

tices have transformed a centuries-old Latin American settlement pattern in only 25 years is not only bringing harmony to the total Venezuelan settlement structure, but may well serve as an experimental model for other countries with large native populations whose rural settlements could be modernized in the hopes of improving food production.

Acknowledgements

The author wishes to express his gratitude to the National Science Foundation (Grants GS 2839 and GS 42607), to the University of Wisconsin-Milwaukee Graduate School Re-

search Committee and the Center for Latin America, and to the Instituto Agrario Nacional, Venezuela, for support in the field. He is also indebted to the Department of Geography, Hebrew University, Jerusalem, for planning excursions to Israeli rural settlements, and to his doctoral students, J. Giegel, M. Hiraoka, K. Muller, T. Speth, and W. Woods for assistance with map work, exchange of ideas, and pleasant companionship during field work in Venezuela. This article is based on Venezuelan field and archival research carried out prior to and following a preliminary report delivered by invitation at a symposium during the 1972 IGU meetings, the results of which appeared in IRONSDIE, R. G., *et al.*, eds., *Frontier Settlement*, Department of Geography Series, University of Alberta, Edmonton, 1974. Illustrations were prepared by the UW-M Cartographic Service.

BERICHTE UND KLEINE MITTEILUNGEN

EIN HYDROLOGISCHES QUERPROFIL DURCH DIE ZENTRALEN ALPEN auf Grund von neuern Werten über den Wasserhaushalt in schweizerischen Forschungsgebieten

Mit 3 Abbildungen und 2 Tabellen

VALENTIN BINGGELI

Summary: A hydrological cross-section through the central Alps.

The aim of this paper is to present a detailed discussion of the hydrological asymmetry which exists between the north and south sides of the central Alps. This phenomenon has been recognised generally and for larger drainage basins, particularly since the pioneering work of OTTO LÜTSCHG. Table 1 presents subsequently calculated values for the hydrological balance in certain parts of the Swiss Alps which illuminate the closer relationships in quantitative form. On the basis of these figures an attempt is made to also portray the hydrological asymmetry in graphical form.

The asymmetry is shown in particular by fig. 2 with linkages between runoff A and mean district altitude H, in which the line of regression of the south side of the Alps is reversed in order to maintain a profile-like picture. The mean altitude for the north-side districts is 1,549 metres above sea level and an accompanying runoff of 121.3 cm per annum. The corresponding figures for the south side of the Alps are: district altitude 1,661 metres, runoff 166.2 cm. In spite of this clearly indicated variety in the hydrological balance of alpine areas fig. 3 also shows, with balance diagrams for individual typical test areas, the form and extent of hydrological asymmetry.

In den Werken von OTTO LUETSCHG (1872–1947) „Zum Wasserhaushalt des Schweizer Hochgebirges“ wurden die Grundlagen der moderne Hochgebirgs-Hydrologie gelegt. Seither sind in deren Fortführung eine ganze Reihe von Untersuchungen durchgeführt worden, die für einzelne Flußgebiete hydrologische Bilanzen gemäß der Gleichung:

Niederschlag = Abfluß + Verdunstung aufstellen lassen¹⁾.

Aus den dadurch ermöglichten Vergleichen sei im folgenden bloß ein Aspekt herausgegriffen, und wir verweisen für die vollständige Zahlensammlung wie Zitierung auf eine demnächst erscheinende umfassendere Arbeit²⁾.

Gegenstand der vorliegenden Miscelle ist die Ungleichheit im Wasserhaushalt von Nord- und Südseite der zentralen Alpen, fortan als „hydrologische Asymmetrie“ bezeichnet. Bekannt war bisher die allgemeine Erscheinung für allgemeine Verhältnisse und größere Flußgebiete. Neue Untersuchungsergebnisse über Niederschlag und Abfluß einzelner typischer Testgebiete erlauben heute eine detaillierte Darstellung der Zusammenhänge. Die Belege dazu finden sich in Tab. 1. Darüber hinaus war unser Ziel, die hydrologische Asymmetrie der Alpen in Querprofilen auch bildhaft aufzuzeigen (Abb. 2 und 3).

¹⁾ Die Arbeiten stammen vorwiegend aus den Forschungsprogrammen der folgenden Stellen: Geographisches Institut der Universität Bern (Prof. Dr. F. GYGAX), Abteilung für Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich (Prof. Ing. P. KASSER), Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern (Ing. E. WALSER), Schweizer. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Abteilung Hydrologie, Birmensdorf-Zürich (Dr. H. M. KELLER) und Schweiz. Meteorologische Zentralanstalt, Abteilung Niederschlag (H. UTTINGER).

²⁾ BINGGELI, V.: Hydrologische Studien im zentralen schweizerischen Alpenvorland, insbesondere im Gebiet der Langete. „Beiträge zur Geologie der Schweiz – Hydrologie“ Nr. 22, Bern.

Tabelle 1: Hydrologische Bilanzen alpiner Untersuchungsgebiete der Schweiz
Hydrological balances of alpine districts in Switzerland

Einzugsgebiet, Abfluß-Station	Mittl. Höhe m ü. M.	Nieder- schlag cm	Abfluß cm	Verdun- stung cm	Periode	Autor (s. Literaturverz.)
1 Rhein, Basel	1050	142	94	48	1901-40	WALSER 1954
2 Kl. Emme, Malters	1070	154	99	55	1930-56	WALSER 1958
3 Emme, Eggiwil	1130	151	111	40	1931-60	KASSER 1967
4 Aa, Sarnen	1280	161	117	44	1930-56	WALSER 1958
5 Aare, Thun	1760	182	141	41	1930-55	WALSER 1957
6 Glenner, Ilanz	2012	165	123	42	1894/95-1908/09	RODER 1914
7 Vorderrhein, Ilanz	2029	170	141	29	wie 6	RODER 1914
8 Rhein, Hochalpen	2060	172	144	28	1945-52	WALSER 1954
9 Inn, Martina	2350	126	96	30	1901-40	WALSER 1967
10 Massa, Massaboden	2920	209	214	21	1931-60	KASSER 1967
11 Magliasina, Aranno	1055	192	148	44	1939-44	GYGAX 1948
12 Melera, V. Melera	1419	206	135	71	1934/35-1953/54	BURGER 1954
13 Vedeggio, Isona	1450	224	176	48	1960/61-1965/66	GÄUMANN in JAGGI 1970
14 Isorno, Russo	1590	194	157	37	1949-53	KISTLER 1954
15 Verzasca, Corippo	1680	230	192	38	1956/57-1963/64	GRÜTTER 1967
16 Rovana, Collinasca	1895	206	179	27	1948/48-1956/57	HIRSBRUNNER 1959
17 Brenno, Campra	1907	209	174	35	1953/54-1967/68	BINGGELI 1961
17 id., mit Fremdwasser	1907	209	197	-	wie 17	BINGGELI 1970
18 Bavona, Bignasco	1950	224	161	63	1947/48-1952/53	REIST 1960
19 Brenno, C. Blenio	2000	200	174	26	1946/47-1954/55	WITSCHI 1957

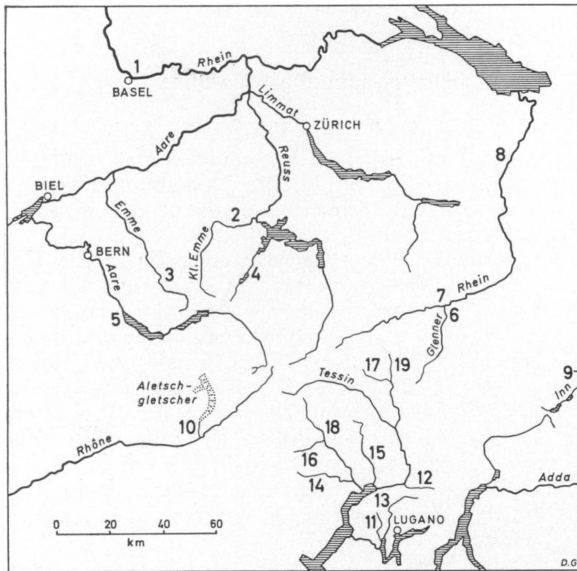


Abb. 1: Hydrographische Übersichtsskizze der zentralen Alpen. Die Ziffern bezeichnen die Untersuchungsgebiete gemäß Tab. 1

Hydrographical sketch of the central Swiss Alps. Numerals: Areas of research, see table 1

Wie Tab. 1 zeigt, entstammen die Werte verschiedenen Autoren und Beobachtungsperioden; da ihnen jedoch langjährige Meßreihen zugrunde liegen, sind Vergleiche zulässig und sinnvoll. Die behandelten Forschungsgebiete verteilen sich auf einem breiten Streifen quer über die Alpen zwischen Basel und Lugano (Abb. 1).

Die erste der beiden erwähnten graphischen Darstellungen, Abb. 2, gibt ein Bild der Funktionen zwischen mittlerer jährlicher Abflußmenge der Flüsse und mittlerer Meereshöhe ihrer Einzugsgebiete. Um sie einem geländeentsprechenden Querprofil gemäß aufzubauen, wurde die Ausgleichsgerade für die Alpensüdseite umgeklappt der nordseitigen gegenüber gestellt. Die zugehörigen Gleichungen lauten:

$$\text{Alpennordseite } A = 0.03776 H + 62.76 \text{ (cm)} \quad r = 0.90$$

$$\text{Alpensüdseite } A = 0.03004 H + 116.34 \text{ (cm)} \quad r = 0.54$$

$$A = \text{Abflußhöhe} \quad H = \text{Höhenlage m ü. M.}$$

Die starke Streuung der Abflußpunkte war zu erwarten, halten wir uns ihre geologisch-morphologisch wie klimatisch überaus verschiedenartigen Herkunftsgebiete vor Augen. Der bekannte Niederschlagsreichtum der Alpensüdseite, verursacht durch häufigen und (an der steilen Gebirgsflanke) besonders ausgeprägten Stau feuchter mediterraner Luftmassen findet seine Folge in der hohen Lage des südseitigen Punktschwarms und in der entsprechenden Asymmetrie der beiden Regressionsgeraden. Die Zahlen für die beiden Schwerpunkte lauten:

$$\text{Alpennordseite } H = 1549 \text{ m ü. M.} \quad A = 121.3 \text{ cm}$$

$$\text{Alpensüdseite } H = 1661 \text{ m ü. M.} \quad A = 166.2 \text{ cm}$$

Für eine mittlere Höhenlage um 1500 m ergeben sich folgende Vergleichswerte der mittleren jährlichen Abflußhöhen:

$$\text{Alpennordseite } A = 119.4 \text{ cm}$$

$$\text{Alpensüdseite } A = 161.4 \text{ cm}$$

Auffallend ist die sehr ähnliche Steigung der beiden Regressionsgeraden. Denn den minder hohen Abflußbeträgen der nordseitigen Gebiete und ihren relativ ge-

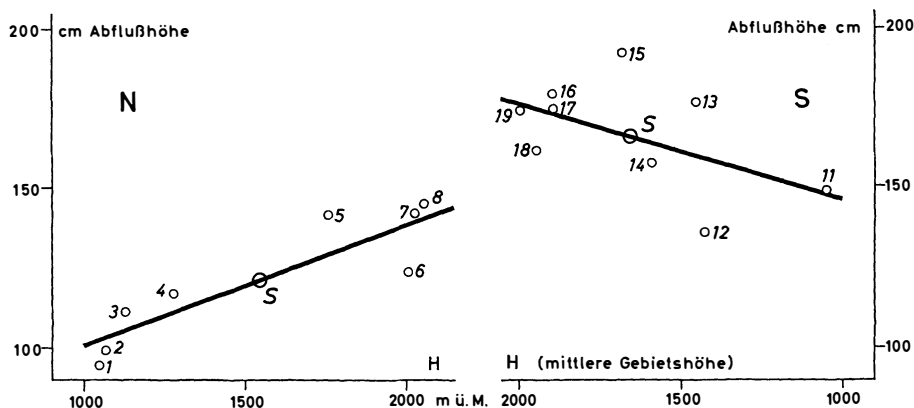


Abb. 2: Mittlere jährliche Abflußhöhen alpiner Flüsse in Abhängigkeit von der mittleren Höhenlage ihrer Einzugsgebiete, dargestellt als „Querprofil“ (Funktions-Diagramm rechts umgeklappt)

Relations between mean annual runoff of alpine rivers and the average altitude of their basins. The diagram on the right side is reversed, to show a profile

ringen Unterschieden stehen auf der Südseite die bezüglich ihrer Höhenlage außerordentlich großen Abflußmengen der Gebiete am Gebirgsfuß gegenüber. Die niederschlagsproduktiven Staulagen wirken sich dort nämlich weit südwärts aus und führen in der Zone um den Lago Maggiore zu höchsten alpinen Niederschlagsmitteln. Daher rühren die relativ niedrigen Differenzen zwischen den Abflußmengen hoher und tiefliegender Regionen der Alpensüdabdachung, deren Regressionsgerade sogar noch leicht geringere Steigung aufweist als jene der Nordseite.

Was nun die zweite graphische Darstellung betrifft, wurden, ebenfalls von Norden nach Süden (Thun-Lugano), aus den verfügbaren Werten des Wasserhaushalts einzelner alpiner Flußgebiete einige Typen herausgestellt (Abb. 3). Da es nicht darum ging, nur allgemeine Mischtypen zu wählen, sondern ebenso charakteristische Sonderfälle, kommt die akzentuierte Mannigfalt alpinen Wasserhaushalts deutlich zum Ausdruck. Entsprechend tritt die Größe der Landesverdunstung – die klassische Halbinvariante nach FISCHER (1936) – in relativ großer Unterschiedlichkeit auf, denn gemäß der Gleichung Verdunstung = Niederschlag – Abfluß gehen Abfluß-Sonderheiten, z. B. Fremdwasser, störend in die Größe der Verdunstung ein. Hier wäre demnach an ihrer Stelle diejenige des „Unterschied“ am Platze ($N - A = U$).

Normale, d. h. mittlere Verhältnisse der Alpennordseite werden in Abb. 3 durch die Aare (Thun) repräsentiert. Es handelt sich um den Mischtyp, der Einflüsse verschiedenartiger Teileinzugsgebiete vereinigt. Die Verhältnisse eines hochalpinen Glazialregimes zeigt die Massa unterhalb des Aletschgletschers (vergletschertes Areal 67,6%). Hier fließt zeitweise mehr ab, als das Gebiet an Niederschlag empfängt (Gletscherschmelze). Charakteristisch für die Bilanz eines inneralpiner Hochtalts ist die des Engadins (Inn, Martina). Einerseits stellen sich dort kontinentale Klimateinflüsse und Niederschlags-Schattenwirkung durch die Gebirgsumrahmung ein, andererseits mag durch die Massenerhebung eine leicht erhöhte Verdunstung gegeben sein.

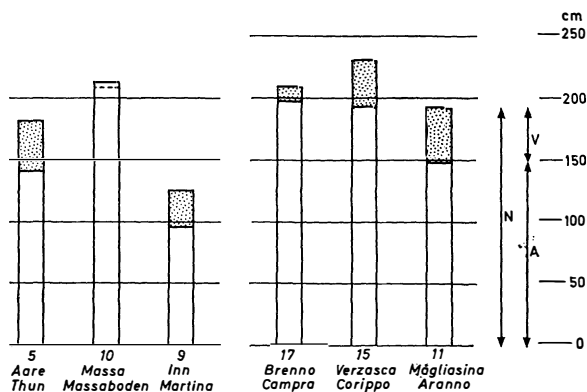


Abb. 3: Wasserhaushalts-Typen der zentralen Alpen. Hydrologische Bilanzen: Niederschlag N = Abfluß A + Verdunstung V

Types of water balance for the central Swiss Alps. Water budget: Precipitation N = Runoff A + Evaporation V

Beim Sonderfalle des Brenno del Lucomagno (Campra), in der alpinen Kammzone gelegen, muß ein Abfluß-Überschuß zufolge von Fremdwassereintritt in Rechnung gestellt werden (um 250 mm mittlerer jährlicher Abflußhöhe). Wasserreichtum ist bezeichnend für die alpensüdseitigen Gebiete der Verzasca (Corippo) im hochalpinen Sopraceneri und der Magliasina (Aranno) im voralpinen Sottoceneri (Südtessin). Wenn wir beispielsweise die sehr ähnlichen Bilanzzahlen von Aare/Thun und Magliasina/Aranno beachten, muß deren ganz ungleiche Höhenlage betont werden.

Abschließend bietet Tab. 2 als Zusammenfassung durchschnittliche Bilanzwerte für beide Gebirgsseiten der zentralen schweizerischen Alpen. Darin sind alle Zahlen enthalten, die bis heute aus diesem Raum bekannt geworden sind. Anhand der hier noch zugesellten Größe des Abflußfaktors (Quotient aus: Abfluß / Niederschlag) zeigt sich, daß auf der wasserreichen Alpensüdseite etwas mehr, rund $\frac{4}{5}$, vom Niederschlag zum Abfluß gelangt, als auf der Nordseite,

wo der Abfluß rund $\frac{3}{4}$ des zugehörigen Niederschlags ausmacht. Im übrigen erhellt auch hier nochmals schön die hydrologische Asymmetrie zwischen Nord- und Süabdachung der zentralen Alpen.

Tabelle 2: Hydrologische Bilanzen für Nord- und Südseite der zentralen Alpen. Mittelwerte von Gebietsgruppen

Hydrological balances for north and south sides of the central Alps. Mean values of grouped districts

Einzugsgebiete	N	A	V	AF
	Nieder- schlag cm	Abfluß cm	Ver- dunstung cm	Abfluß- faktor A/N
1. 26 Gebiete der Alpennordseite	168	128	40	0.76
2. 10 Gebiete der Alpensüdseite	205	163	42	0.80
3. 36 alpine Gebiete (1. + 2. oben)	178	138	40	0.77

Literatur

Es werden nur die direkt als Unterlagen (insbesondere zu Tab. 1, 2 und 3) benützten Publikationen zitiert. Für alle weiteren Angaben siehe in der unter Fußnote 2 angeführten Arbeit.

Amt für Wasserwirtschaft, Eidg.: Hydrographisches Jahrbuch der Schweiz. Bern, p. a. seit 1917.

BINGGELI, V.: Karsthydrologische Wasserhärtestudien im Lukmaniergebiet. Mitt. Schweiz. Natf. Ges. Zürich, 1960.
- : Zur Morphologie und Hydrologie der V. d. Lucomagno, Ticino. Beitr. z. Geol. d. Schweiz – Hydrologie 12. Bern 1961.
- : Niederschlagskarte und hydrologische Bilanz des Lukmaniertals. Mitt. Natf. Ges. Bern 1970.

BURGER, H.: Einfluß des Waldes auf den Stand der Gewässer im Sperbel- und Rappengraben. Mitt. Eidg. Anstalt f. d. forstl. Vers.wesen. Zürich 1954.

- : Der Wasserhaushalt im V. d. Melera. Mitt. Eidg. Anstalt f. d. forstl. Vers.wesen. Zürich 1945.
FISCHER, K.: Ziele und Wege der Untersuchungen über den Wasserhaushalt. Mitt. deutsch. Wasserwirtsch. 40. Berlin 1936.

GRÜTTER, E.: Beiträge zur Morphologie und Hydrologie des V. Verzasca. Diss. Bern 1967.

GUILCHER, A.: Précis d'Hydrologie. Paris 1965.

GYGAX, F.: Niederschlag und Abfluß im Einzugsgebiet der Magliasina. Beitr. z. Geol. d. Schweiz – Hydrologie 4. Bern 1948.

HIRSBRUNNER, G.: Morphologie und Hydrologie der Romanatäler. Diss. Bern 1959.

International Hydrological Decade, Kommission on the: Run-off Regimen an Water Balance I/II. Freib. Geogr. H. 6 und 12. Freiburg i. Br. 1968, 1972.

JAGGI, C.: Hydrologische Untersuchungen in verschiedenen Tessiner Tälern. Diss. Bern 1970.

KASSER, P.: Hydrographie. In: Atlas der Schweiz III. Bern 1967.

KELLER, R.: Gewässer und Wasserhaushalt des Festlandes. Berlin 1961.

KISTLER, E.: Hydrologische Untersuchungen in der V. Onsernone. Diss. Bern 1954.

KRESSER, W.: Hydrologische Betrachtung der oesterreichischen Gewässer. Verh. Int. Ver. Limnol. XIV. Stuttgart 1961.

- : Die Donau und ihre Hydrologie. Wasser- u. En.wirtsch. 3/4. Baden-Zürich 1973.

LÜTSCHG, O.: Zum Wasserhaushalt des Schweizer Hochgebirges. Band I, II. Beitr. z. Geol. d. Schweiz – Hydrologie 4. Bern 1944–1954.

REIST, M.: Morphologie und Hydrologie des Bavonatales. Diss. Bern 1960.

RODER, E.: Niederschlag und Abfluß im bündnerischen Rheingebiet. Mitt. Abt. f. Landeshydrographie. Bern 1914.

WALSER, E.: Niederschlags- und Abflußverhältnisse im Einzugsgebiet des Rheins oberhalb von Basel. Wasser- u. En.wirtsch. 5–7. Zürich 1954.

- : Niederschlags- und Abflußverhältnisse im Einzugsgebiet der Aare. Wasser- u. En.wirtsch. 7–9. Zürich 1957.

- : Niederschlag und Abfluß im Reußgebiet. Wasser- u. En.wirtsch. 8/9. Zürich 1958.

- : Niederschlags- und Abflußverhältnisse im Engadin. Wasser- u. En.wirtsch. 6/7. Zürich 1967.

WITSCHI, R.: Morphologie und Hydrologie der oberen Bleniotäler. Diss. Bern 1957.

WUNDT, W.: Gewässerkunde. Berlin 1953.

EXTENSIVIERUNGERSCHERINUNGEN UND WÜSTUNGEN. BEMERKUNGEN ZU ZWEI BEITRÄGEN ZUM WÜSTUNGSSCHEMA

Mit 2 Tabellen

KLAUS FEHN

Summary: Extensivisation phenomena and settlement desertion. Observation on two contributions to a schema of settlement desertion.

A modified schema of settlement desertion is presented as a result of further considerations arising from a critique of the two excellent and knowledge-advancing papers by

MARTIN BORN (see tab. 2). The core features are the differentiation of settlement desertion from extensivisation phenomena using criteria of land use abandonment and the incipient decay of settlement form; the application of the additional terms "absolute" and "relative" for the degree of decay of settlement form; the introduction into the