

Weiterbildungskurse 2019



www.brunnenmeister.ch

Grundwasser in der Schweiz

Von:

Ronald Kozel
Michael Sinreich
Abteilung Hydrologie
Sektion Hydrogeologische Grundlagen
Bundesamt für Umwelt BAFU
3003 Bern



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

www.bafu.admin.ch/grundwasser

ronald.kozel@bafu.admin.ch
michael.sinreich@bafu.admin.ch

Veranstaltungsort:



Grundwasser in der Schweiz

Text aus: Kozel R. (2013) Das Grundwasser in der Schweiz. Aqua Viva 2013/2: 10-15

Referenten: Ronald Kozel und Michael Sinreich

1. Einführung

Grundwasser gibt es in der Schweiz fast überall. Es füllt die Hohlräume im Untergrund, wird durch Niederschlags- und Flusswasser neu gebildet und ist damit Teil des Wasserkreislaufs. Auch wenn man es dabei nur selten zu Gesicht bekommt – wie zum Beispiel an Quellaustritten – so beeinflusst es doch auf vielfältige Weise unser tägliches Leben. Grundwasser wird für unterschiedliche Zwecke entnommen. Insbesondere ist es die Ressource für unser wichtigstes Lebensmittel, das Trinkwasser, denn der Untergrund ist Wasserspeicher und Wasserfilter gleichermassen. Grundwasser wird zudem mehr und mehr energetisch genutzt, ist die Lebensgrundlage für ökologisch wichtige Feuchtgebiete und stellt mit seinen zahllosen Quellaustritten, Höhlenbächen und der Speisung von Fliessgewässern ein landschaftsprägendes Element dar. Grundwasser gilt es nachhaltig zu bewirtschaften und zu schützen, um seine zahlreichen Funktionen zu sichern.

2. Unterschiedliche Grundwasserleitertypen und -verhältnisse

Je nach Geologie des Untergrundes besitzen Grundwasserleiter spezifische hydrogeologische Eigenschaften (Bitterli et al. 2004). Diese manifestieren sich im Fliess- und Speicherverhalten, der Filterwirkung oder auch der Empfindlichkeit gegenüber dem Eintrag von Schadstoffen. Entsprechend können drei Haupttypen von Grundwasserleitern unterschieden werden: Lockergesteins-Grundwasserleiter, Kluft-Grundwasserleiter und Karst-Grundwasserleiter (Abb. 1). Zudem bestimmen hydrologische, morphologische und klimatische Bedingungen die Grundwasserverhältnisse und deren Variabilität. Grundwasser wird durch versickernde Niederschläge, aber auch durch die Anbindung an Flüsse, deren Wasser den angrenzenden Untergrund speist, neu gebildet. Über beide Neubildungspfade können aber auch Schadstoffe ins Grundwasser gelangen.

Lockergesteine bestehen oft aus Kiesen und Sanden. In deren Poren fliesst das Grundwasser, jedoch nur selten schneller als wenige Meter pro Tag. Deshalb reagieren Grundwasserstände in Lockergesteins-Grundwasserleitern eher gedämpft und zeitlich verzögert auf Niederschlagsereignisse. Dennoch weisen Lockergesteins-Grundwasserleiter aufgrund ihrer oft guten Durchlässigkeit sowie der Wechselwirkung mit Fliessgewässern eine grosse wasserwirtschaftliche Bedeutung auf. Ergiebige Grundwasservorkommen erstrecken sich in der Schweiz vor allem entlang der grossen Flüsse des Mittellandes sowie der Alpentäler. Hier trifft man bereits wenige Meter unter der Oberfläche auf Grundwasser, welches bis in eine Tiefe von mehreren Zehnermetern reichen kann.

Im Mittelland und in grossen Teilen der Alpen besteht der Untergrund aus geklüftetem Fels, oft unter einer dünnen Lockergesteinsbedeckung. In solchen Kluft-Grundwasserleitern hängen Fliess- und Speicherverhalten hauptsächlich von der Art und Intensität der Klüftung, also von Störungen und Spalten im Gestein ab. Zu den wichtigsten Kluft-Grundwasserleitern in der Schweiz gehören kristalline Gesteine in

den Alpen (Granite, Gneise), sowie Sandsteine und Konglomerate der Molasse im Mittelland. Je nach Art des Gesteins können Quellen in Kluft-Grundwasserleitern unterschiedlich hohe und variable Schüttungen aufweisen.

Karst-Grundwasserleiter sind typisch für den Jura und die Alpen. Die Fließgeschwindigkeiten des Grundwassers sind hier sowohl zeitlich wie räumlich äusserst variabel. Einerseits fliesst das Grundwasser in Hohlräumen (Röhren, Höhlensysteme), welche durch Verkarstung – also Lösung des Kalkgesteins – entstanden sind, mit hohen Geschwindigkeiten von bis zu mehreren 100 Metern pro Stunde. Andererseits bieten schmale Klüfte und die Poren des Kalksteins einen begrenzten Wasserspeicher, der sich nur langsam über die grösseren Hohlräume wieder entleert. Karstquellen reagieren deshalb oft unmittelbar und mit hohen Schüttungen auf Niederschlagsereignisse, wobei diese meist sehr rasch wieder abnehmen und in Trockenzeiten sehr gering sein können.

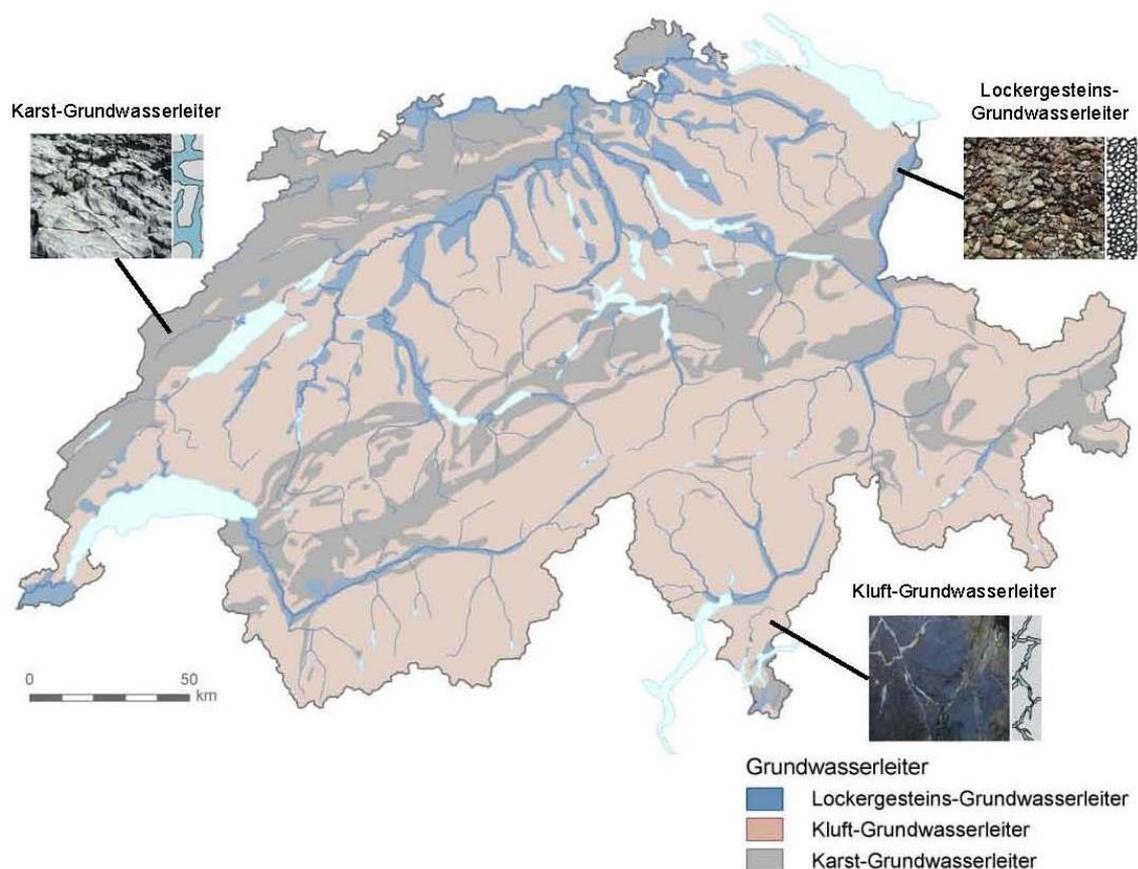


Abbildung 1: Grundwasserleitertypen in der Schweiz

3. Saisonale Schwankungen von Grundwasserständen und Quellschüttungen

Die Grundwasserneubildung ist durch einen jahreszeitlichen Rhythmus geprägt, welcher sich auch auf die Grundwasserstände und Quellschüttungen auswirkt. Diese saisonalen Schwankungen werden durch das Grundwasserregime beschrieben (Schürch et al. 2010). Durch die bewegte Topographie der Schweiz und die damit

verbundenen unterschiedlichen klimatischen Verhältnisse der Schweiz sind – teilweise auf engem Raum – verschiedene Grundwasserregime ausgebildet.

Ein pluviales Grundwasserregime ist typisch für das Mittelland und den Jura. Die Grundwasserneubildung erfolgt hier vor allem im Winterhalbjahr durch die Versickerung örtlicher Niederschläge. Infolgedessen treten die Hochstände von Grundwasserspiegel und Quellschüttungen jeweils zu Jahresbeginn auf. Generell gilt, dass je tiefer unter der Oberfläche das Grundwasservorkommen liegt, desto weniger bzw. verzögerter äussert sich das Grundwasserregime. Nähert man sich den Alpen, macht sich auch im Grundwasser mehr und mehr der Einfluss von Schnee und Eis bemerkbar. In den Voralpen und auf der Alpensüdseite herrscht ein pluvio-nivales Grundwasserregime vor. Die Neubildung des Grundwassers erfolgt hier nicht nur durch die Versickerung von Niederschlägen, sondern auch durch Schmelzwasser. Dies führt zu hohen Grundwasserständen und Quellschüttungen im Frühling und infolge von Südstaulagen mitunter auch im Herbst. In den Alpen schliesslich ist die Schnee- und Gletscherschmelze mit Grundwasserhochständen im Frühsommer dominierend (nivo-glaziales Grundwasserregime). Alpine Abflussregime können zudem über die grossen Flüsse (Aare, Limmat, Reuss, Rhein und Rhone) ins Grundwasser der Talschotterebenen des Mittellandes übertragen werden.

4. Hohe Grundwassermenge als Ressource für die Nutzung

Die Schweiz ist reich an Grundwasser mit einer im Untergrund gespeicherten Grundwassermenge von rund 150 Milliarden m³ (Sinreich et al. 2012). Dies entspricht in etwa dem Volumen aller Schweizer Seen (Abb. 2). Denkt man sich die gesamte Grundwassermenge gleichmässig auf die Oberfläche des Landes verteilt, so würde dies die Schweiz 3,5 m unter Wasser setzen. Im Vergleich macht der gesamte Niederschlag eines Jahres nur eine Wasserhöhe von knapp 1,5 m aus. In quantitativer Hinsicht befinden sich die Grundwasservorkommen in der Schweiz in einem stabilen Zustand und die natürlichen Spiegelschwankungen machen generell nur einen kleinen Anteil am Gesamtvolumen aus (BAFU 2009).

Damit steht eine ausreichende Ressource für die Wasserversorgung in der Schweiz, welche zu über 80% aus Grundwasservorkommen gedeckt wird, zur Verfügung. Gut 10% des Grundwasserspeichers – nämlich jährlich etwa 18 Milliarden m³ – können nachhaltig genutzt werden, d.h. ohne dauerhafte Absenkung des Grundwasserspiegels oder sonstige nachhaltige Auswirkungen auf die Umwelt (Abb. 2). Dies ist ein Vielfaches der tatsächlich entnommenen Grundwassermenge von jährlich ca. 1,3 Milliarden m³ (Freiburghaus 2009). Lockergesteins-Grundwasserleiter sind in der Regel durch Förderbrunnen erschlossen und tragen dank ihrer grossen Ergiebigkeit und in Flusstalebenen wegen ihrer Anbindung an Fliessgewässer zu 36% der öffentlichen Wasserversorgung bei. Kluft- und Karst-Grundwasserleiter decken zumeist mit gefassten Quellen etwa 30% respektive 18% des Wasserbedarfs der Schweizer Bevölkerung (Tripet 2005).

An dieser komfortablen Situation wird sich mittelfristig auch unter dem Einfluss des Klimawandels wenig ändern (BAFU 2012), allerdings werden Veränderungen bei der jahreszeitlichen Verteilung der zur Verfügung stehenden Wassermenge erwartet. So dürften im Sommer vermehrt lang anhaltende Trockenperioden auftreten und zunehmend Interessenkonflikte z.B. zwischen Trinkwasserversorgung und landwirtschaftlicher Bewässerung hervorrufen. Diesen Herausforderungen muss mit integralen Ansätzen beim Wassermanagement begegnet werden. So sollten dort, wo

es lokal zeitweise zu Wasserknappheit kommen kann, die Wasserversorgungen auf unterschiedliche Wasserspeicher zurückgreifen bzw. sich zu Verbundnetzen zusammenschliessen (BAFU 2013). Weiterhin dürfte der Klimawandel auch die Grundwasser-Temperatur, in Abhängigkeit vom jeweiligen Grundwasserregime, beeinflussen (Schürch et al. 2018).

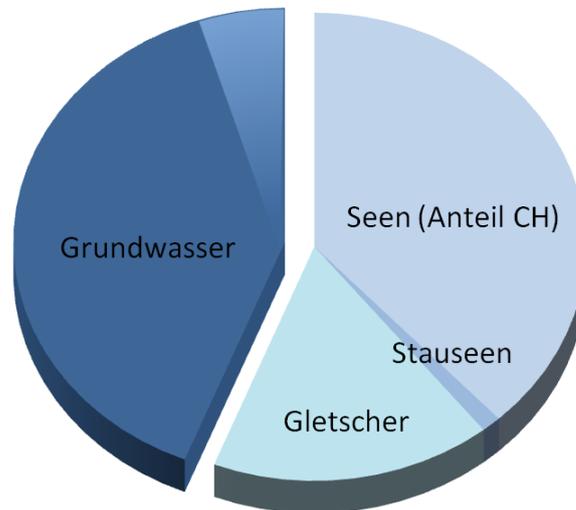


Abbildung 2: Grundwassermenge von 150 Milliarden m³ im Vergleich zu den anderen Wasservorräten der Schweiz (Sinreich et al. 2012). Im Segment Grundwasser abgegrenzt der Anteil, der davon jährlich nachhaltig genutzt werden kann.

5. Qualität und Schutz des Grundwassers

Grundwasser weist in Abhängigkeit des Fliessweges durch Boden und Untergrund, der geologischen Gegebenheiten und des Grundwasserleitertyps unterschiedliche natürliche chemische Ausprägungen auf. Zudem können anthropogene Substanzen, d.h. solche, die durch menschliche Aktivitäten in die Umwelt gelangen – wie z.B. Pflanzenschutzmittel, Lösungsmittel oder fäkale Mikroorganismen – das Grundwasser verunreinigen. Auch wenn es in der Schweiz insgesamt eine gute Qualität besitzt, treten vor allem in Gebieten mit grossflächigem Acker-, Gemüse-, Obst- und Weinbau sowie im Siedlungsgebiet Spuren unerwünschter Fremdstoffe im Grundwasser auf. Im Rahmen der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA erfasst das BAFU deshalb in Zusammenarbeit mit den kantonalen Fachstellen an insgesamt rund 600 Messstellen Zustand und Entwicklung der Grundwasserqualität und -quantität in der Schweiz (BAFU 2009). NAQUA besteht aus den vier Modulen QUANT, TREND, SPEZ und ISOT. Im Modul QUANT wird die Grundwasser-Quantität, in den beiden Modulen TREND und SPEZ die Grundwasser-Qualität beobachtet. Das Modul ISOT dient der Beobachtung der Wasserisotope im Wasserkreislauf. Zusätzlich zum Langzeitmonitoring werden bei Bedarf zeitlich befristete Pilotstudien durchgeführt.

Die Ressource Grundwasser ist auf natürliche Weise gegenüber schädlichen Stoffen geschützt. Zahlreiche natürliche Rückhalte- und Abbauprozesse eliminieren Schadstoffe, bereits bevor diese das Grundwasser erreichen. Dabei spielt vor allem die biologisch aktive Bodenschicht eine entscheidende Rolle. Aber auch eine

schützende Deckschicht und die Filterwirkung des Grundwasserleiters selbst leisten ihren Beitrag. Abb. 3 zeigt dies schematisch für die Verhältnisse eines Lockergesteins-Grundwasserleiters. In vielen Kluft- und vor allem Karst-Grundwasserleitern ist die Filterwirkung stark eingeschränkt, einerseits durch das Fehlen einer schützenden Boden- und Deckschicht, andererseits durch das schnelle Fließen im Grundwasserleiter. Dies führt z.B. dazu, dass Karstwässer häufig – insbesondere bei Niederschlagsereignissen – eine hohe Trübung aufweisen und mikrobiologisch belastet sind.

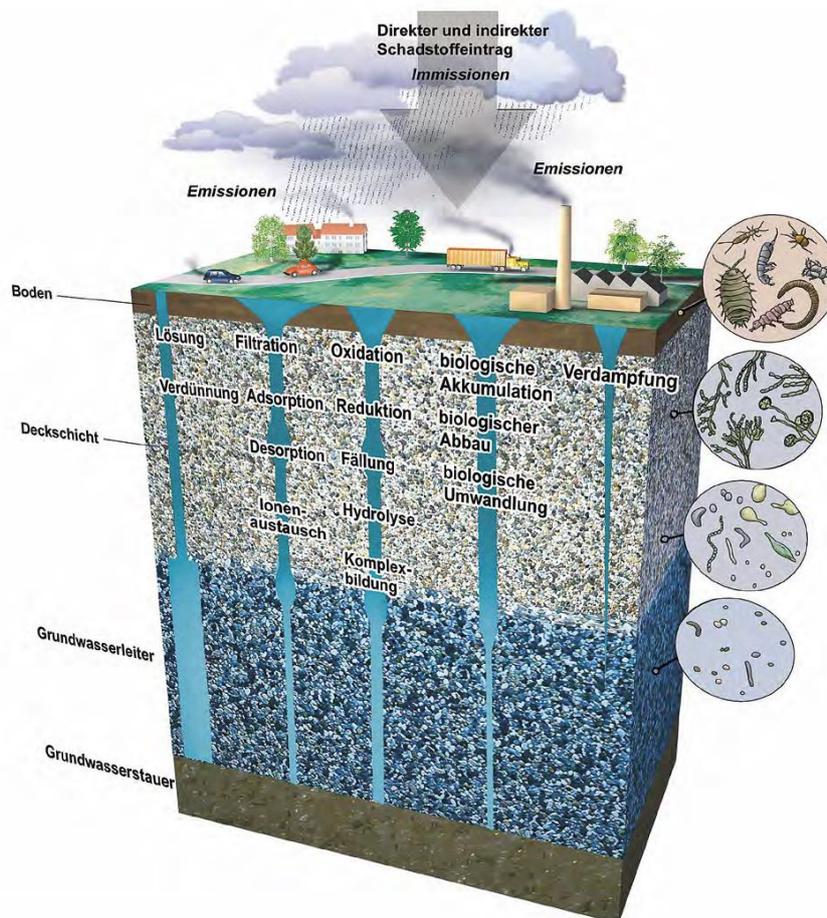


Abbildung 3: Rückhalt und Abbau von Schadstoffen im Boden und Untergrund (BUWAL 2004)

Neben dem natürlichen Schutz stellt der planerische Grundwasserschutz mit seinem präventiven Ansatz das wichtigste Element für den Schutz des Grundwassers in der Schweiz dar. Er soll nachteilige Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf das Grundwasser verhindern. Dabei wird der Raum in verschiedene Bereiche, Zonen und Areale eingeteilt, in welchen unterschiedliche, auf den jeweiligen Standort abgestimmte Nutzungseinschränkungen gelten. Abgestimmt auf die unterschiedlichen Grundwasserleitertypen hat der Bund Vollzugshilfen für den Grundwasserschutz erarbeitet (BUWAL 2004).

6. Zahlreiche Nutzungen und Funktionen

Der allergrösste Teil des Grundwassers speist Quellen und Flüsse und trägt damit dazu bei, dass unsere Fliessgewässer auch einige Zeit nach Niederschlägen noch genügend Wasser führen. Nicht nur dadurch stellt Grundwasser ein wichtiges

landschaftsprägendes Element dar, sondern ist z.B. auch an der Entstehung imposanter unterirdischer Karstlandschaften beteiligt. Grundwasserabhängige Ökosysteme profitieren ebenfalls von austretendem Grundwasser. Dazu zählen viele Auengebiete und Flachmoore, die in der Schweiz zu den artenreichsten Lebensräumen gehören. Auch die Grundwasserleiter selber stellen eigenständige, unterirdische Ökosysteme dar.

Grundwasser wird nicht nur für die Trinkwasser- und Brauchwasserversorgung (z.B. landwirtschaftliche Bewässerung, Lösch- und Industrierwasser) entnommen, sondern dient zunehmend auch als Ressource zur Energiegewinnung (Geothermie) oder auch für die Mineral- und Thermalwassernutzung. Grundwasserleiter regulieren den Wasseraustausch in vernetzten alluvialen Systemen oder können die Hochwasserentstehung in Fliessgewässern dämpfen. Dabei ist im Sinne einer integralen Gewässerbewirtschaftung die Lösung von Nutzungskonflikten in und um das Grundwasser sowie das bestmögliche Zusammenspiel der verschiedenen Akteure die Basis für eine nachhaltige Nutzung der Grundwasserressourcen.

Literatur

BAFU (2009): Ergebnisse der Grundwasserbeobachtung Schweiz (NAQUA). Zustand und Entwicklung 2004-2006. Umwelt-Zustand Nr. 0903. Bundesamt für Umwelt, Bern.

BAFU (2012): Auswirkungen der Klimaänderung auf Wasserressourcen und Gewässer. Synthesebericht zum Projekt „Klimaänderung und Hydrologie in der Schweiz“ (CCHydro). Umwelt-Wissen Nr. 1217. Bundesamt für Umwelt, Bern.

BAFU (2013): Wasserversorgung 2025, Synthese und Handlungsempfehlungen. Bundesamt für Umwelt, Bern.

Bitterli T., Aviolat F., Brändli R., Christe R., Fracheboud S., Frey D., George M., Matousek F., Tripet J.P. (2004): Grundwasservorkommen. Hydrologischer Atlas der Schweiz HADES, Tafel 8.6. Bundesamt für Umwelt, Bern.

BUWAL (2004): Wegleitung Grundwasserschutz. Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.

Schürch M., Bulgheroni M., Sinreich M. (2018): Température des eaux souterraines – Un aperçu de l'état et de l'évolution en Suisse. Aqua & Gas 7/8: 40–48.

Schürch M., Kozel R., Biaggi D., Weingartner R. (2010): Typisierung von Grundwasserregimen in der Schweiz – Konzept und Fallbeispiele. Gas Wasser Abwasser 11/10: 955–965.

Sinreich M., Kozel R., Lützenkirchen V., Matousek F., Jeannin P.-Y., Löw S., Stauffer F. (2012): Grundwasserressourcen der Schweiz – Abschätzung von Kennwerten. Aqua & Gas, 09: 16–28.

Freiburghaus M. (2009): Wasserversorgung in der Schweiz 2007. Gas Wasser Abwasser 12/09: 1001–1009.

Tripet J.P. (2005): Grundwasser. In: Spreafico M., Weingartner R. (Hrsg.) Hydrologie der Schweiz – Ausgewählte Aspekte und Resultate. Berichte des BWG, Serie Wasser Nr. 7. Bern: 79–100.