

**Zeitschrift:** Geographica Helvetica : schweizerische Zeitschrift für Geographie = Swiss journal of geography = revue suisse de géographie = rivista svizzera di geografia

**Herausgeber:** Verband Geographie Schweiz ; Geographisch-Ethnographische Gesellschaft Zürich

**Band:** 16 (1961)

**Heft:** 1

**Artikel:** Karsthydrologische Wasserhärte-Studien im Lukmaniergebiet

**Autor:** Binggeli, Valentin

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-43583>

### 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:** 25.01.2026

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

municipalité a créé une piscine dont l'eau est chauffable et une patinoire artificielle à ciel ouvert. La municipalité a donc de lourdes charges et doit naturellement les couvrir partiellement par des impôts dont elle ne peut accabler trop les ouvriers car ils s'en iraient.

Pour l'horlogerie, la situation est différente, les frais de transports des matières premières et des produits finis comptent pour très peu en regard de la valeur des produits finis, d'autre part, la plupart des maisons d'horlogerie petites ou moyennes ne fabriquent qu'une partie des montres et dépendent sur d'autres fabriques pour les autres pièces; certaines fabriques même ne font que monter les montres avec des pièces provenant de fabriques spécialisées. Ainsi, il y a des avantages certains pour des fabriques d'horlogerie à être établies à la Chaux-de-Fonds.

L'horlogerie est donc et restera probablement l'industrie qui fait vivre la Chaux-de-Fonds; comme cette industrie est actuellement dans une bonne situation, la Chaux-de-Fonds est une ville prospère. Il est à espérer que cette situation se prolongera longtemps.

#### EINE GEOGRAPHISCHE ANOMALIE: LA CHAUX-DE-FONDS

In einem Hochtal des Jura, umgeben von Tannenwäldern und Weiden, gruppiert La Chaux-de-Fonds, eine Stadt von sehr modernem Aussehen, seine Bauten längs langen parallelen Straßenzügen, aus denen einzelne 2o und mehr stöckige Häuser ragen. Als Agglomeration ohne Weichbild, ohne eigentliche Industriequartiere — da die lichtvollen Fabriken sich mit den Wohnungen mischen — gewährt sie einen eher strengen Anblick, denn keinerlei Gewässer beleben sie, und die meisten Bauten sind phantasielose Blöcke. Nichts in ihrer Lage und Natur verrät, weshalb in diesem rauen Klima und in dieser wenig anmutigen Landschaft sich eine Stadt hat bilden und entwickeln können: Das Wasser ist rar, an Bodenschätzten herrscht Mangel und die agraren Grundlagen sind kärglich. Außerdem entspricht der Standort lediglich irgend einer der Jurapassagen, nicht aber einer Nationalstraßenroute oder internationalen Bahnlinie. Dennoch überschritt La Chaux-de-Fonds Bevölkerungszahl bereits im 19. Jahrhundert die des bedeutend günstiger gelegenen Neuenburg. Sie verdankt ihre Entwicklung vor allem der Uhrenindustrie, welche Bauern der Umgebung zum Existenzausgleich einführten. Als ein Zentrum der Region wurde sie auch kommerzieller Mittelpunkt und seit dem 19. Jahrhundert, als in ihr auch Fabriken entstanden, ist sie *die Uhrenmetropole* geworden.

### KARSTHYDROLOGISCHE WASSERHÄRTE - STUDIEN IM LUKMANIERGEBIET

VALENTIN BINGGELI

Die folgende Untersuchung befaßt sich mit der Chemie der Gewässer am Lukmanier, speziell mit ihrer Härte. Das Untersuchungsgebiet umfaßt von der Paßhöhe Lucomagno bis Olivone das Einzugsgebiet des Brenno del Lucomagno mit 55.5 km<sup>2</sup>. Die Valle del Lucomagno (Landeskarte; früher V. Sta. Maria genannt: Siegfriedatlas), schließt bei Olivone mit einer Mündungsstufe von 550 m an die größere der beiden Brenno-Quellwurzeln (Camadra-Greina) und das Blenio-Haupttal an. 3 tektonische Einheiten streichen E-W durch das Gebiet: Im N das SE-Ende des Gotthardmassivs, im S die penninischen Decken (Stirn der Lucomagno-Decke), dazwischen die mesozoische Sedimentmulde Bedretto—Piora—Lucomagno. Hydrologisch von besonderer Bedeutung sind die mächtigen und hier breit entwickelten durchlässigen Gesteine derselben, Dolomit, Rauhwacke und Gips, wie die ebenfalls gewaltigen Massen gotthardmassivischer und penninischer Bündnerschiefer.

Im Rahmen unserer allgemeinen morphologischen und hydrologischen Untersuchungen des Talgebietes wandten wir uns speziell den karstigen Problemen von Dolinen und Quellen zu. Zudem wollten wir einmal die Gewässer eines ganzen Gebietes auf ihre Härten hin prüfen und versuchen, diese als morphologische und hydrologische Indizien nutzbar zu machen.

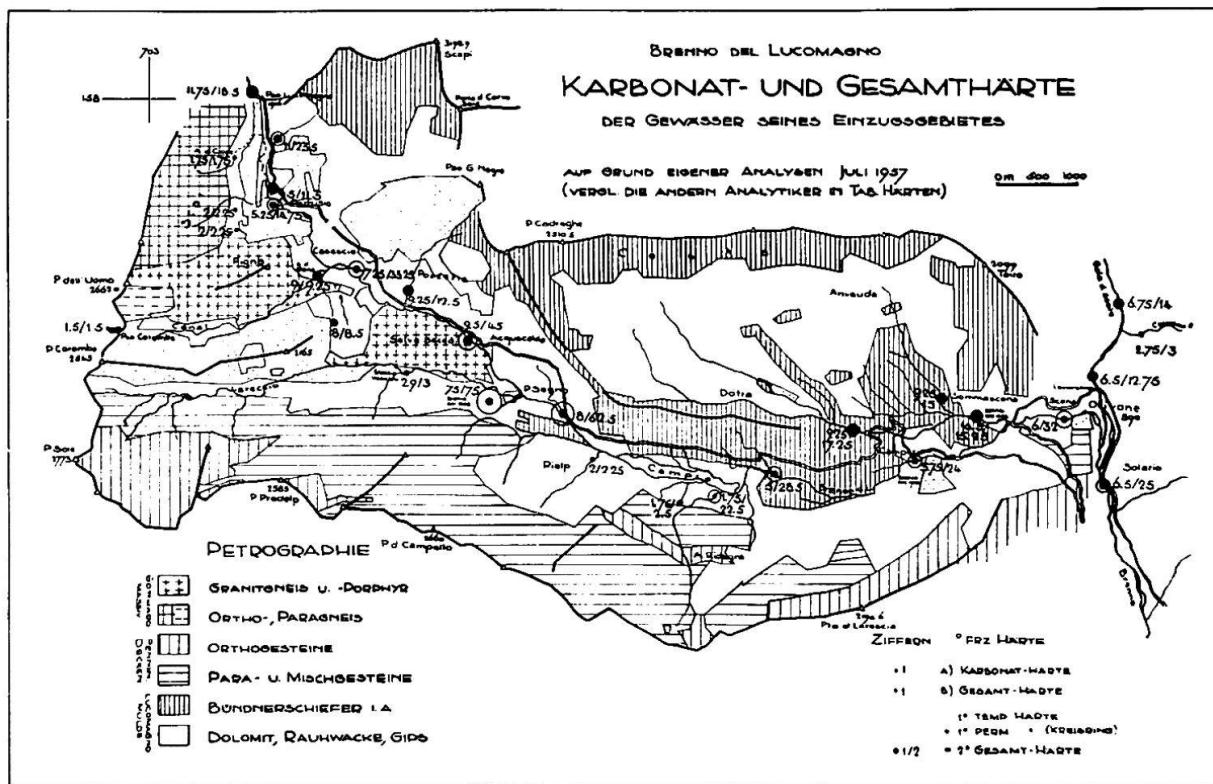


Fig. 1. Härtekarte der Gewässer des Lukmaniergebiets

Im Sommer und Herbst 1957 wurden die Hauptgewässer systematisch auf beide Härten hin analysiert (33 Stellen, Fig. 1). Eingehendere Analysen ließen uns ausführen durch das Labor der Städt. Wasserwerke Bern und weitere der Jahre 1955—58 überließen uns in verdankenswerter Weise die Blenio KW AG.

Beraten durch das genannte Labor hatten wir ein feldmäßiges Instrumentarium zusammengestellt; Hauptgerät ist eine Polyaethylen-Titrationsflasche, wie sie damals in der Schweiz erstmals zur Anwendung gelangt sein dürfte. Ebenso verhält es sich u. W. damit, daß mit einem Trockenindikator (Eriochromschwarz T, in NaCl-Verreibung) gearbeitet wurde.

Resultate und graphische Auswertung der Härte-Ermittlungen sind die folgenden:

1. *Härte-Diagramme* (Fig. 2). Die Lukmanier-Wasser werden mit solchen anderer Gebiete verglichen und zeigen sich mehrheitlich als karbonat-weich, jedoch sulfat-hart, z. T. ganz außergewöhnlich.

2. *Anteil der Karbonate an der Gesamthärte*. Er ist im Gebiet recht klein. Deutlich ist, daß die weichen Wasser relativ karbonatreich sind. Mit zunehmender Gesamthärte erfolgt eine gewisse Abnahme der Karbonate, sowohl prozentual wie absolut.

3. *Die Abhängigkeit der Härte von der petrochemischen Zusammensetzung der Flußgebiete* (Fig. 1 und 2). Es fällt auf, daß auch Kristallinwasser noch eine gewisse Karbonathärte aufweisen (15—25% derjenigen aus Kalkgebieten). In den Bündnerschiefern haben wir die höchsten Karbonathärten, die verglichen mit andern Gebieten immer noch eher als klein zu bezeichnen sind. Dagegen ergeben sich sehr hohe Sulfathärten: in den Kalk- und Sulfatgesteinen der mittleren Trias.

#### *Härte-Mittelwerte für Gewässer folgender Einzugsgebiete*

Gotthard-Kristallin (Granit-, Orthogneis)	1.8	1.9
Pennin. Kristallin (Ortho- und Paragesteine)	1.9	2.4
Mesoz. Sedimente (vor allem Bündnerschiefer)	11.1	20.5
Mesoz. Sedimente (vor allem Kalk, Dolomit, Gips)	7.9	38.1

Setzen wir in einem Diagramm zu diesen Werten diejenigen von Flüssen ein, so wird damit eine überblicksmäßige petrochem. Charakterisierung der Flußgebiete er-

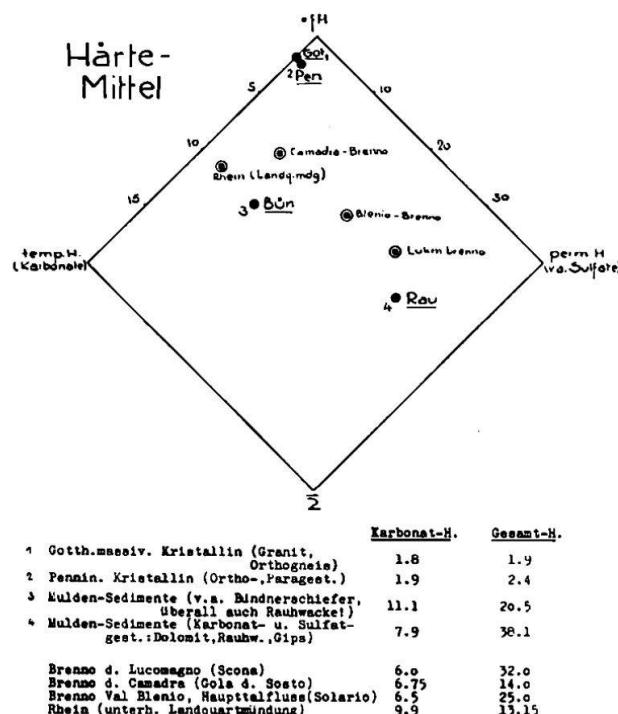


Fig. 2

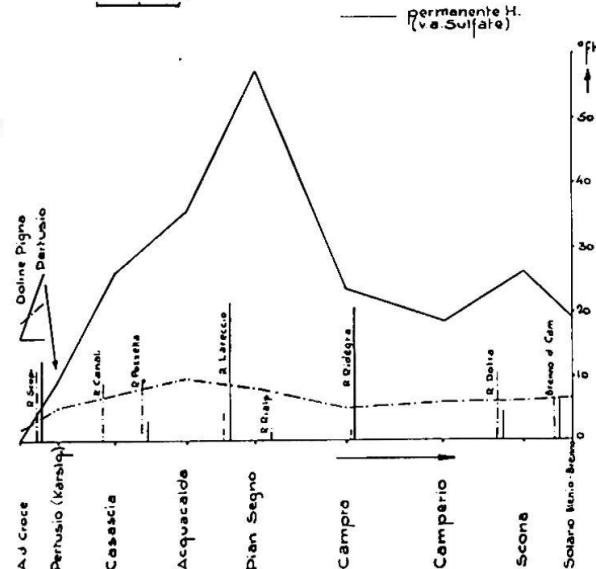


Fig. 3

möglich: Abseits vom Rhein mit ausgesprochenem Bündnerschiefer-Kristallin-Regime (Karbonat-Krist.-R.) liegt der Lukmanierbrenno mit Rauhwacke-Bündnerschiefer-Regime (vorw. Sulfat-Regime) und schwachem Kristallin-Einfluß.

4. Die Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit von der Gesamthärte ist eine sehr direkte (Fig. 4). Es könnten hier also in umgekehrter Weise über die Ermittlung der elektrischen Leitfähigkeit hin die ungefähren Gesamthärte-Zahlen ermittelt werden.

5. Die jahreszeitliche Abhängigkeit. Die Zunahme Sommer-Herbst (Verdünnung) entspricht den Ergebnissen im Bündner Rheingebiet (H. JAECKLI, Gegenwartsgeologie des bündnerischen Rheingebietes, Bern 1957), darüber hinaus fehlen im Gebiet die Werte.

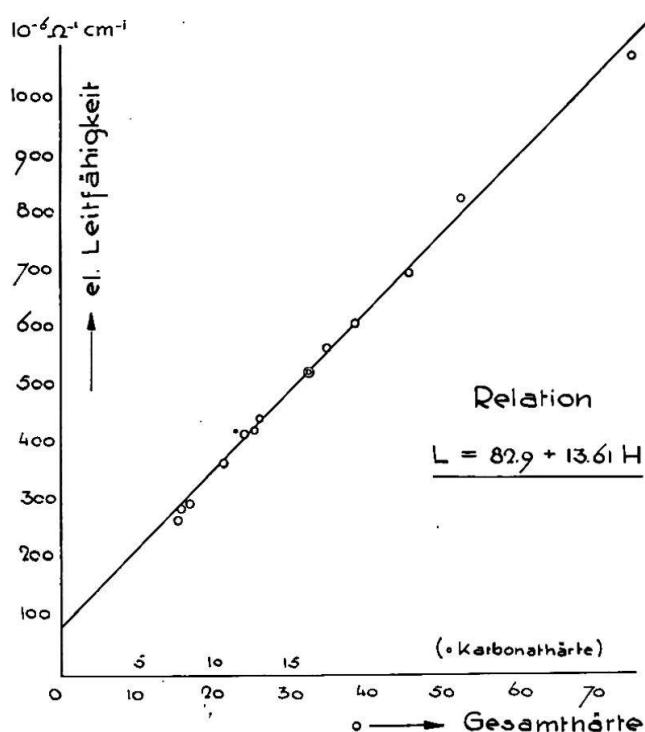
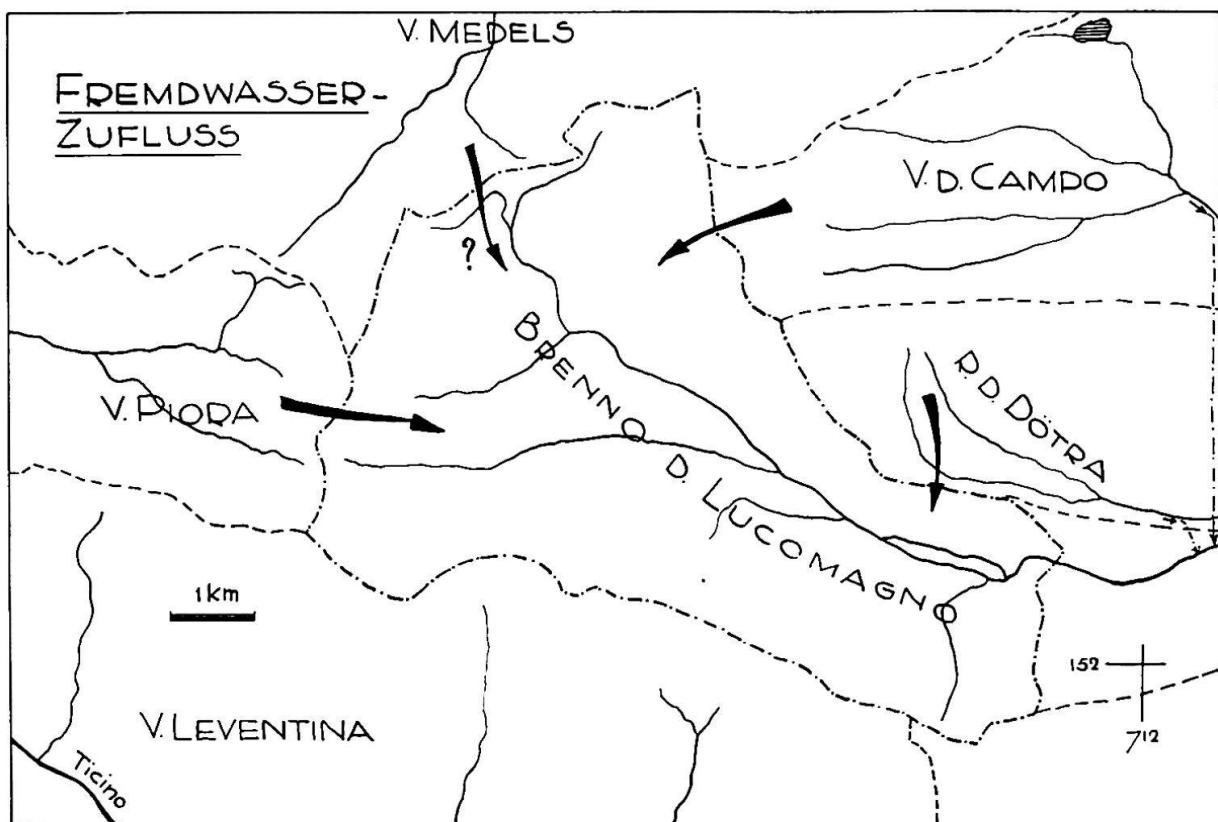


Fig. 4. Die el. Leitfähigkeit in Funktion der Gesamthärte (kleine Kreise = Karbonathärte). Korrelation  $k = 0.997$ . Nach Analysen der Blenio KW AG. Sommer/Herbst 1955, 1958.



6. Das Härte-Profil längs des Brenno d. L. (Fig. 3) zeigt, daß die Härten der Zuflüsse für die Schwankungen der Kurve des Hauptflusses nicht allein ausschlaggebend sind, sondern daß auf starke Beeinflussung durch zahlreiche kleine und teilweise direkt durch den Schutt in den Brenno gelangende sehr harte Wasser (vor allem der Westseite Casascia-P. Segno geschlossen werden muß.

7. Zwischen Temperatur und Karbonatgehalt vor dem Austritt zweier Quellwasser läßt sich eine gewisse umgekehrte Proportionalität, doch recht unregelmäßig, feststellen. Eine Abhängigkeit ist vorerst anderswo zu suchen.

8. Praktisches Interesse wird den Härte-Erhebungen von der Bautechnik, vor allem den Elektrizitätswerken, entgegengebracht. Eine Betongefährdung durch Sulfatwasser wird angenommen bei 200–300 mg SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/l. Der Lukmanierbrenno bei Segno führt bis 610 mg/1!

In verschiedenen Richtungen liefern nun die Härte-Werte interessante indirekte Angaben.

1. Sie machen Aussagen über *Wasserherkunft und Einzugsgebiete von Quellen*. a) Danach ist die Pertusio-Karstquelle kein «Sulfatwasser», zeigt sich entgegen den Erwartungen als relativ weich. Ihr Wasser quert wahrscheinlich die nahe Gipszone nicht. b) Die Quellen bei A. Lareccio wurden mittels Temperatur- und Härte-Erhebungen als verdeckte Felsquellen erkannt. c) 2 unmittelbar benachbarte Wasser (Quelle im Delta eines Baches!) zeigen aller Erwartung zum Trotz durch die Werte von: Ridegra-Bach 22.5 °fH, Quelle 2.5 °fH, daß ihre Wasser aus verschiedenen Gebieten stammen.

2. Ähnliche Angaben machen Härten über *unterirdische Laufzusammenhänge und Durchflußgeschwindigkeiten*. Im Falle der Pertusio-Quelle weisen die Werte auf große Geschwindigkeiten hin, was indessen bloß für den einen Teil der Zuflüsse gilt, wie andererseits aus Fluorescein-Färbungen hervorgeht.

3. In der selben Richtung werden Anhaltspunkte geliefert über die schwer erfassbaren *Fremdwasser-Zuflüsse* aus Nachbartälern, ein besonderes Problem des hydrographisch - lithologisch «ungeschlossenen» Lukmaniergebietes (hydrologische Bilanz).

Die Härte-Bestimmungen stützten unsere Annahmen und andern Berechnungen über die Abfluß-Defizite und -Überschüsse. a) Die am W-Rand des Segno-Beckens austretenden sehr (sulfat-)harten Wasser weisen auf lange Durchflußwege hin, die sich bis jenseits der Wasserscheide ins V. Piora erstrecken dürften. b) Die sehr hohen Karbonat-Härten nördlich Acquacalda weisen auf lange Durchflußwege, und zwar nun in Bündnerschiefern, hin, was auf Herkunft aus dem obern V. Campo deutet.

4. Schließlich ermöglichen die Härte-Erhebungen, die angenähert die Gesamtmineralisation der Gewässer erfassen, zusammen mit den Abfluß-Werten ein Maß der chemischen Erosion. Wir setzten für diese Berechnungen nicht die Mittel unserer Zahlen, sondern die Herbstwerte ein, die nach der Kurve von JAECKLI (1957) ungefähr dem Jahresmittel entsprechen. Die Lösung der Karbonate stimmt in den sehr verschiedenen großen Gebieten Lukmanier, Camadra-Greina und Rhein (Ragaz) ziemlich genau überein: pro Jahr beträgt der Gebirgsabtrag 0.04 mm, oder: es wird in 20 Jahren 1 mm Gesteinshöhe chemisch erodiert.

Die gesamte gelöste und abtransportierte Mineralsubstanz pro Flächeneinheit indessen ist im Lukmanier bedeutend größer als in den beiden verglichenen Gebieten: Im Lucomagno beträgt der gesamte Abtrag pro Jahr 0,26 mm: 1 mm Gestein wird in ca. 4 Jahren chemisch erodiert; Camadra-Greina: 11 Jahre; Rhein: 19 Jahre. Der Abtrag durch chemische Wirkung macht im Lucomagno die Hälfte der vom Rhein (aus Schlamm- und Deltavermessungen) bekannten mechanischen Erosion aus, die 0.53 mm/J. beträgt, während sie im Falle des Rheins selber bloß den 10. Teil des mechanischen Abtrags ausmacht.

#### THE HARDNESS OF THE WATER IN THE LUCOMAGNO

The central-Alpine high-valley of the Brenno del Lucomagno belongs to the south-Alpine river district of the Ticino. Instruments were developed to measure the carbonate and the total degree of hardness (Polyaethylene titration-bottle, dry indicator), both probably being used for the first time in Switzerland.

The big Karst stream-source at Pertusio was thoroughly examined with regard to the origin of its water, temperature, quantity and chemical composition. For the Brenno del Lucomagno and the Ri di Lareccio systematic water-analyses showed an exceptionally high sulphate content, up to 70° of French hardness. Hydrochemical statements concern hardness, off-flowing conditions in the course of the seasons, hardness-profiles of the Brenno d.L., electric conducting capacity. Research was also conducted into subterranean waterways, foreign tributaries and the extent of the chemical erosion (1 mm in only 3 to 4 years).

## ZUR POLITISCHEN GEOGRAPHIE AFRIKAS

WERNER NIGG

Mit 2 Karten von ARTHUR DÜRST

Vielelleicht geht das Jahr 1960 als «das Jahr Afrikas» in die Geschichte ein. Trotz wichtiger Ereignisse und Spannungen in anderen Erdteilen (mißglückte Gipfelkonferenz, Staatsstreich in der Türkei, Präsidentschaftswahlen in den USA, Geschehnisse in Kuba, Laos usw.) nahm der Schwarze Kontinent die Aufmerksamkeit der Welt am stärksten in Anspruch.

In dichter Reihe folgten sich die Unabhängigkeitserklärungen zahlreicher afrikanischer Staaten. Länder, deren Namen man bisher kaum gehört hatte, traten ins Rampenlicht der großen Politik und nahmen als Gleichberechtigte einen Platz in der UNO ein.

Bis zum zweiten Weltkrieg galt Afrika als *der* Kolonialerde teil, bestanden doch vor Kriegsausbruch nur die drei unabhängigen Staaten Liberia, Südafrikanische Union und Ägypten (Äthiopien war von 1936 bis 1941 von den Italienern besetzt). Diese unabhängigen Staaten umfaßten nur rund 8% der Gesamtfläche und ca. 18% der Bevölkerung Afrikas. Nach dem zwei-