+ 5,1
Industrie	5 767	5 550	11 317	+ 2,3
wovon:				
(Allgemeine Industrie)	(3 461)	(3 201)	(6 662)	(+0,5)
(Elektrochemische, elektrometallurgische und elektrothermische Anwendungen)	(2 306)	(2 349)	(4 655)	(+5,0)
Bahnen	1 049	952	2 001	— 0,9
Uebertragungsverluste	1 653	1 458	3 111	— 0,7
Landesverbrauch ohne Elektrokessel und Speicherpumpen	17 034	15 393	32 427	+ 3,1
Elektrokessel	18	37	55	—11,3
Speicherpumpen	511	1 102	1 613	—10,1
Gesamter Landesverbrauch	17 563	16 532	34 095	+ 2,4
Ausfuhr	4 976	4 531	9 507	— 8,7
Landesverbrauch und Ausfuhr	22 539	21 063	43 602	— 0,3

FORTBILDUNGSKURS FÜR ANGEWANDTE HYDROLOGIE

Carlo Lichtenhahn

DK 556.001

VERANSTALTET VON DER VERSUCHSANSTALT FÜR WASSERBAU, HYDROLOGIE UND GLAZIOLOGIE AN DER ETHZ vom 24. bis 28. Juni 1974 in Sursee

Im Heft 8/9 dieser Zeitschrift wurden in der Rubrik «Mitteilungen der WAKO» die im Kurs behandelten Themen aufgeführt und der Zweck der Tagung kurz umschrieben. Ich möchte mich nachfolgend etwas eingehender mit dieser Veranstaltung befassen, die einer Standortbestimmung der praktischen Hydrologie gleichkam.

Die Referate wollten in erster Linie einen Ueberblick über die hydrologischen Werkzeuge geben, die dem Praktiker heute zur Verfügung stehen, um die täglichen Probleme bei der Ermittlung der Abflussgrössen zu lösen. Der Tagung war meines Erachtens ein voller Erfolg beschieden, nicht nur wegen der Wahl der mit Beispielen ergänzten Themen, sondern auch, weil in der «Abgeschlossenheit»

von Sursee die Teilnehmer während vier Tagen die gebotene Möglichkeit zu einem fruchtbaren Gedankenaustausch in den Diskussionen und in den Abendstunden ausgiebig nutzen.

Die behandelten Themen können wie folgt gruppiert werden:

- Uebersicht über die Entwicklung der Hydrologie;
- Ermittlung der Grundlagen: Abfluss- und Niederschlagsmessungen;
- Auswertung der Abfluss- und Niederschlagswerte durch statistische Methoden;
- Zusammenhang zwischen Regen und Abfluss;
- Berechnung des Abflusses von Hochwasserwellen.

1. Übersicht

Prof. Dr. D. Vischer gibt einleitend eine umfassende Uebersicht über die verschiedenen Verfahren zur Messung der Niederschläge, der ober- und unterirdischen Abflüsse sowie der Verdunstung und des Rückhaltes, ferner über die Auswertung der Beobachtungsdaten, die dem heutigen Trend entsprechend immer mehr automatisiert wird, und schliesslich über die Anwendung mathematischer Modelle. Er streift kurz die 50 sogenannten Testgebiete («bassins repères») des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft, in welchen die natürlichen Abflussmengen, zum Teil auch die Regenmengen und andere wichtige Parameter des Einzugsgebietes und des Wasserhaushaltes, gemessen werden, um langfristige Tendenzen im hydrologischen Zyklus

erkennen zu können; die sogenannten Repräsentativgebiete, in denen der gesamte Wasserhaushalt oder einzelne Komponenten davon, ihr Zusammenhang und ihre Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Gebietes untersucht werden; schliesslich die sogenannten Experimentalgebiete, in welchen die Aenderungen der Oberflächenbeschaffenheit des Einzugsgebietes (Rodungen, Ueberbauungen usw.) für den Wasserhaushalt festgestellt werden.

In Anbetracht der immer schwieriger und kostspieliger werdenden Beobachtungen ist zu hoffen, dass die Bestrebungen zu einer Konzentration der Kräfte und Mittel sowie zu gegenseitig abgestimmten Forschungsprogrammen führen.

2. Ermittlung der Grundlagen

2.1 DIE ABFLÜSSE

Dr. Ch. Emmenegger (Eidg. Amt für Wasserwirtschaft) berichtet über die hydrometrischen Stationsnetze in der Schweiz; er weist insbesondere darauf hin, dass deren Zweckbestimmung zunehmend erweitert wird und dass neben den quantitativen mehr und mehr auch die qualitativen Aspekte berücksichtigt werden.

Es wird angestrebt, die verschiedenen gegenwärtigen und zukünftigen Landesbedürfnisse an hydrologischen Daten zu ermitteln, um ein optimales Programm verwirklichen zu können, das mit den finanziellen und organisatorischen Möglichkeiten in Einklang steht. Die von der Abteilung für Landeshydrographie gebotene Möglichkeit der Aus- und

Weiterbildung sollte von möglichst vielen Interessenten genutzt werden.

2.2 DIE NIEDERSCHLÄGE

Dr. Th. Gutermann (Schweiz. Meteorologische Zentralanstalt) gibt einen interessanten Überblick über die aktuellen Niederschlagsnetze in der Schweiz (398 Stationen) sowie über die Probleme und Fehler der Niederschlagsmessungen. Besonders bemerkenswert sind seine Feststellungen betreffend Korrelation der Jahres- und Monatsniederschlagssummen in Abhängigkeit der Stationsentfernung.

3. Die Auswertung der Niederschlags- und Abflusswerte durch statistische Methoden

3.1 DIE NIEDERSCHLÄGE

Dr. Th. Ginsburg (Geographisches Institut der ETHZ) hat die Aufgabe übernommen, die statistischen Methoden und deren Grundbegriffe darzulegen, wobei insbesondere auf die zwei wichtigen Verteilungsfunktionen, die Normalverteilung und die logarithmisch-normale Verteilung hingewiesen wird. Im Aufsatz über Extremwert-Statistik und kalkuliertes Risiko werden die 50- und 200jährigen Niederschläge für 81 Regenmessstationen in der Schweiz (nach Gumbel) angegeben und eine Methode zur Berechnung der Wahrscheinlichkeit für Nichteintreten bzw. für ein- und mehrmaliges Eintreten von Extremniederschlägen während einer bestimmten Periode erläutert, was für die Dimensionierung von Kanalisationen, aber auch für den allgemeinen Wasserbau zunehmende Bedeutung erlangen wird.

3.2 DIE ABFLÜSSE BEI $E > 50 \text{ km}^2$ UND $E < 1000 \text{ km}^2$

Dipl. Ing. J. Bruschin (Hydraulisches Laboratorium der ETHZ) erläutert die im Auftrage des Eidg. Amtes für Strassen- und Flussbau vorgenommene Auswertung der jährlichen Abflussspitzenwerte von 330 Limnigraphenstationen des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft. Dabei wurden verschiedene Verteilungsfunktionen an die Messwerte der einzelnen Stationen angepasst, um so dem Ingenieur die Abhängigkeit der Abflusswerte bestimmter Jährlichkeit von der Wahl der Verteilungsfunktion aufzuzeigen. Basierend auf den Werten der einzelnen Messstationen erfolgte der

Uebergang zur Gesamtanalyse nach dem Verfahren der U. S. Geological Survey für das Gebiet nördlich der Alpen. Dies führte zu einer Beziehung zwischen dem Verhältnis der Wassermengen kleinerer zu jenen grösserer Jährlichkeit und der Wiederkehrperiode. Die Resultate sind aber nur befriedigend für $E > 50 \text{ km}^2$ und $E < 1000 \text{ km}^2$, während sie für $E < 50 \text{ km}^2$ und $E > 1000 \text{ km}^2$ als unbrauchbar bezeichnet werden müssen. Die Untersuchung wird nun auf die ganze Schweiz ausgedehnt; es werden sich gute Mittelwerte für die verschiedenen Einzugsgebiete ergeben.

Diese Häufigkeitsanalysen ermöglichen es, das Risiko abzuschätzen, das beim Bau eines Wasserbauwerkes eingegangen wird. Bei allen Wahrscheinlichkeitsmethoden gilt es jedoch aufzupassen, dass die Raffiniertheit der Methode nicht genauer ist als die hydrologischen Grundlagen selbst.

3.3 DIE ABFLÜSSE BEI $E > 10 \text{ km}^2$ UND $E < 200 \text{ km}^2$

Dr. P. Widmoser (Kulturtechnisches Institut der ETHZ) hat versucht, eine Beziehung zwischen den massgebenden Parametern der Gumbelverteilung und den physikalischen Grössen kleiner Gebiete abzuleiten. Die Aufgabe ist insofern schwierig, als die physikalischen Parameter von Einzugsgebiet zu Einzugsgebiet stark variieren und die bisherige Beobachtungsdauer der Stationen zu kurz ist. Jedenfalls wäre es wertvoll, diese Bestrebungen — allenfalls unter Anlehnung an andere Methoden zur Wahl der massgebenden Parameter — fortzusetzen.

4. Zusammenhang zwischen Niederschlägen und Abfluss; Schnee und Eis als Faktoren im Wasserkreislauf

4.1 DIE MESSUNG VON NIEDERSCHLAG UND ABFLUSS

Dr. F. Sicker (Lehrstuhl und Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau, Technische Universität Welfengarten/Hannover) spricht über die Ermittlung massgebender Abflussdaten für kleine Einzugsgebiete. Er umschreibt die bisherigen Tabus in der Hydrologie, die besagen, dass die hydrologischen Untersuchungen weder grosse Kosten verursachen noch viel Zeit benötigen dürfen, dafür aber allgemein anwendbare Ergebnisse oder Formeln zu erbringen haben. Der Referent fordert, dass für hydrologische Untersuchungen ein Zeitraum von 1 bis 3 Jahren — je nach Niederschlagsverlauf — gewählt werde. Eine formelmässige, allgemeine Erfassung der hydrologischen Verhältnisse kann seiner Ansicht nach

ohne Messdaten nicht vertrauenswürdig sein, weil die Einflussskomponenten zu komplex miteinander verknüpft sind. Es wird dann im Detail gezeigt, wie die Einheitganglinie aus gemessenem Niederschlag und gemessenen Abflüssen hervorgeht; mit ihrer Hilfe können dann die Abflussganglinien für grössere Niederschläge rekonstruiert werden (lineare Abhängigkeit).

4.2 NIEDERSCHLAG-ABFLUSSMODELLE

Dipl. Ing. F. Naef (VAW/ETHZ) weist auf die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten von mathematischen Modellen hin, namentlich bei Abflussvorhersagen, Hochwasserwarnungen, Bemessungshochwasser, Aenderung der Abflussverhältnisse. Nach Hinweisen auf die Klassifizie-

rung der mathematischen Modelle und auf den allgemeinen Aufbau eines Niederschlag-Abflussmodelles wird das für kontinuierliche Vorhersagen entworfene Stanford Modell IV vorgestellt, in welchem unter Berücksichtigung von 20 bis 30 Parametern versucht wurde, die Vorgänge in der Natur möglichst vollständig nachzubilden.

Mit diesen mathematischen Modellen — der Verfasser behandelt auch noch das Einheitsganglinienverfahren — sind recht gute Resultate zu erwarten, vorausgesetzt, dass die natürlichen Verhältnisse so zuverlässig als möglich programmiert und in den Computer eingegeben werden.

4.3 DAS LAUFZEITVERFAHREN FÜR KLEINE EINZUGSGEBIETE

Dipl. Ing. J. Z e l l e r (Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen) beschäftigt sich zunächst mit grundlegenden Erkenntnissen über Niederschlag (Niederschlagsanalyse, maximal mögliche Niederschlagsmengen, jahreszeitliche und flächenmässige Verteilung der Niederschläge) und Wasserverluste (Evapotranspiration, Interzeption, Muldenrückhalt, Infiltration). Anschliessend beschreibt er das Laufzeitverfahren, das für Einzugsgebiete mit Niederschlagswerten in der Praxis zur Ermittlung der Hochwassermengen immer mehr Eingang findet.

Dieses Verfahren beruht darauf, dass die maximale Abflussmenge an einem bestimmten Messpunkt des Einzugsgebietes von einem Regen mit konstanter Intensität erzeugt wird, dessen Dauer gleich der Laufzeit eines Regentropfens vom entferntesten Punkt des Einzugsgebietes bis zum Messpunkt ist. Der Referent hat nun die Tagesniederschläge verschiedener Stationen statistisch ausge-

wertet, um die Intensität in Funktion der Regendauer abzuleiten; er ergänzt seine Ausführungen mit Formeln zur Ermittlung des Ueberland- und des Gerinneabflusses und zeigt mit einem Beispiel, wie das Laufzeitverfahren gehandhabt werden soll.

Mit Recht betont Zeller, dass der Aussagewert des an sich zweckmässigen Verfahrens wegen der getroffenen Annahmen (konstante Beregnung, Regendauer = Laufzeit, Infiltration usw.) jedoch nicht überschätzt werden darf. In der Tat erweist sich die Schätzung des nicht abfliessenden Teiles des Regens als schwierigstes Problem, weshalb es zu begrüssen ist, dass der Referent für einige Fälle den Abfluss aus dem gegebenen Niederschlag nach dem Laufzeitverfahren berechnet hat, wo eine Abflussmessstation vorhanden ist. Die sich ergebenden Koeffizienten sind wertvolle Hinweise für die beim Laufzeitverfahren zu treffenden Annahmen.

4.4 SCHNEE UND EIS ALS FAKTOREN IM WASSERKREISLAUF

Dr. H. L a n g (VAW/ETHZ) gliedert dieses Thema in die vier Abschnitte:

- Der Einfluss von Schnee und Eis auf das Abflussregime;
- Spezifische Merkmale der Abflüsse aus alpinen Gletschergebieten;
- Das Schmelzen von Schnee und Eis;
- Vorratsänderungen und Wasserhaushalt.

In unserem alpinen Gebirgsland nimmt ein Teil des Niederschlag-Abfluss-Prozesses den Umweg über Schnee und Eis. Diese Tatsache ist sowohl für Abflussvorhersagen als auch für Wasserhaushaltsbestimmungen und Bemessungsfragen massgeblich zu berücksichtigen.

5. Berechnung des Abflusses von Hochwasserwellen (Flood Routing)

Dieses Kapitel schliesst den Kreis der vom Praktiker bei seiner täglichen Arbeit benötigten Angaben.

Dipl. Ing. M. S p r e a f i c o (VAW/ETHZ) behandelt zunächst umfassend das Problem des Ablaufes von Hochwasserwellen, gibt eine Uebersicht über die hydraulischen und die hydrologischen Verfahren, befasst sich dann mit dem Kalinin-Miljukov- und dem Muskingum-Verfahren, um schliesslich an einigen Beispielen die gute Uebereinstimmung der Resultate zwischen den gemessenen und den berechneten Ganglinien aufzuzeigen.

Interessant wäre ein ergänzender Vergleich für Flüsse, die nicht — wie etwa die Thur und die Reuss — einen

regelmässigen Querschnitt aufweisen.

Abschliessend empfehle ich allen, die sich mit hydrologischen Aufgaben zu befassen haben, die ausführlichen Referate bei der VAW/ETHZ (Frl. Dr. Schram) zu beschaffen (Preis 45 Franken) und vielleicht auch am nächsten Fortbildungskurs teilzunehmen.

Adresse des Verfassers:

C. Lichtenhahn, Tit. Prof.
Sektionschef beim Eidg. Amt
für Strassen- und Flussbau,
Monbijoustrasse 40, 3003 Bern

M I T T E I L U N G E N V E R S C H I E D E N E R A R T

RECHTLICHES

Bundesbeschluss betreffend Aenderung der Bundesverfassung im Gebiete der Wasserwirtschaft, vom 20. Juni 1975

Der nachfolgende vollständig abgedruckte deutsche Text des neuen Wasserwirtschaftsartikels für die Bundesverfassung geht auf die Motion Rohner vom 23. Juni 1965 zurück¹. Die wasserwirtschaftlichen Aufgaben können nicht mehr jede isoliert für sich, sondern nur in ihrer wechselseitigen Bezogenheit und im Gesamtzusammenhang gelöst werden. Das schweizerische Wasserrecht ist heute ausserordentlich stark zersplittert und die verfassungsmässigen Kompetenzen des Bundes sind auf einzel-

ne Teilgebiete beschränkt. Diese Ausgangslage hat zur heute vorliegenden Verfassungsrevision geführt, die Volk und Ständen zur Abstimmung vorgelegt wird.

¹ Auf die Vorgeschichte des neuen Wasserwirtschaftsartikels wurde in unseren Spalten verschiedentlich hingewiesen. «Wasser- und Energiewirtschaft (WEW)» 1965, S. 354 (Text der Motion Rohner) und S. 466 (Begründung der Motion Rohner); 1970 S. 111 und 414; 1971 S. 364; 1972 S. 202; 1973 S. 4—8 (H. Z u r b r ü g g : Auf dem Wege zu einem neuen Artikel der Bundesverfassung über Wasserwirtschaft) und S. 388; 1974 S. 370.