

„Wasseralter“ als wichtiges Kriterium für die Auswahl von Brunnen und Quellen für eine Notwasserversorgung in Vorarlberg

Martin Kralik¹, Albert Zoderer²

¹)Dept. f. Umweltgeowissenschaften, Universität Wien, Althanstr. 14, A-1090 Wien

²)Amt d. Vorarlberger Landesregierung, Josef-Huterstr. 35, A-6901 Bregenz

Kurzfassung

Um im Falle von Katastrophen (überregionale chemische Unfälle, Überschwemmungen, Erdbeben etc.) eine einwandfreie Notwasserversorgung gewährleisten zu können, sind Brunnen und Quellen notwendig, die von einem Reservoir gespeist werden, das eine gute Durchmischung und besonders lange mittlere Verweilzeiten (MVZ) aufweist. Diese längeren Verweilzeiten bedingen eine gute Filterung der Grundwässer und geben die notwendige Zeit beeinträchtigte Wasserversorgungsanlagen wiederherzustellen.

Nach einer Vorauswahl wurden 16 Brunnen und Quellen im Bundesland Vorarlberg über ein halbes Jahr auf Sauerstoff-18(²H)-Isotope beprobt und gleichzeitig die Wassertemperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert und gelöster Sauerstoff gemessen. Ebenso wurde von der ersten und letzten Probe Tritium gemessen. Basierend auf diesen Daten wurden vier Quellen, die etwas höhere Variationen in den gemessenen Parametern zeigten, ausgeschieden.

An den verbleibenden Quellen und Brunnen wurden dann Proben für ³H/³He-, CFC-11 - CFC-113, SF₆, und Schwefel-35-Messungen entnommen und gemessen.

Basierend auf diesen Detailuntersuchungen konnten fünf Brunnen oder Quellen als „geeignet“ (MVZ 9-30 J.) und fünf als „bedingt geeignet“ (MVZ 5-13 J.) eingestuft werden.

Zur Absicherung wird bei allen „geeigneten“ und „bedingt geeigneten“ Brunnen und Quellen empfohlen, diese mit einem Druck-(Wasserdurchfluss), Wassertemperatur- und Leitfähigkeitslogger auszustatten und deren Verhalten während Extremwettersituationen für mindestens zwei Jahre zu beobachten.

Abstract

To provide an emergency drinking water supply in case of catastrophic events (regional chemical accidents, floods, earth quakes etc.), wells and springs should be known which are fed by a large reservoir. Such reservoirs provide a good filtering capacity and long Mean Residence Times (MRTs) of the raw water, which allow to set measures to protect the general water supply or to treat the drinking water before use.

After preselection of 16 wells and springs all over the territory of the province of Vorarlberg at the western end of Austria by the local administration, these wells and springs were measured (water temperature, electric conductivity, pH and dissolved oxygen content) and sampled monthly for $\delta^{18}\text{O}/^2\text{H}$ over the winter half-year. At the same time the tritium concentrations of the first and last sample were measured as well.

Based on the variation of the monthly on-site measurements and the $\delta^{18}\text{O}/^2\text{H}$ results 11 wells and springs were selected for further investigations. On these sites samples for ³H/³He, CFC-11/12/113, SF₆ and sulphur-35 measurements were collected in August 2014.

Based on these measurements five wells or springs are regarded as "suitable" (MRT 9-30 yrs) as emergency water supply and five as of "limited suitability" (MRT 5-13 yrs).

To ensure the fitness of all water extraction points for emergency drinking water supply even after extreme storms all springs and wells regarded as “suitable” and “of limited suitability” should be equipped with loggers measuring discharge, water temperature, and electric conductivity continuously for at least two years.

Einleitung

Die Versorgung der Region mit einwandfreiem und sicherem Trinkwasser ist von großer Bedeutung, Trinkwasser wird aus Brunnen und Quellen gewonnen, deren einwandfreie Qualität soll nicht nur im Routinebetrieb gesichert sein. Auch in Katastrophenfällen (Naturkatastrophen: extreme Überschwemmungen, Dürrezeiten; Industrieunfälle: chemische oder nukleare) muss diese Versorgung gewährleistet sein oder man muss wissen, wie viel Zeit zur Verfügung steht, um Maßnahmen einzuleiten. Da die hydrologischen Bedingungen, die Geologie der Rohwasser-Aquifere und die Infrastrukturen teilweise ähnlich sind und im Katastrophenfall eine ganze Region betroffen ist, sollte eine gemeinsame Erarbeitung der Methodik zur Bestimmung der Rohwasserreserven, die im Katastrophenfall genutzt werden können, von Vorteil sein.

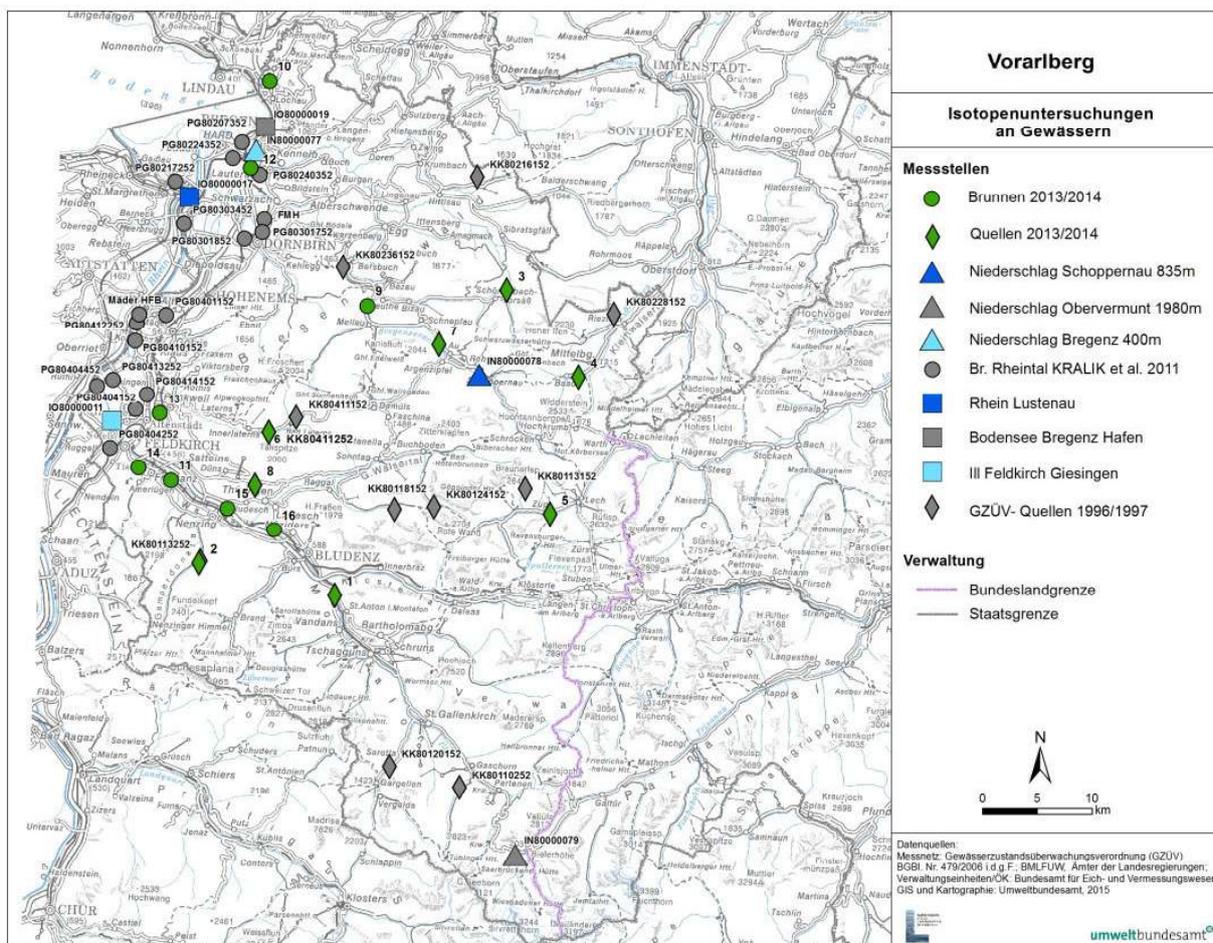


Abb. 1: Isotopenuntersuchungen ($\Delta^{18}O/H$ und 3H) an Brunnen und Quellen (Nr. 1-16) und sonstiger Messstellen mit Isotopenmessungen in Vorarlberg (Kralik 2015b).

Überdies erlauben diese Methoden der Abschätzung von Verweilzeiten wertvolle Beiträge zur Vulnerabilitätsbewertung von Rohwasservorkommen gegenüber langfristigen Klimaszenarien (Häufigkeit von Dürreperioden und Überschwemmungen). Regionale Kenntnisse können verstärkt durch neue wissenschaftliche Methoden für die Frage der Rohwassernutzung im Notfall bzw. für langfristige Änderungen durch den Klimawandel genutzt werden.

Probenahme und Analytik

In der ersten Phase wurden von den Mitarbeitern des Amtes der Vorarlberger Landesregierung (Abteilung Wasserwirtschaft) an 16 ausgewählten Brunnen und Quellen über den Zeitraum von Oktober 2013 – März 2014 fünf- bis sechs Einzelproben entnommen. Die Beprobung erfolgte nach einer vorgegebenen Standardanleitung und einem Protokoll. Neben der vor Ort Messung von Wassertemperatur, Leitfähigkeit, pH und gelöstem Sauerstoff wurden jeweils zwei 1L Polyethylen (PE)-Flaschen abgefüllt. Nach Auswertung der Vor-Ort-Messungen und von 95 Delta (δ) $^{18}\text{O}/^2\text{H}$ und 32 Tritium Messungen wurden zwölf Brunnen und Quellen von den ursprünglich 16 Messstellen für weitere Edelgasisotopen- und Spurengasuntersuchungen ausgewählt.

Die Probenahme erfolgt nach ÖNORM EN ISO 5667-1 (2007) nach der SOP 010503-02 des Umweltbundesamtes im August 2014. Die Wassertemperatur, die elektrische Leitfähigkeit, der pH-Wert und der gelöste Sauerstoff wurden mittels eines WTW Multiline P4-Geräts nach einer Kalibrationsüberprüfung vor Ort in der Wasserprobe nach der Entnahme sofort gemessen. Proben für Tritium wurden zusammen mit Sauerstoff-18 in einer 1 Liter PE-Flasche gesammelt.

Mittels Kunststoffschlauch wurde die Quellwasserprobe ohne Kontakt mit der Atmosphäre luftblasenfrei an einem Entnahmehahn oder direkt aus den Quellen gefördert. Die eingeschlossenen Helium- bzw. Neongase wurden in einem Weichkupferrohr (Volumen ca. 40 ml) durch Abquetschen mittels Spezialschneiden als Doppelprobe gewonnen. Zusätzlich wurden gleich anschließend in mit zwei Spezialventilen gesicherten, evakuierten 30ml-Edelstahlbomben für FCKW-Messungen und 300ml-Edelstahlbomben für SF₆-Messungen ohne Kontakt mit der Atmosphäre als Doppelproben entnommen. Jeweils ein 25L-Kunststoffbehälter wurde für ^{35}S und ^7Be Messungen befüllt.

Die hier angeführten Delta Sauerstoff-18 Werte und Tritiumgehalte wurden jeweils an der Universität Wien und am Austrian Institute of Technology in Seibersdorf gemessen. Sowohl die hier berichteten Edelgase Helium und Neon, sowie deren Isotopenverhältnisse, wurden am Institut für Physik der Universität Bremen analysiert. Die im Rahmen dieser Studie im Grundwasser gelösten FCKW- und SF₆-Gase wurden im Labor des Instituts für Geosciences der Universität Rennes in einen Gaschromatographen gemessen. Die Schwefel-35 Gehalte wurden am Lawrence Livermore Laboratorium (Kalifornien, USA) in einem Quantulus Liquidscintillatorzähler bestimmt.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die schrittweise Untersuchung der Brunnen und Quellen (Abbildung 1) mittels Messung der Vor-Ort-Parameter (Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert und gelöster Sauerstoff) im Wasser und gleichzeitiger Probenahme für Sauerstoff-18 und Wasserstoff-2 Isotopenmessungen war erfolgreich (Kralik, 2015a,b). Auf diese Weise konnten Trinkwasservorkommen mit stärkeren Variationen und daher vermutlich kurzen Verweilzeiten von nur wenigen Jahren (z. B. Schwarzbach- und Dreihüttenquelle) ausgeschlossen werden.

Leider wurde in keiner der untersuchten Trinkwasservorkommen tritiumfreies oder -armes Wasser gefunden, was mittlere Verweilzeiten von mindestens 60 Jahren bedeutet hätte. Die Tritiummodellalter (9 – 30 Jahre), die vielfach durch Tritium / Helium-3 Alter bzw. durch ältere CFC- oder SF₆-Modelalter bestätigt werden konnten, geben hinreichend Sicherheit diese als Notwasserreserve vorzuschlagen.

Diese 5 Brunnen, die aus den vorliegenden Daten für eine Notwasserversorgung mit relativ langen Verweilzeiten als „geeignet eingestuft“ werden können sind die Stollenquelle Lorüns, die Weißbachquelle, das Kalte Bächle, das PW Mellau, der Brunnen 4 Lauterach und die 5 „bedingt geeigneten“ wie die Goldbachquelle, die Montjolaquelle, das PW Straußen, Brunnen Rankweil und das PW-Gais.

Die Brunnen und Quellen, die jedoch mittlere Verweilzeiten von weniger als fünf Jahren anzeigen (Schwarzbach-, Gerstböden-, Dreihüttenquelle, Brunnen III Frastanz) bzw. die trotz einer höheren mittleren Verweilzeit durch ihre Schwefel-35 Aktivität Beimengungen von sehr jungem Alter hinweisen (HFB-Felsenau und Brunnen 4 Nüziders), sollten eher nicht als Notwasserreserve herangezogen werden.

Um abzusichern, dass die Wasservorkommen, die für eine Notwasserversorgung geeignet erscheinen, dies auch bei Extremwittersituationen sind, sollten diese zusätzlich mit einem Druck-(Wasserdurchfluss), Wassertemperatur- und Leitfähigkeitslogger ausgestattet und für mindestens zwei Jahre beobachtet werden.

Literatur

Kralik, M. (2015a): How to Estimate Mean Residence Times of Groundwater. Procedia Earth and Planetary Science, 13, 301-306, 11th Applied Isotope Geochemistry Conference, AIG-11 BRGM, Orleans.

Kralik, M. (2015b): Bestimmung der Mittleren Verweilzeiten von ausgewählten Brunnen- und Quellwässern in Vorarlberg mittels Isotopen- und Spurengasanalysen. 70 S., Unpubl. Ber. Amt der Vorarlberger Lrg. Bregenz.

Danksagung: Das Projekt wurde durch das Amt der Vorarlberger Landesregierung A-6901 Bregenz und EU-Strukturfondsmittel (EFRE) finanziert.