

Die wichtigsten Untersuchungsmethoden von Karstwässern

Messungen an Ort und Stelle

- **Schüttung** Diverse Methoden (siehe unten)
- **Temperatur** Schöpfthermometer (Wasserthermometer)
Elektronischer Temperaturfühler
- **Elektrische Leitfähigkeit** Elektrische Widerstandsmessung

Laboruntersuchungen

Chemische Analyse:

- **Gesamthärte**
- **Karbonathärte**
- **Kalziumhärte**
- **Umweltisotope**
- **Bakteriologisch-hygienische Untersuchungen**

Methoden zur Bestimmung der Schüttung

Die Durchflussmenge oder Schüttung, ausgedrückt in Liter/Sekunde (l/s) ist die wichtigste Kenngröße die es bei einem Höhlengerinne oder einer Karstquelle zu bestimmen gilt. Die Methoden der "Hydrometrie" sind sehr vielfältig. Im Folgenden soll auf einige Methoden näher eingegangen werden, die es dem Höhlenforscher ermöglichen, Angaben über die Wasserführung von Höhlengerinnen oder Karstquellen zu machen.

Gefäßmessung

Geräte: Stoppuhr, Messgefäß

Mit dieser einfachen Methode können sehr genaue Werte ermittelt werden. Es wird die Zeit gemessen, in der ein Gefäß bestimmten Inhalts vollläuft. Für Messungen der Größenordnung 1–10 l/s genügt ein 10-Liter-Kübel. Bei höheren Schüttungen muss entweder ein größeres Gefäß verwendet, oder das Gerinne auf mehrere Stränge aufgeteilt werden. Voraussetzung für eine Gefäßmessung ist ein Überfall, unter den das Messgefäß gestellt oder gehalten werden kann. Ein solcher kann auch durch den Einbau von Blechrinnen oder einer Überfallwehr künstlich erzielt werden. Der Rauminhalt der verwendeten Messgefäße muss immer genau bestimmt (ausgelitert) werden.

Schwimmermessung

Geräte: Stoppuhr, Maßstab

Für diese Messung muss man eine Fließstrecke auswählen, an der über eine bestimmte Strecke der benetzte Querschnitt des Gerinnes möglichst gleich bleibt. Der Querschnitt wird an mehreren Stellen so genau wie möglich ausgemessen. Oberhalb der Messstrecke werden Triftkörper (Holzstücke, Papierkugeln etc.) ins Wasser geworfen und die Durchgangszeit auf der Teststrecke mit der Stoppuhr gemessen. Es sind unbedingt mehrere Messungen zu machen, aus denen ein Mittelwert zu bilden ist. Das Profil des Gerinnes kann durch Einbauten (Bretter) idealisiert werden. Die Methode bringt nur Näherungswerte.

Beispiel: Länge der Messstrecke 3m; mittlere Breite des Gerinnequerschnittes 1 m; mittlere Tiefe 10 cm; gestoppte Zeiten 3,9 s / 4,1 s / 4,0 s;

$$Q = 300 \text{ l} / 4 \text{ s} = 75 \text{ l/s}$$

Indikatorverdünnungsmethode mit Momentaner Eingabe (= Salzverdünnungsmethode)

Geräte: (wenn Kochsalz als Indikator verwendet wird) Leitfähigkeitsmessgerät, Stoppuhr, Kochsalz (die im Lebensmittelhandel erhältlichen Packungen sind erfahrungsgemäß ausreichend genau eingewogen)

Die Methode ist vom Prinzip her einfach, weist eine hohe Messgenauigkeit auf, bedarf aber einer Grundausrüstung relativ kostspieliger Messgeräte. Sie eignet sich besonders bei stark turbulenten Gerinnen. Bei der Verwendung entsprechend empfindlicher Messgeräte genügt für Schüttungen bis 500 l/s ein kg Salz.

An der Messstelle werden zunächst die Grundleitfähigkeit und die Temperatur des Gerinnes gemessen. Die Einspeisung des Salzes muss soweit oberhalb der Messstelle durchgeführt werden, dass bei dieser eine vollkommene Durchmischung gewährleistet ist und die Messung an nur einem Punkt des Gerinnequerschnittes erfolgen muss. In bestimmten Zeitintervallen wird nun an der Messstelle die Leitfähigkeit abgelesen oder automatisch registriert. Von den nach der Salzeinspeisung ansteigenden Leitfähigkeitswerten muss jeweils die Grundleitfähigkeit abgezogen und die Summe dieser Werte mit dem Zeitintervall und dem Temperaturfaktor multipliziert werden. Wird nun die eingegebene Salzmenge durch diesen Wert geteilt, so erhält man die Abflussmenge pro Zeiteinheit (= Schüttung).

$$Q = \frac{M}{\int_{t_0}^{t_E} c \cdot f \cdot dt}$$

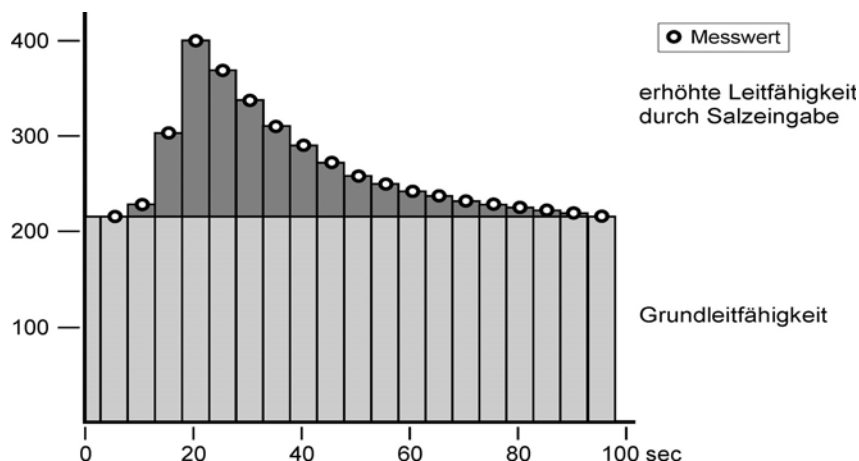
Q = Schüttung [l/s]
 M = eingegebene Salzmenge [g]
 c = abgelesene Leitfähigkeit – Grundleitfähigkeit [µS/cm]
 f = Umrechnungsfaktor LF in Konzentration [g/l], (liegt für NaCl bei etwa 0,00055)
 dt = Messintervall (z.B. 5 sec.)

Zur Berechnung müssen alle c-Werte (erhöhte LF) aufsummiert werden und mit den anderen Faktoren multipliziert bzw. dividiert werden.

Einige hilfreiche Faustregeln:

- Salzbedarf [g] ~ geschätzter Durchfluss [l/s] • 3
- Lösungswasser [l] ~ Salzmenge [kg] • 4
- Fließstrecke ~ Querschnitt • 25 (bei turbulent fließenden Gewässern)
- Max. Erhöhung der LF [µS/cm] ~ M [kg] / (Schüttung [l/s] • 100)

Für Höhlenforscher ist die Methode insofern interessant, weil nur mit einem kleinen Leitfähigkeitsmessgerät (etwa so groß wie eine Taschenlampe für Flachbatterie), einer Stoppuhr und einigen Sackerln zu 100 g Salz gearbeitet werden kann. Für die Durchführung sind dann ein bis drei Leute notwendig, die vorher aber an einem gemütlichen Bächlein bei Tageslicht üben sollten.



Literatur

Benischke, R., Harum, T. (1984): Computergesteuerte Abflussmessungen in offenen Gerinnen nach der Tracerverdünnungsmethode (Integrationsverfahren); Steirische Beiträge zur Hydrogeologie; Bd. 36; Graz.