

ZUM WASSERHAUSHALT DES SCHWEIZER HOCHGEBIRGES*

VON HANSJÖRG SCHMASSMANN

Während eines Aufenthaltes in Glion starb am 22. Juli 1947 in seinem 75. Lebensjahre der bekannte Hydrologe Dr. phil. h. c. OTTO LÜTSCHG-LOETSCHER. Seine Lebensarbeit war der Erforschung des Wasserhaushaltes des Schweizer Hochgebirges gewidmet. Nachdem er schon seit 1914 durch verschiedene grundlegende wasserwirtschaftliche, hydrologische und glaziologische Arbeiten hervorgetreten war, hat er in seinen letzten Lebensjahren das Ergebnis seiner Studien zusammenfassend dargestellt. Einige der vorgesehenen Abschnitte des «Zum Wasserhaushalt des Schweizer Hochgebirges» betitelten Werkes konnten leider nicht mehr vor seinem Tode erscheinen, Allein das, was heute schon vorliegt, vermag uns bereits ein eindruckliches Bild der den Wasserhaushalt in unserer heimatlichen Bergwelt beeinflussenden Vorgänge zu vermitteln. Die Forschungsergebnisse des Verfassers sind insgesamt auf rund 730 Textseiten und 273 Tabellen zusammengefaßt und durch 41 Karten und Tafeln und 221 Textfiguren erläutert.

Im ersten Teil des Werkes wird in allgemeiner Weise über den heutigen Stand der Niederschlags-, Abfluß- und Verdunstungsforschungen im Schweizer Hochgebirge berichtet. Dabei wird dem schwierigen Problem der quantitativen Erfassung der Vorratsänderungen im Wasserhaushalt unseres Hochgebirges besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Die Klimawirkung, die nicht nur für den Wasserhaushalt der Natur, sondern auch für die Bodengestalt und die Bodenbeschaffenheit von entscheidender Bedeutung ist, erfährt eine eingehende Darstellung. Die Schweizer Alpen weisen in hydrologischer Hinsicht einen solchen Reichtum an Naturerscheinungen auf, daß Verallgemeinerungen nur mit äußerster Vorsicht gemacht werden dürfen.

So weist der Verfasser mit Nachdruck darauf hin, daß es unumgänglich notwendig sei, ganze Systeme von Niederschlagsstationen zu schaffen, um den gesamten Wasserhaushalt erfassen zu können. Die die Art und Menge des Niederschlages beeinflussenden Vorgänge sind in unserem vielgestaltigen Alpenlande so mannigfaltig, daß Bezugslinien zwischen Niederschlag und Höhenlage abgelehnt werden. Auch die Abflußmengen müssen möglichst genau erfaßt werden, wobei bei Mittel- und Hochwasserständen im Hochgebirge die von LÜTSCHG eingehend beschriebenen Salzverdünnungsverfahren mit Vorteil zur Anwendung gelangen können.

Zu den grundlegenden Aufgaben der modernen Gewässerkunde gehört die Klarstellung der Zusammenhänge zwischen Niederschlag und Abfluß. In nicht vergletscherten Gebieten und bei Berücksichtigung langjähriger Mittelwerte kann die Summe von Abfluß und Verdunstung dem Niederschlag meist gleichgesetzt werden. Dies gilt jedoch nicht für ein beliebiges Jahr und noch weniger für Jahreszeiten, weil in diesen Fällen Rücklagen und der Aufbrauch früherer Rücklagen eine wesentliche Rolle spielen. Besondere Aufmerksamkeit muß auch allfälligen unterirdischen Wasserverlusten in gebietsfremde Areale und unterirdischen Wasserzuflüssen geschenkt werden.

Untersuchungen über das Verhalten der Landverdunstung im Wasserhaushalt vergletscherten Gebiete werden dadurch wesentlich verwickelter, daß einerseits ein Teil des Niederschlages in natürlicher Aufspeicherung als Schnee, Firn und Eis im Nährgebiet der Gletscher zugunsten der Zukunft zurückbleibt, andererseits aber Wasser aus dem Abschmelzgebiet der Gletscher zum Abfluß oder zur Verdunstung gelangt, das von weit zurückliegenden Niederschlägen stammt. Diese Teile des Niederschlages und des Abflusses erfordern bei der Aufstellung des Wasserhaushaltes vergletscherten Landschaften eine ganz besondere sorgfältige Behandlung. Die Forschungen LÜTSCHGS haben den Beweis erbracht, daß die zahlenmäßige Klarstellung der Vorratsänderungen innerhalb kurzer Zeitabschnitte im Wasserhaushalte vergletscherten Gebiete wohl mit einem erheblichen Aufwand an Arbeit und Geldmitteln verbunden, aber durchaus im Bereiche des Möglichen liegt. Durch Beobachtungen über das Verhalten des vorstoßenden Oberen Grindelwaldgletschers (1918—1924), die im Werke von LÜTSCHG erstmals ausführlich publiziert werden, haben unsere Kenntnisse über die Einzelheiten des Vorganges eines Gletschervorstoßes und seine Wirkung eine wesentliche Förderung erfahren.

Ein unentbehrliches Zwischenglied in der Berechnung des Wasserhaushaltes ist auch die Verdunstungsgröße freier Wasserflächen. Die Lösung dieses Problems dient nicht nur der wissenschaftlichen Hydrologie, sondern auch praktischen Zwecken der Hydrotechnik; denn es spielt bei Bewässerungsanlagen, bei Erstellung von Stauseen usw. eine derart wichtige Rolle, daß die Durchführbarkeit solcher Bauten oft von einer möglichst sicheren Kenntnis der Größe der Verdunstung abhängt. Die

* LÜTSCHG-LOETSCHER, OTTO: Zum Wasserhaushalt des Schweizerischen Hochgebirges. Erschienen sind: I. Teil (Allgemeines), 1.—5. Kapitel in Beiträge zur Geologie der Schweiz — Geotechnische Serie — Hydrologie, 4. Lieferung, I. Band (Kommissionsverlag Kümmerly & Frey, Bern, 1944/45), 13.—15. Kapitel als in sich geschlossene Bestandteile des Werkes in Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, Band LXXVI, Abhandlung 2, und Band LXXVII, Abhandlung 2 (Kommissionsverlag Gebr. Fretz AG., Zürich, 1946/47). — III. Teil (Zur Hydrologie der Landschaft Davos) in Beiträge zur Geologie der Schweiz — Geotechnische Serie — Hydrologie, 4. Lieferung, II. Band (Kommissionsverlag Kümmerly & Frey, Bern, 1944).

bisherigen Untersuchungen lassen den Schluß zu, daß die Verdunstung grundsätzlich als ein Wärme-
problem zu behandeln ist, daß indessen viele Einflüsse Förderung oder Hemmung bewirken können.

Für die Beurteilung der Landverdunstung ist die Kenntnis des Wärmehaushaltes der oberen
Bodenschichten von Wichtigkeit. Mit zunehmender Höhenlage wächst die Differenz zwischen Boden-
temperatur und Lufttemperatur, was vor allem auf die Zunahme der Dauer der Schneebedeckung
zurückzuführen sein dürfte. Durch Temperaturmessungen in Les Avants ob Montreux wies der Autor
nach, daß der Boden im Sommer Wärme aufspeichert, die er im Winter langsam wieder abgeben kann.
Im Sommer, wenn die Lufttemperaturen rasch ansteigen und die Strahlungswärme groß wird, erwärmt
sich die Erdoberfläche infolge der Strahlung wesentlich höher als die Luft. Diese Wärmewelle pflanzt
sich langsam gegen unten ins Erdinnere fort; es entsteht ein Wärmegefälle von oben nach unten.
Von Ende September an, wenn die Außentemperaturen rasch fallen, kehrt sich dieses Temperatur-
gefälle um, und es entsteht ein Wärmefuß nach außen. Die tiefsten von der Temperaturschwankung
beeinflussten Schichten sind noch in der Abkühlung begriffen, wenn im Frühjahr die Temperatur der
Erdoberfläche wieder ansteigt. Die im ersten Teil erfolgende Schilderung der Faktoren, die auf den
Wasserhaushalt des Hochgebirges einen Einfluß auszuüben vermögen, wird durch eine spezielle
Beschreibung der Hydrographie der Landschaft Davos in vortrefflicher Weise ergänzt. W. DIETZ gibt
im Rahmen dieser ausführlichen Studie einen geologischen Überblick, in dem auch die Oberflächen-
gestalt und die Talbildung besprochen werden. Ferner enthält das Werk eine eingehende Beschreibung
des Gebietes, seiner Gewässer und seiner Wald-, Baum- und Schneegrenzen sowie eine historische
Darstellung der Flußkorrekturen. Das Klima von Davos besitzt einen kontinentalen Charakter.
Starke Gewitterregen sind im Davoser Haupttal selten, dann aber meist ergiebig und gefürchtet. Die
Niederschlagsarmut von Davos äußert sich auch in den Höchstwerten der Tagesniederschläge. Das
größte Tagesmaximum der Niederschläge beträgt in Davos nur 90 mm gegenüber dem größten in
der Schweiz gemessenen Wert von 359 mm (Mosogno bei Locarno). Davos hat zwischen 46 und 98
Schneetage pro Jahr, das Mittel beträgt 69 Schneetage.

Für die allgemeine hydrologische Charakteristik ist vor allem das Regime des Landwassers von
Interesse. Die Abflußmenge zeigt ein ausgesprochenes Frühjahrsmaximum im Juni als Folge der
Schneesmelze; Nebenmaxima als Folge der Sommerregen und der mittelländischen Regen treten
nur in Einzeljahren auf. Winterminima zeigen sich im Februar und März als Folge der Kälte. Sommer-
minima als Folge der Niederschlagsarmut treten nicht ein, weil in solchen Perioden eine intensive
Gletschersmelze den Ausgleich schafft.

Je mehr sich Davos zu einem Weltkurort entwickelte, um so verwickelter sind die Beziehungen
zwischen den verschiedenen Zweigen seiner Wasserwirtschaft geworden. Die starken Ansprüche
an das Wasser der Landschaft Davos, insbesondere für ihre Quellwasserversorgung, Abwasser-
beseitigung und Kraftgewinnung, haben das natürliche Regime dieses Gewässersystems erheblich
geändert. Es liegt in der Natur des Hochgebirges, daß alle diese künstlichen Wasserentzüge in der
Zeit der Niedrigstwasserführung, das heißt im Winter, besonders stark zum Ausdruck gelangen.
Der Entzug einer gewissen Menge von warmen Quellen führt zudem zur Zeit der kleinsten Wasser-
führung zu einer Erkaltung der offenen Gewässer und damit zu einer vermehrten Eisbildung. Die
Untersuchungen im Landwassergebiet leisten den Beweis, wie tief künstliche Eingriffe in das natür-
liche Regime eines Hochgebirgsgewässersystems einwirken. Eingehende Untersuchungen haben
zum Beispiel ergeben, daß der Entzug durch die Absenkung des Davosersees und Ableitung dessen
Wassers außerhalb des Landwassergebietes im langjährigen Mittel eine Größe von rund 100 Liter
pro Sekunde erreicht, was etwa $7\frac{1}{2}\%$ der Gesamtabflußmenge des Landwassers unterhalb Davos
entspricht; durch den Betrieb kleiner Wasserkraftanlagen werden aber vorübergehende, während
der Tageszeit sich oft wiederholende Wasserentzüge im Landwasser hervorgerufen, die im Vergleich
zu den bleibenden Wasserentzügen durch die Seeabsenkung den vierfachen Betrag erreichen.

Je mehr sich die Wirtschaft auch in die entlegensten Täler unserer Hochalpen ausbreitet, um so
verwickelter werden die Beziehungen zwischen den verschiedenen Zweigen der Wasserwirtschaft
und um so mehr wächst das Bedürfnis, mit dem vorhandenen Wasserschatz sparsam umzugehen.
Durch die künstlichen Eingriffe des Menschen in den Wasserhaushalt der Natur sind die Abfluß-
verhältnisse einer ganzen Reihe von Gewässern der Landschaft Davos, namentlich in der Winter-
periode, so stark verändert worden, daß die zahlenmäßige Rekonstruktion des ursprünglichen Zu-
standes mit großen Schwierigkeiten verbunden ist, die der Verfasser jedoch meisterhaft zu über-
winden wußte. Die Verhältnisse in der Landschaft Davos, die nur ein Beispiel sind, zeigen, daß die
Wichtigkeit einer zuverlässigen und erschöpfenden Gewässerkunde um so ausgeprägter in Erscheinung
tritt, je größer und schwieriger sich die wasserwirtschaftlichen Aufgaben gestalten.

Auch wenn die Gewässerkunde der Wirtschaft und Technik große Dienste zu leisten vermag,
so muß sie doch eine selbständige Wissenschaft sein und ihre eigenen Wege gehen. Sie darf nicht nur
momentanen Bedürfnissen Genüge leisten, sondern muß weit vorausschauend in allererster Linie den
gewässerkundlichen Problemen als solchen ihre volle Aufmerksamkeit schenken. In diesem Sinne
hat Dr. LÜRSCHG gearbeitet. Er hat als Ingenieur auch erkannt, daß die gesunde Entwicklung der
Technik in ihrer heutigen Entwicklungsstufe gebieterisch eine enge Fühlungnahme mit den Ver-
tretern der naturwissenschaftlichen Nachbardisziplinen erfordert und daß ohne eine solche Fühlung-
nahme ein voller Erfolg kaum mehr denkbar sei. Ein solch gemeinsames Arbeiten biete auch Gewähr
dafür, daß der einzelne Forscher in der Auffassung des zu erstrebenden Zieles den nötigen Weitblick

finde, um vor allem die großen, maßgebenden Gesichtspunkte in den Vordergrund zu stellen. Aus diesem Grunde kann auch nur eine vorausschauende, sorgfältige Pflege der Gewässerkunde die solide Grundlage für die Ausnützung unserer Wasserkräfte bilden.

Durch seinen, ungeachtet der Forderungen der Wirtschaft konsequent gehenden eigenen Weg hat LÜRSCHG gerade der Wirtschaft den allergrößten Dienst erwiesen; aber auch jeder im schweizerischen Hochgebirge arbeitende Naturforscher wird das die Lebensarbeit dieses bedeutenden Hydrologen abschließende Werk mit großem Gewinn lesen.

DIE SAMMLUNG FÜR VÖLKERKUNDE DER UNIVERSITÄT ZÜRICH IM JAHRE 1947/48

Neben der laufenden Erledigung der zahlreichen, von Schweizer Museen und von Privaten eintreffenden Anfragen um Herkunftsbestimmung von Ethnographica wurden im Berichtsjahre für die Sammlung selbst insgesamt 187 Objekte geprüft, untersucht und katalogisiert, wovon 92 auf Asien, 76 auf Amerika und 19 auf Afrika entfallen. Dank dem Entgegenkommen der kantonalen Erziehungsdirektion, welche die temporäre Anstellung einer vom kantonalen Arbeitsamt gestellten Hilfskraft für die Dauer von 3 Monaten in der Person von Herrn ERNST SCHMUTZ bewilligte, konnte die im Vorjahre begonnene systematische Katalogisierung der wissenschaftlichen Handbibliothek zu Ende geführt werden.



Abb. 1. Eine Holzmaske des japanischen Glücksgottes Fukurokuju. 30 × 23 cm.



Abb. 2. Schwarze Holzmaske der Araukaner (Südamerika). 29 × 17 cm.

Durch die vom Kanton Zürich der Sammlung zugebilligte Erhöhung des Staatskredits sowie der von der Stadt Zürich ebenfalls erfolgten Erhöhung des jährlichen Beitrages war es möglich, trotz der erheblichen Verteuerung der Ethnographica, einige empfindliche Lücken im Ausstellungsgut durch Ankauf zu schließen. So konnte der angestrebte, durch mindestens einen charakteristischen Vertreter veranschaulichte Gesamtüberblick über die Phasen der Entwicklung der chinesischen Keramik vervollständigt und die kleine Sammlung von Objekten aus der hindujavanischen Epoche der indonesischen Kultur ergänzt werden. Ferner trugen verschiedene Leihgaben zur Vervollständigung und Abrundung der bis anhin recht dürftigen Bestände aus der Kultur südamerikanischer Indianerstämme wesentlich bei.

Wie bisher wurde die Bibliothek von Dozenten und Studenten benützt. Den Ausleihdienst besorgte die Konservatorin, Frl. E. LEUZINGER. Die Zuweisung des Meyer-Keyser-Legates erlaubte die Anschaffung neuerer ethnographischer Werke aus dem Ausland. Einen erfreulichen Zuwachs brachte auch ein Austausch von Büchern und Fachzeitschriften mit den völkerkundlichen Instituten von Wien und Rom sowie einige Zuwendungen, u. a. vom Lateranmuseum in Rom.

Im Berichtsjahre erhielt die Sammlung Geschenke von den Herren Prof. Dr. A. HEIM (Waffen, Schmuck und Musikinstrumente südamerikanischer Indianerstämme, 8 Objekte), von H. BERNINGER (11 Objekte aus Afrika, Schmuck und Milchgefäß), von den Herren R. JAQUEROD und A. STEINMANN