

## Interpretation hydrochemischer Parameter des Karstwassers

Die an Karstwässern gemessenen chemischen und physikalischen Parameter hängen vom Aufbau des Karstwasserkörpers ab und können unter anderem Aussagen über die Seehöhe des Einzugsgebietes oder über die am Aufbau beteiligten Gesteine liefern. Dazu müssen wir aber wissen, welche Faktoren sich wie auf die Menge und Art der gelösten Stoffe im Karstwasser sowie die Variation innerhalb des Karstkörpers auswirken.

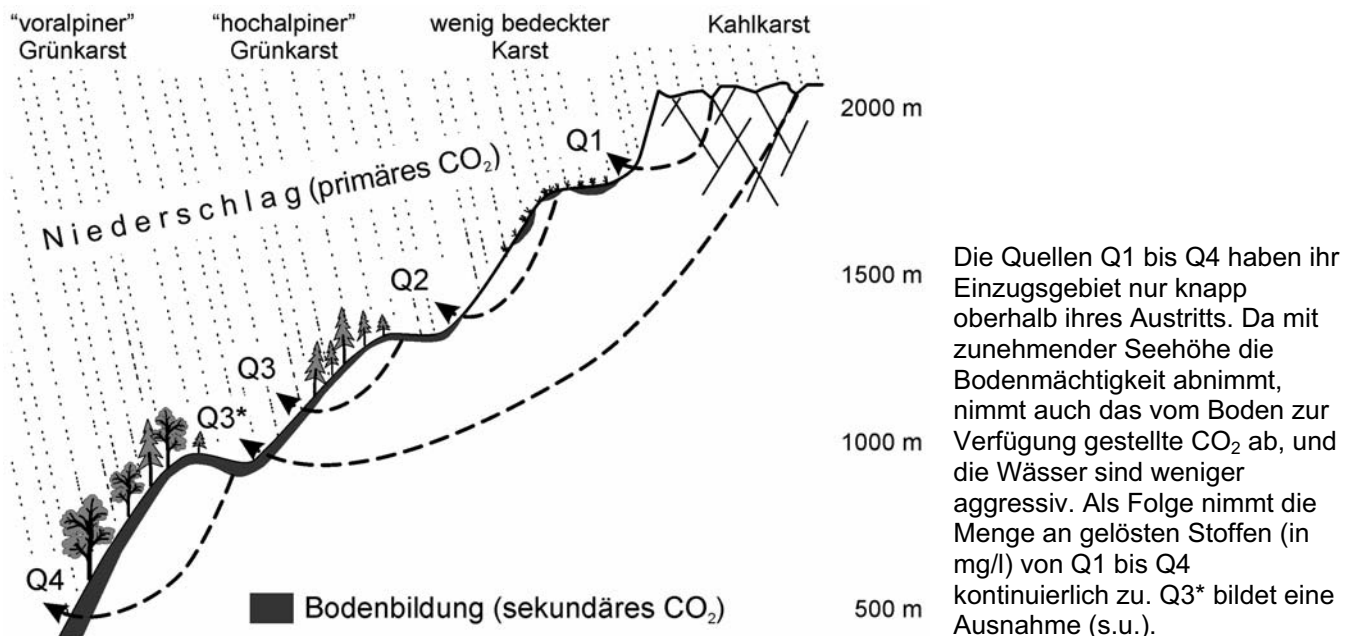
### Chemisch-physikalische Parameter von Karstwässern

- **Mineralisation:** Einheit: mg/l. Für Karstwässer relevante Stoffe:
  - Ca (Calcium)
  - Mg (Magnesium) – u.a. in Dolomit
  - HCO<sub>3</sub> (Hydrogencarbonat)
  - SO<sub>4</sub> (Sulfat) – deutet auf Gips hin
  - NO<sub>3</sub> (Nitrat) – aus dem Boden; Überhöht: durch Düngung
  - Im Bereich von Salzlagerstätten: Na (Natrium), K (Kalium), Cl (Chlorid).
- **Elektrische Leitfähigkeit:** Ist mit der Summe der gelösten Stoffe, also mit dem Gesamtmineralgehalt korrelierbar. Einheit:  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ( $\mu\text{S}$  = Mikrosiemens); Karstwässern haben zumeist einige 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . (Faustregel: Gesamtgehalt an gelösten Stoffen [mg/l] = LF [ $\mu\text{S}$ ] \* 0,8)
- **Gesamthärte:** Gibt die Summe an gelöstem Ca und Mg an. Ist, wenn nicht durch Salzlagerstätten beeinflusst, proportional zum Gesamtgehalt an gelösten Stoffen (Faustregel: Gesamthärte = Gesamtgehalt [in mg/l] / 30).
- **pH-Wert:** Gibt an wie „sauer“ oder wie „basisch (=alkalisch)“ ein Wasser ist. (pH 7 = neutral, <7 = sauer, >7 = basisch). Somit lassen sich z.B. Rückschlüsse auf vorhandenes aggressives CO<sub>2</sub> ziehen.

## Wichtige Faktoren für die Hydrochemie von Karstwässern

### 1 Vegetation und Bodenbedingungen

Diese Faktoren haben in hydrochemischer Hinsicht vor allem auf den Gehalt an aggressivem CO<sub>2</sub> im Sickerwasser und damit auf die Menge der gelösten Stoffe im Karstwasser Einfluss. Da die Bodenbedingungen klimabedingt von der Seehöhe abhängig sind, kann dieser Parameter Aufschluss über die Seehöhe des Einzugsgebietes einer Quelle geben.



Aus einer großen Zahl an Serienuntersuchungen und Einzelmessungen in alpinen Höhlen wurde die in nebenstehender Abb. dargestellte Kurve ermittelt, die den Zusammenhang zwischen Seehöhe des Einzugsgebietes und Gesamtmineralisation zeigt.

Man sieht auch, dass die Variabilität innerhalb der Karsttypen umso größer ist, je mächtiger die Boden- bzw. Vegetationsbedeckung ist. Dort sind lokal sehr unterschiedliche Verhältnisse festzustellen, was eine große Spannweite im CO<sub>2</sub>-Angebot und damit letztlich auch in der Gesamtmineralisation mit sich bringt. Deshalb wirken sich Niederschlagsereignisse im Grünkarst besonders stark auf die Mineralisation aus.

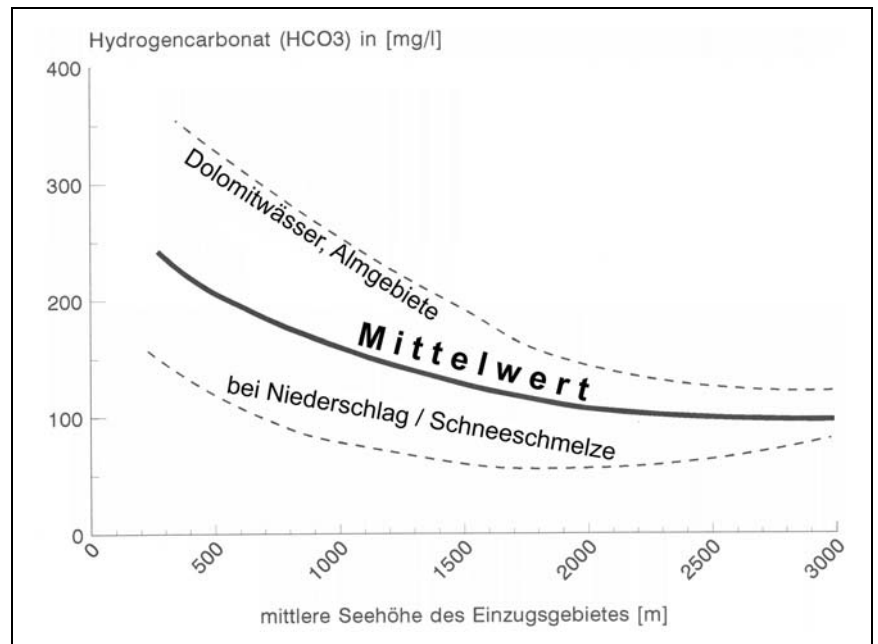
Es gibt aber viele Fälle, wo Karstwasser aus hochgelegenen Kalkkarstbereichen Quellen im Talniveau (Grünkarstgebiet)

anspeisen, die sich dann durch eine scheinbar abnorm niedrige Mineralisation auszeichnen. In der vorseitigen Abbildung ist dies die Quelle Q3\*. Die Mineralisation der Quelle Q3\* entspricht jener der Quelle Q1 da im Einzugsgebiet die selben Bodenbedingungen vorherrschen. Die Mineralisation der Quelle Q3\* ist somit deutlich geringer als die der Quelle Q3.

Derartige Möglichkeiten gibt es natürlich für alle 4 Bereiche, in allen Übergangsstufen. Dies zeigt, dass die hydrochemische Systemanalyse eines Karstgebietes durchaus komplexe Formen annehmen kann.

**Beispiele:** zwei Quellen (beprobt im Aug. 1985) aus dem Bereich des Toten Gebirges:

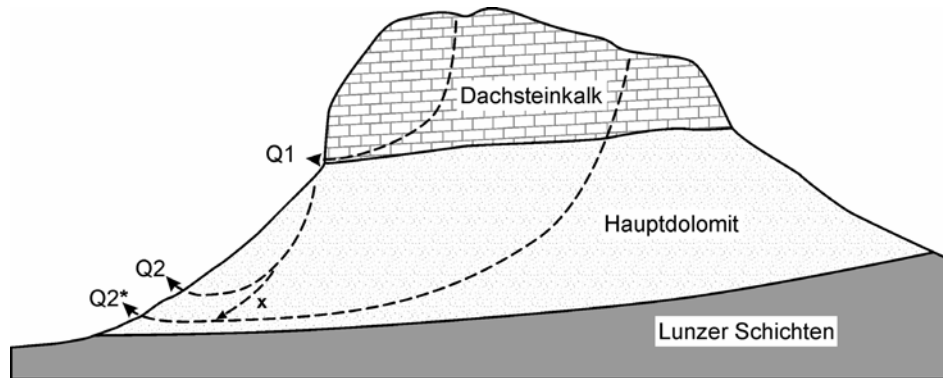
- Steyrerseequelle (Tauplitz, 1510 m Sh.): 236 mg/l Gesamtgehalt (entspricht Typ Q2)
- Steyr-Ursprung (Stodertal, 750 m Sh.): 134 mg/t Gesamtgehalt (Typ Q3\*)



Abhängigkeit der Mineralisation von der Seehöhe des Einzugsgebietes. Rund 1500 Wasseranalysen aus alpinen Höhlen, dargestellt als Mittelwert und Streubereich (strichlierte Linie). Daten der Spelaqua-Datenbank der Karst- und höhlenkundlichen Abteilung am NHM-Wien. Aus dem Diagramm lassen sich *ungefähre Angaben* über das Einzugsgebiet von Quellen ableiten.

## 2 Geochemische Verhältnisse im Karstaquifer

Für das Verhältnis der verschiedenen gelösten Stoffe im Karstwasser (Ca, Mg, HCO<sub>3</sub>, ... ) zueinander ist von Bedeutung, welche Gesteine (Kalke, Dolomite, Mischgesteine, gipsführende [SO<sub>4</sub>] Gesteine) vorliegen und wie sie zueinander in Beziehung stehen. Dies soll durch das folgende Beispiel verdeutlicht werden:



Q1 Kalkwasser:  $Ca \gg Mg$   
 Q2 Dolomitwasser:  $Ca / Mg \sim 2$   
 Q2\* Kalkwasser im Dolomitgebiet:  $Ca / Mg > 2$   
 (Jeweils ausgehend von den Gehalten in mg/l)

Da das kohlenstoffhaltige Wasser sehr rasch *nahezu* vollständig mit Ca und Mg gesättigt ist findet die hydrogeochemische Prägung hauptsächlich in den oberflächennahen Schichten des Einzugsgebietes statt. Dies können wir bei Quelle Q2\* sehen, wo die Lösungskapazitäten bereits im Kalkaquifer verbraucht wurden. Der festzustellende geringe Magnesiumgehalt kann durch lokal aus dem Dolomit zutretende Wässer (in der Abb. mit x markiert) bedingt sein.

Beispiele aus dem Toten Gebirge (Aug. 1985):		Ca [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca / Mg
Q1	Tropfwasser Bärenhöhle (Brieglersberg)	40	2	20,0
Q2	Wildenseequelle	27	13	2,1
Q2*	Steyr-Ursprung	29	3	9,7

### 3 Tektonische Verhältnisse

Beim Vorliegen weniger, jedoch stärker ausgeprägter Trennflächen können die aggressiven Sickerwässer im Vergleich zu feinklüftigen Gesteinen rascher in größere Tiefen gelangen. Das bedeutet, dass auch in den Tiefen des Karstkörpers noch nennenswerte Lösungskapazität vorhanden ist, auch wenn sich diese im Chemismus der Wässer nur sehr schwach auswirkt. Diese Phänomene bedingen auch den Unterschied zwischen Kalk und Dolomitkarstgebieten in speläologischer Hinsicht: die im Allgemeinen wesentlich feinklüftigeren Dolomite sind ärmer an Höhlen.

Auch der Charakter von Quellen hängt maßgeblich vom Aufbau des Aquifers ab: Dolomitquellen sind wesentlich konstanter sowohl in ihrem Schüttungsverhalten, als auch in den chemischen Parametern. Da die Fließgeschwindigkeiten im feinklüftigen Dolomit geringer sind, ist auch die Verweilzeit des Wassers unter Tag größer und Schadstoffe (z.B. Nitrat) oder Bakterien werden eher abgebaut und gefiltert als in Kalkaquiferen. Aus diesen Gründen sind Dolomitquellen besser für die Wasserversorgung nutzbar.