

Tafel 8.6 Grundwasservorkommen

Einleitung

Das Kartenblatt «Grundwasservorkommen» 1:500 000 ist eine Weiterentwicklung der 1967 erschienenen Hydrogeologischen Karte der Schweiz [6]. Primärer Informationsgehalt des aus dem Zusammenschluss zahlreicher Daten [3,4,7] entstandenen Blattes ist die flächendeckende Darstellung der Ergiebigkeit oberflächennaher Grundwasservorkommen. Die Bearbeitung der vorliegenden Karte in einem Geographischen Informations-System (GIS) beruht auf der gleichen Datenbasis wie die Geologische Karte der Schweiz [1,2]. Das Blatt bildet auch die Grundlage für eine weitere Karte, welche die Vulnerabilität der Grundwasservorkommen, also deren Empfindlichkeit gegenüber Verunreinigungen, darstellt.

Hydrogeologische Grundlagen

Die Wasserdurchlässigkeit eines Gesteins hängt von dessen Beschaffenheit und Tektonisierung ab (Tafeln 8.2 und 8.3). Eine erhöhte Wasserdurchlässigkeit ist eine der Voraussetzungen, dass sich ergiebige Grundwasservorkommen bilden können. Durch Versickerung von Niederschlag und Infiltration von Oberflächengewässern wird neues Grundwasser gebildet. In Karst- und in Blocksturzgebieten können Bäche punktuell sogar vollständig versickern. Von den Infiltrationsgebieten strömt das Grundwasser unterirdisch in die Exfiltrationsgebiete, wo es – oft als Quelle sichtbar – ein Oberflächengewässer speist (Tafel 8.3). Die Grundwasserneubildung ist durch einen jahreszeitlichen Rhythmus geprägt. In alpin beeinflussten Grundwasserleitern treten die Maxima meist in Frühling und Sommer auf, wobei die Schneeschmelze verstärkend wirkt. Dies führt zu Schwankungen des Grundwasserspiegels und der Quellschüttung. Für diese Prozesse spielen neben Niederschlag, Lufttemperatur und Vegetation auch das Relief, die geologischen Verhältnisse (Geometrie, Ausbildung, Mächtigkeit und Durchlässigkeit der grundwasserleitenden und -stauenden Schichten) sowie Wechselwirkungen mit Oberflächengewässern eine Rolle.

Grundwassergebiete und -nutzung

Der Trinkwasserbedarf der Schweiz wird zu mehr als 80 % durch Grundwasser (Förderbrunnen und Quellen), der Rest durch Seewasser gedeckt. Das Grundwasser stammt etwa zur Hälfte aus den «sehr ergiebigen» Grundwasservorkommen in den mächtigen Schottern der ausgedehnten Flusstäler (Anteil ca. 6 % der Fläche der Schweiz). Da die Schotter eine hohe reinigende Wirkung gegenüber vielen Verschmutzungen aufweisen, bilden diese weitgehend durch Flussinfiltration gespeisten Grundwasservorkommen die bedeutendsten Trinkwasserressourcen der Schweiz. In einigen ausgedehnten Tälern, z.B. zwischen Walensee und Obersee, sind die Schotter verlehmt oder sandig, so dass deren Grundwasservorkommen nur als «ergiebig» eingestuft werden können. Dies gilt auch für höher gelegene Schottergebiete mit geringer Grundwasserneubildung (z.B. Deckenschotter, oft moränenbedeckt).

Gebiete mit Karbonatgesteinen sind geprägt durch bedeutende unterirdische Entwässerung (Flächenanteil rund 16 %). Sie dominieren im Jura sowie in den Kalkalpen (vor allem Helvetische Decken). Die Karsthochflächen sind von Wasserarmut geprägt. Die Nutzung der Karstwässer konzentriert sich auf Quellen, die oft ergiebig sind. Solche Systeme reagieren hochempfindlich auf Verunreinigungen jeglicher Art.

Gesteine mit weniger ergiebigen Grundwasservorkommen nehmen weite Teile des Mittellandes (Molassesandsteine, Nagelfluh, kiesreiche Moränen) und des Alpenraumes (z.B. Kristallin der Zentralmassive und der Penninischen Decken sowie Flysche) ein. Ihre Nutzung beschränkt sich auf kleinere, lokal aber bedeutende Quellen, die typisch für diese Grundwasserleiter sind.

Gesteine ohne nennenswerte Grundwasservorkommen finden sich mehr oder weniger über die gesamte Schweiz verteilt. Sie wirken meist als Grundwasserstauer. Im Jura handelt es sich vorwiegend um tonreiche Schichten, im Mittelland um mergelige Molassegesteine und quartäre tonige Silte, im alpinen Bereich um sedimentäre und metamorphe Gesteine. In fast allen Gebieten treten geringmächtige durchlässige Lockergesteine (z.B. Hangschutt) auf, die schlecht durchlässigen Felsschichten auflagern und denen Quellen mit kleiner und mittlerer Schüttung entspringen.

Grundwasservorkommen in Lockergesteinen

Die ergiebigsten Grundwasservorkommen befinden sich in grobkörnigen, porösen Lockergesteinen. Innerhalb dieser «sehr ergiebigen» Grundwasservorkommen (v. a. Schotter in Tälern, Tafel 8.4) wird die Differenzierung der Ergiebigkeit primär anhand der Mächtigkeit der gesättigten Zone («nutzbare Grundwassermächtigkeit») vorgenommen. Andere Kriterien wie Durchlässigkeit, Lithologie und Beziehung zu den Oberflächengewässern werden mitberücksichtigt. Grobkörnige Schuttmassen sowie lehmarme Schotter im Randbereich und ausserhalb der Talsohlen können auch eine gute Durchlässigkeit und eine grosse Mächtigkeit aufweisen; sie sind aber häufig weitgehend entwässert und werden deshalb nur als «ergiebig» eingestuft. Grundwasservorkommen in Moränen und in fein- bis mittelgrobkörnigen Schuttmassen werden zu den «weniger ergiebigen» gezählt. Gebiete ohne ergiebige Grundwasservorkommen sind mit dem Auftreten von Tonen, Silten, Feinsanden und lehmigen Moränen oder undurchlässigen Deckschichten verknüpft.

Grundwasservorkommen in Festgesteinen

Die verkarstungsfähigen Kalk- und Dolomit-Gesteine führen zum Teil ergiebigere Grundwasservorkommen als die übrigen Festgesteine (vgl. Sammelprofile der tektonischen Einheiten). Das Grundwasser zirkuliert meist rasch in einem System von Spalten, Röhren und Höhlen, die durch Lösungsvorgänge im zerklüfteten Fels gebildet worden sind (vgl. Tafel 8.4). Trotz einiger grosser Quellen erreicht die Ergiebigkeit der Karstgebiete nicht die der ausgedehnten Schotter in den Talsohlen. Ebenfalls verkarstungsfähig sind evaporitische Gesteine (Sulfatgesteine, Steinsalz), die aber nur kleinere, hochmineralisierte Grundwasservorkommen führen. Zerklüftete, teils poröse Festgesteine weisen «wechselnd ergiebige» und «weniger ergiebige» Grundwasservorkommen auf. Dazu zählen Wechsellagerungen von Tonsteinen, Mergeln, Sandsteinen und Konglomeraten. Das Wasser zirkuliert in Klüften und – untergeordnet – in Poren und tritt in zahlreichen kleineren, auf der Karte nicht eingetragenen Quellen zutage. In massigen kristallinen Gesteinen (z.B. Granite) findet die Wasserzirkulation bevorzugt längs Klüften und Störungen sowie in aufgelockerten oberflächennahen Bereichen statt. Gebiete ohne ergiebige Grundwasservorkommen fallen mit dem Auftreten von Mergeln, Tonsteinen und Schiefern zusammen. Die in der Regel sehr wenig ergiebigen Metamorphite (z.B. Schiefer und Gneise) gehören ebenfalls zu dieser Kategorie. Alle diese Gesteine wirken im Verbund mit durchlässigeren Gesteinen als Grundwasserstauer.

Deckschichten

Wo über ergiebigen Grundwasservorkommen mächtigere, gering durchlässige und damit das Grundwasser vor Oberflächeneinflüssen schützende Deckschichten (z.B. lehmige Moränen) liegen, sind diese spezifisch gekennzeichnet. In diesen Bereichen ist die direkte Grundwasserneubildung vermindert.

Grundwasserstockwerke

Wenn verschiedene Grundwasserleiter übereinander liegen und durch stauende Schichten voneinander getrennt sind (z.B. in glazial übertieften Tälern) oder miteinander in Beziehung stehen (z.B. Schotter über Kalken), bilden sie Grundwasserstockwerke. Die bisher kaum

erschlossenen, tiefen Grundwasserstockwerke in den Lockergesteinen im Mittelland sind ebenfalls eingezeichnet. Wegen ihrer meist hohen Mineralisation eignen sie sich besser für die Wärmegegewinnung als für die Trinkwasserversorgung. Tiefere Grundwasserzirkulationssysteme sind auf der Tafel 8.3 illustriert.

Chemische Beschaffenheit

Die chemische Beschaffenheit der Grundwässer wichtiger Grundwasserleitertypen ist in Tafel 8.4 behandelt. Auf der vorliegenden Karte sind nur Bereiche hoch mineralisierter und/oder sauerstoffarmer Grundwässer markiert. Durch natürliche Auslaugungsprozesse leicht löslicher Gesteine (Sulfatgesteine, Steinsalz) gelangen Sulfate und Chloride in das Grundwasser und bewirken eine erhöhte Mineralisation. Verminderter Sauerstoffgehalt tritt oft in Mooregebieten mit reduzierenden Torfschichten auf.

Grundwasserbewirtschaftung

Angaben zur Grundwasserzirkulation (z.B. Fliessrichtungen) sind in Blau, zu Infiltrationsgebieten (z.B. Versickerungsstellen) in Rot und zu Exfiltrationsgebieten (z.B. Entwässerungskanäle) in Grün gehalten. Eine Auswahl wichtiger Quellen und Fassungen illustriert die Nutzung des Grundwassers. Die Quellen sind nach Schüttungsmenge gegliedert (kleiner oder grösser als 600 l/min). Bedeutende Thermalquellen (Wassertemperatur > 20 °C) und Mineralquellen (Mineralisation > 1 g/l) sind besonders gekennzeichnet [5]. Die Grundwasserfassungen liegen praktisch alle in den Schottern der grossen Flusstäler und sind entsprechend ihrer Konzessionsmenge (kleiner oder grösser als 5000 l/min) dargestellt. In Gebieten hoher Ergiebigkeit sind nahe beieinander liegende Quellen und Fassungen aus darstellerischen Gründen oft zusammengefasst. In Gebieten geringerer Ergiebigkeit sind auch kleinere, aber für die Trinkwasserversorgung unentbehrliche Quellen oder Fassungen berücksichtigt. Flusstauhaltungen bewirken im Stauraum erhöhte Infiltration, was bei schlechter Flusswasserqualität mit einer Beeinträchtigung der Grundwasserbeschaffenheit verbunden sein kann. Bei Anlagen zur künstlichen Grundwasseranreicherung für die Trinkwasserversorgung (z.B. in Genf, Basel, Zürich) wird Flusswasser zur Versickerung gebracht und im Abströmbereich als Grundwasser gefördert. Entwässerungskanäle bilden Vorfluter für kulturtechnische Entwässerungen (landwirtschaftliche Drainagen). Sie regulieren den Spiegel. Es sind nur die grösseren Anlagen dargestellt.

Verdankungen

Die vorliegende Arbeit wurde auf Anregung der Landesgeologie im Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG) und mit Unterstützung des BWG sowie des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft realisiert. Seitens des BWG wurde das Projekt von Ch. Beer, P. Heitzmann, L. Jemelin und M. Schürch begleitet. Die Arbeitsgruppe für die Koordination der Atlastafeln zur Geologie und Hydrogeologie hat zum Kartenkonzept mit zahlreichen Vorschlägen beigetragen. Von den kantonalen Wasserwirtschafts- und Gewässerschutzämtern sowie von den Fachstellen der Nachbarländer konnten zahlreiche publizierte und unpublizierte Karten, Gutachten und Berichte verwendet werden. Allen Personen und Institutionen, die einen Anteil zur Erstellung dieser Tafel geleistet haben, sei bestens gedankt.

Literatur

- [1] **Bundesamt für Wasser und Geologie (in Vorbereitung):** Geologische Karte der Schweiz 1:500 000. Bern.
- [2] **Bundesamt für Wasser und Geologie (in Vorbereitung):** Tektonische Karte der Schweiz 1:500 000. Bern.
- [3] **Bundesamt für Wasser und Geologie (ab 1862):** Geologische Spezialkarten der Schweiz (verschiedene Massstäbe). Bern.
- [4] **Bundesamt für Wasser und Geologie (ab 1930):** Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000. Bern.
- [5] **Högl, O. (1980):** Die Mineral- und Heilquellen der Schweiz. Bern.
- [6] **Jäckli, H., Kempf, T. (1967):** Hydrogeologische Karte der Schweiz 1:500 000. In: Atlas der Schweiz: Tafel 16, Wabern-Bern.
- [7] **Schweizerische Geotechnische Kommission (ab 1972):** Hydrogeologische Karten der Schweiz 1:100 000. Zürich.