

3-4

Hydrochemische Untersuchungen an Fliess- und Grundwässern im Montafon und Walgau (Vorarlberg) in Beziehung zur Geologie des Einzugsgebietes

Franz Berger

Die Vorarlberger Illwerke A.G., welche seit mehreren Jahrzehnten den hydroelektrischen Ausbau der Wasserkräfte des Rätikon, der Silvretta und der Ferwallgruppe betreibt, veranlasste in den Jahren 1971 und 1980 an den wichtigsten Zubringerbächen der Ill, an dieser selbst und an zahlreichen Rohrpegelstellen im Talbodenschutt hydrochemische Untersuchungen, die die hydrogeologischen Arbeiten über das Grundwassersystem (1) ergänzen sollen. Die in den letzten Jahren erschienenen ausserordentlich genauen geologischen Karten der Geologischen Bundesanstalt in Wien (2) boten eine detailreiche Unterlage für die Herstellung von Beziehungen zwischen den hydrochemischen Komponenten der Fliesswässer und deren Quell- und Begleitgesteinen.

Von der im Jahre 1981 abgeschlossenen Arbeit, die ausser den etwa 1600 Analysendaten eine möglichst vollständige Interpretation umfasst, soll hier ein kurzer Auszug folgen, der einige allgemeine Ergebnisse umfasst, die ohne Tabellen und Karten darstellbar sind.

Mit technischer und personeller Unterstützung durch die hydrographische Abteilung der Werksleitung wurden in der Zeit vom 1. bis 3. Juli 1980, beginnend im Montafon in 1100 m Seehöhe bis zum nordwestlichen Ende des Walgaus bei Frastanz in 462 m ü.M. an 147 Stellen des Flusssystemes der Ill Proben entnommen. 12 Stellen betrafen den Fluss selbst, 45 lagen an Bächen und Quellen und 47 Proben wurden aus Grundwasser-Pegelrohren gepumpt. Diese 104 Entnahmestellen waren mit denen vom Jahre 1971 identisch. Weitere 6 Proben aus Quell- und Bachwässern sowie 39 aus Grundwässern wurden an neu gewählten Probestellen entnommen.

Unabhängig von Verdünnung oder Konzentrierung durch Regen- oder Trockenzeiten bleiben die Äquivalentprocente für ein Gewässer charakteristisch. In den Wässern des Illflussgebietes spielen die Karbonat- und die Sulfationen die Hauptrolle unter den Anionen \* ). Nitrat und Chlorid treten anteilmässig sehr zurück, besonders die Fließwässer sind fast chloridfrei. Daher lässt sich auf Grund des Karbonat- und Sulfatanteils allein eine Einteilung der Wässer nach fünf Gruppen vornehmen:

Wässer mit einem Gehalt an:	Karbonat über 80%	Karbonat 80-60%	um 50% ± 10%	Sulfat 60-80%	Sulfat über 80%
Quellen, Bäche und Ill-Proben	9	26	23	4	2
Grundwasser aus Pegelrohren und Brunnen	6	28	46	3	0
Insgesamt von 147:	15	54	69	7	2

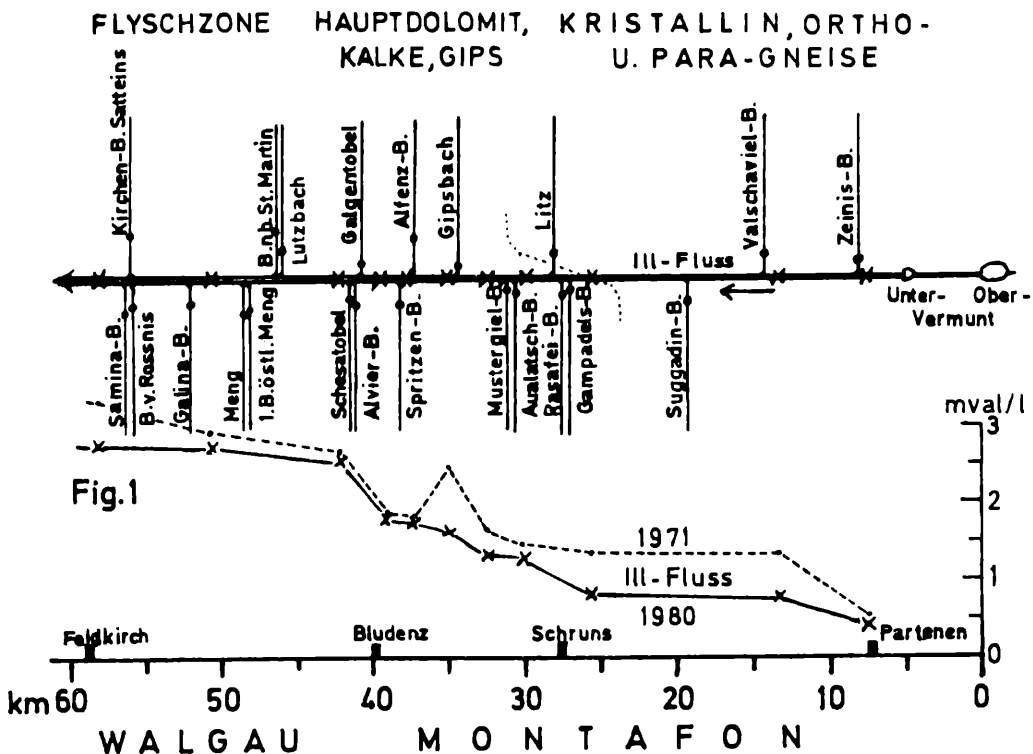
Den höchsten Karbonatanteil wiesen die Bäche Spritzenbach (92 Äqu.-%) und der Bach bei St. Martin (90 Äqu.-%) auf. Als Sulfatbäche im engeren Sinn können nur der Gipsbach (94 Äqu.-%) und der Schesatobel (81 Äqu.-%) gelten. Die meisten Wässer gehören den Gruppen mit überwiegendem oder um 50 % pendelndem Karbonatgehalt an, der Sulfatanteil ist beträchtlich und in dieser Landschaft weit verbreitet.

Unter Einbeziehung der übrigen Ionen, der Ca:Mg-Relation und der Nitrat-, Chlorid- und Natriumkonzentrationen ergaben sich weitere Beziehungen zu geologischen Details oder zur Besiedlung. Bemerkenswert ist, dass nur die oberste Ill, oberhalb 1100 m, als richtiges "Silikatwasser" gelten kann, worin der Äquivalentanteil der Kieselsäure die Alkalinität übertrifft. Die Gneise und ihre Verwitterungsschichten geben aber an die Oberflächenwässer wechselnde Mengen Karbonate neben Silikaten und Sulfaten ab, im Gegensatz zu Erstarrungsgesteinen, aus denen überwiegend typische Silikatwässer kommen.

\* ) wobei die Silikate stöchiometrisch als "Karbonate" gelten, was insofern berechtigt ist, als die Salze der Kieselsäure durch Luft- und Bodenkohlensäure alsbald in Karbonate und freie Kieselsäure umgewandelt werden. Der Silikatanteil kann nachträglich aus der gefundenen Kieselsäure ermittelt werden.

Die beiden Termine 1971 und 1980 waren durch extrem gegensätzliche Witterung gekennzeichnet: 1971 herrschte im Jänner vom 1. bis 14. kaltes, trockenes Winterwetter und auch vorher, Ende Dezember 1970 war es nicht anders. Insgesamt fielen in 24 Tagen nur 29 mm Niederschlag. Vom 1. bis 3. Juli 1980 hingegen regnete es täglich und die vorhergehende Zeit war nasskalt, so dass in 13 Tagen 116 mm gemessen wurden (3). Es war anzunehmen, dass beim Vergleich 1971-1980 an den Proben gleicher Herkunft deren grösste Schwankungsbreite annähernd zu erkennen wäre.

Das Flusssystem der Ill durchquert drei hydrogeologische Zonen: Im Ursprungsgebiet im Süden die Gneiszone von etwa 2000 bis 700 m herab, wo die schwerlöslichen Silikate nur mineralarme Wässer entsenden, dann folgt eine Zone von Buntsandstein, Muschelkalk und anderen Kalken, aus denen Bäche mit steigendem Karbonat- und Sulfatgehalt der Ill zufließen, bis vor dem Erreichen der breiten Dolomitzone einige Gipsnester besonders sulfatreiche Zuflüsse bringen. Als dritte Zone kann der weite Talgrund des Walgaus angesehen werden, dessen enorme Schotterfüllung einen riesigen Vorrat an Grundwasser birgt, der von den Hangwässern und Seitenbächen mit unterschiedlichen hydrochemischen Komponenten gespeist wird. Eine schematische Skizze zeigt die Situation sehr vereinfacht:



An den Ionensummen in der Ill (Fig. 1, unten, mval/l) sind die drei geologischen Zonen deutlich ausgeprägt: von Partenen bis Schruns das mineralarme Wasser der Gneiszone, dann im Gebiet der Karbonate ein ausgiebiger Konzentrationsanstieg und schliesslich im Walgau auf mehr als 20 km Flusslauf eine stetige Gesamtkonzentration, die etwa das achtfache der Ausgangswerte von Partenen erreicht.

Im Vergleich zu den Werten vom Winter 1971 (gestrichelte Linie) ist die Verdünnung des Flusswassers durch die Regenperiode im Sommer 1980 nur im Oberlauf besonders gross, die Konzentration fiel dort bis unter 60 %, stieg dann aber im Unterlauf wieder auf über 95 % der Winterwerte an. Der steile Anstieg und Abfall bei km 35 im Jahre 1971 ist eine Wirkung der "Gipswasserfahne" des hier mündenden Gipsbaches.

Die aus dem Kristallin kommenden Zuflüsse, vom Zeinischbach bis zur Litz (Fig. 2) erscheinen gegenüber 1971 auf rund das Doppelte verdünnt, die übrigen weniger. Die mit hohen Ionensummen aus Karbonat- und Gipsregionen kommenden Bäche verhalten sich sehr verschieden. So sind Gampadelsbach (Ionensumme 4.38), Mustergielbach (7.16) und Gipsbach (31.57) sulfatreiche Wässer, aber der erstgenannte erscheint 1980 fast auf das Dreifache verdünnt, während Mustergiel- und Gipsbach mit 112 %, bzw. 103 % Ionensumme sogar etwas höher konzentriert auftreten.

Diese zunächst überraschende Tatsache wiederholt sich bei vielen Quellen im unteren Montafon und im Walgau. Von 24 untersuchten, und vergleichbaren Quellen waren in der Regenzeit 14 höher konzentriert, 2 genau gleich wie vor neunehalb Jahren und nur 8 mehr verdünnt. Insgesamt lagen die Werte zwischen 65 und 147 %. Die Erklärung für eine Konzentrationserhöhung während einer Regenperiode wäre etwa die, dass der Grundwasservorrat, aus dem die Quellen gespeist werden, längere Zeit stagniert hat und dabei angereichert worden ist. Das zusickernde Regenwasser drückt zuerst das alte, kältere, mineralreichere und daher schwerere Grundwasser über den Quellhorizont hinaus.

Von besonderem Interesse sind Verschiebungen in den Ionenrelationen im Verlauf von Zeit und Klima. Um von Verdünnung

und Konzentrierung unabhängig zu sein, werden die Ionenverschiebungen, also die Änderungen der Wasserqualität als Änderungen der Äquivalentprozente dargestellt. Und da in den hier untersuchten Wässern die Karbonate und Sulfate dominieren, zusammen meist mehr als 95 % der Anionensumme ausmachen, genügt es, eine der beiden Komponenten zu betrachten. Die andere verhält sich fast genau komplementär.

In Fig. 2 sind die Änderungen der Äquivalentprozente Karbonat als dick gezeichnete Strecken dargestellt, daneben die Ionensummen der betreffenden Bäche als dünne, mit einem Querstrich endende Strecken, die der Ionensumme 1980 entsprechen, wenn jene von 1971 gleich 100 gesetzt wird. Es ist unmittelbar ersichtlich, dass die Ionenverschiebung vorwiegend in Richtung Karbonat erfolgt ist. Dementsprechend wurde das Sulfat zurückgedrängt, nur in den weichsten Silikatwässern Zeinis-, Valschavielbach und Litz war das Sulfat begünstigt, ein wenig auch in den mineralreichen Sulfatwässern Mustergiel- und Gipsbach. Ein Sonderfall ist der "1. Bach östlich Meng", dessen enorme Verschiebung in Richtung mehr Sulfat bewirkt hat, dass er der Meng ausserordentlich ähnlich geworden ist. Grosse wasserbauliche Veränderungen in diesem Gebiet mögen die Ursache für die auffallende Angleichung sein.

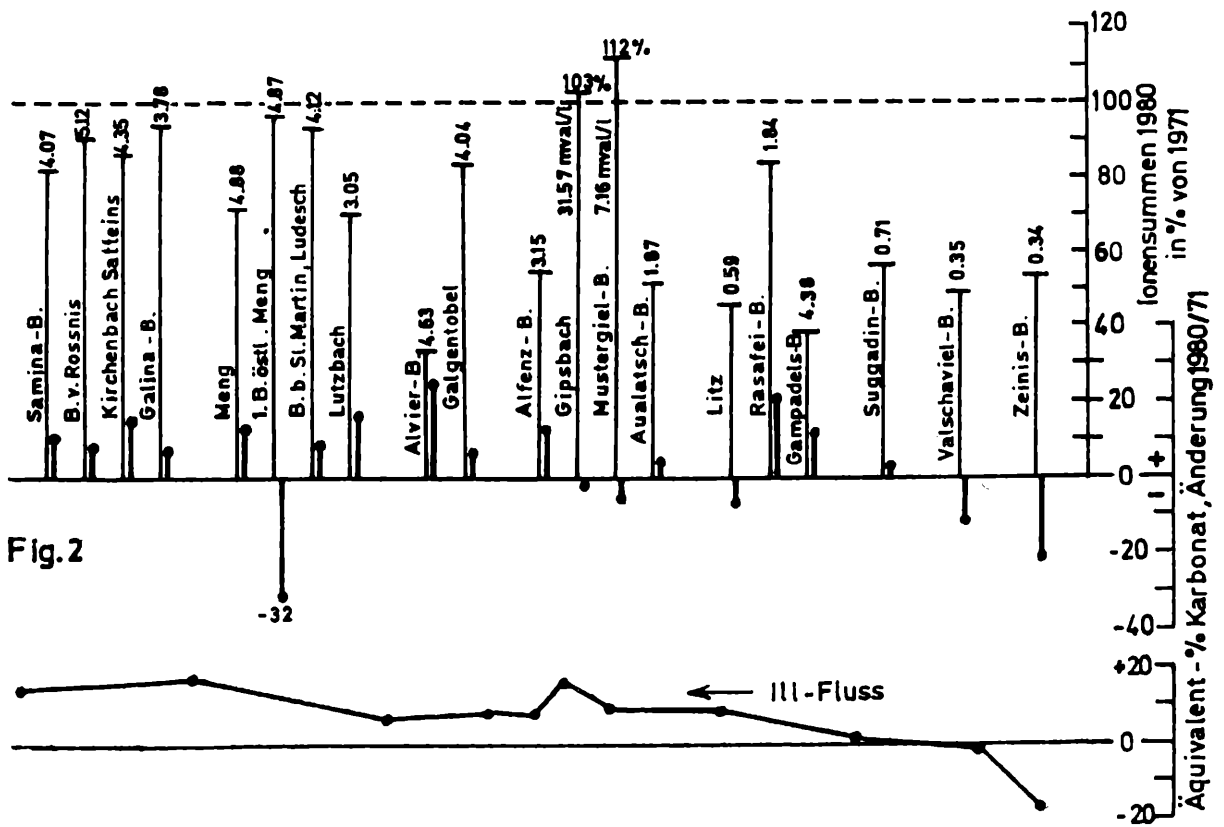


Fig. 2

In der Ill wiederholen sich naturgemäss die Änderungen, die von den Zuflüssen herangebracht werden, wie es im unteren Teil des Diagramms zum Ausdruck kommt. (Die Einmündungsstellen der Seitenbäche sind wegen der Beschriftung nicht massstabgetreu wie in Fig. 1, wohl aber den Probenstellen im Flusslauf entsprechend eingezeichnet).

In diesem gekürzten Auszug können die zahlreichen Grundwasserdaten nicht mehr erwähnt werden, auch müssen die Ionenrelationen der übrigen Anionen und der Kationen einer späteren und mit gezielten Details begründeten Diskussion vorbehalten bleiben.

Der Hauptbauleitung Schruns der Vorarlberger Illwerke A.G. ist für die Förderung hydrochemischer Untersuchungen als Ergänzung der eigenen hydrogeologischen Forschungsarbeiten sehr zu danken.

#### Literaturhinweise

- (1) LOACKER, H., Berg- und Grundwasserverhältnisse im Illgebiet. Verh. Geol. B.-A., 441-449 (1971).
- (2) Karten der Geologischen Bundesanstalt in Wien:  
Geologische Karte des Rätikon 1965,  
Geologische Karte des Walgaues 1967,  
Geologische Karten 169 Partenen West und Ost 1980.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahresbericht der Biologischen Station Lunz](#)

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [1981\\_005](#)

Autor(en)/Author(s): Berger Franz

Artikel/Article: [3-4 Hydrochemische Untersuchungen an Fliese- und Grundwässern im Montafon und Valgau \(Vorarlberg\) in Beziehung zur Geologie des Einzugsgebietes 163-168](#)