Grundwasser und Quellen

Autor(en): **Kaufmann, Beat**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern**

Band (Jahr): **33 (1993)**

PDF erstellt am: **01.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-523500

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Grundwasser und Quellen

Beat Kaufmann

Die Hydrologie ist eine der Geowissenschaften und befasst sich mit dem Wasser über, auf und unter der Erdoberfläche. Der folgende Artikel handelt vom Wasser unter der Erdoberfläche, dem sogenannten Grundwasser. Es wird aber auch jener Teil des Untergrundes besprochen, in welchem die Grundwässer zirkulieren, die sogenannten Grundwasserleiter. Die Disziplin, welche sich mit dem Aufbau und insbesondere auch mit den Eigenschaften dieser Grundwasserleiter befasst, bezeichnet man als Hydrogeologie. Sie ist somit das Bindeglied zwischen Hydrologie und Geologie und gleichsam als Spezialgebiet dieser beiden Geowissenschaften zu betrachten.

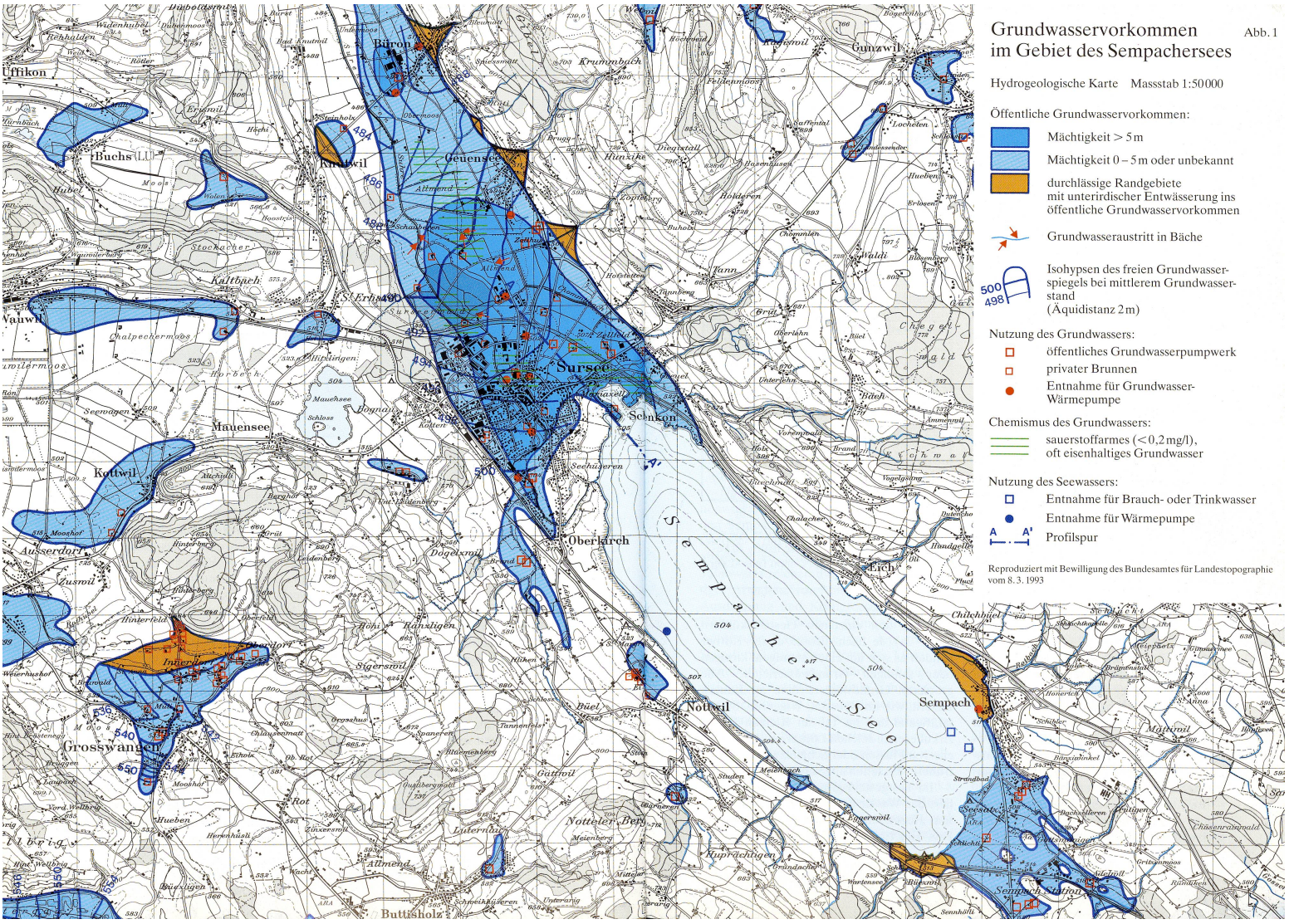
Grundwasserarten

Je nach Tiefenlage, Druckverhältnissen oder Alter wird zwischen oberflächennahen und tiefen Grundwässern unterschieden. Das «normale» und bei uns am häufigsten genutzte Grundwasser ist oberflächennah. Es fliesst mit einer Geschwindigkeit von einigen Metern pro Tag und wird dementsprechend rasch und laufend über einsickernde Niederschläge und/oder Infiltration aus Oberflächengewässern erneuert.

Die oberflächennahen Grundwässer werden, besonders da, wo sie frei an die Erdoberfläche austreten (Quellen), von jeher zur Trinkwassergewinnung genutzt. Seit einigen Jahrzehnten wird auch das unter den Talsohlen zirkulierende Grundwasser mit Pumpen an die Oberfläche gefördert und der Trinkwassernutzung zugeführt. Allein im Luzerner Surental gelangen jährlich etwa 2 Mio. m^3 dieses Grundwassers ins Trinkwasserversorgungsnetz.

Tiefe Grundwässer zirkulieren in der Regel viel langsamer; sie sind häufig stärker mineralisiert und wärmer. Solche Tiefengrundwässer werden in der Schweiz seit geraumer Zeit ebenfalls sowohl zur Energiegewinnung (Wärmepumpen) wie auch zur Trinkwassernutzung oder für Heilzwecke (Thermalbäder) gefördert.

In bezug auf die Druckverhältnisse an der Grundwasseroberfläche wird zwischen freiem und gespanntem Grundwasser unterschieden. Im freien Grundwasser liegt die Grundwasseroberfläche innerhalb des Grundwasserleiters; der Druck an der Grundwasseroberfläche ist gleich dem atmosphärischen Druck. Das gespannte Grundwasser hingegen wird an seiner freien Ausdehnung nach oben durch eine dichtende Schicht gehindert, es steht unter Druck. Gespanntes Grundwasser, welches beim Anbohren frei über das Gelände ausfliesst, wird als artesisch gespannt bezeichnet.



Grundwasservorkommen im Gebiet des Sempachersees

Abb. 1

Hydrogeologische Karte Massstab 1:50000

Öffentliche Grundwasservorkommen:

- Mächtigkeit > 5 m
- Mächtigkeit 0 – 5 m oder unbekannt
- durchlässige Randgebiete mit unterirdischer Entwässerung ins öffentliche Grundwasservorkommen
- Grundwasseraustritt in Bäche
- 500 / 498 Isohypsen des freien Grundwasserspiegels bei mittlerem Grundwasserstand (Äquidistanz 2 m)

Nutzung des Grundwassers:

- öffentliches Grundwasserpumpwerk
- privater Brunnen
- Entnahme für Grundwasser-Wärmepumpe

Chemismus des Grundwassers:

- sauerstoffarmes (< 0,2 mg/l), oft eisenhaltiges Grundwasser

Nutzung des Seewassers:

- Entnahme für Brauch- oder Trinkwasser
- Entnahme für Wärmepumpe
- A – A' Profilspur

Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 8. 3. 1993

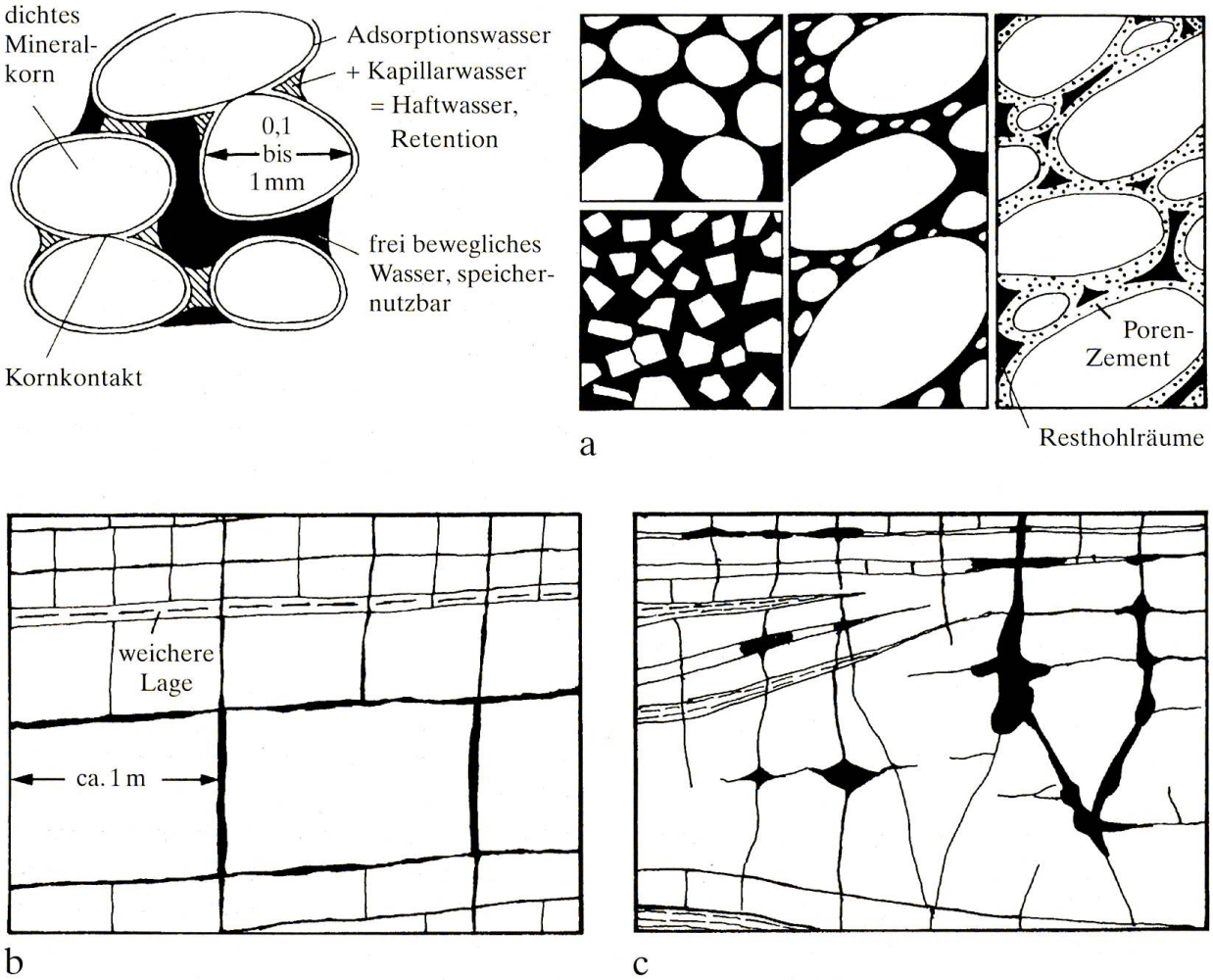


Abb. 2: Verschiedene Grundwasserleiter. a) Lockergesteins- oder Porengrundwasserleiter, wie er in unseren Flusstälern anzutreffen ist; b) Kluftgrundwasserleiter, wie er in der Molasse häufig zu beobachten ist; c) Karstgrundwasserleiter, wie er in Jura- oder alpinen Kalken vorkommt (aus «Lehrbuch der Hydrologie»).

Typen von Grundwasserleitern

Die Grundwasserleiter können aus lockeren Gesteinsschichten wie Kiesen und Sanden oder festen Gesteinskörpern (Fels) wie Sandsteinen und Kalken bestehen. Demgemäss wird zwischen den beiden Hauptgruppen «Lockergesteins- oder Porengrundwasserleiter» und «Festgesteinsgrundwasserleiter» (Kluftgrundwasser, Karstgrundwasser) unterschieden.

Im Lockergesteinsgrundwasserleiter zirkuliert das Grundwasser in den freien, zusammenhängenden Hohlräumen (Poren) zwischen den einzelnen Gesteinskörnern (Abb. 2a). Je nach Grösse dieser Körner handelt es sich um einen steinigen, kiesigen oder sandigen Grundwasserleiter. Alle grösseren Grundwasserströme im Kanton Luzern, wie im Reusstal, Wiggertal, Surental, Seetal und im Tal der Kleinen Emme zirkulieren in solchen Lockergesteinen, welche von Flüssen oder Schmelzwasserbächen früherer Eiszeiten abgelagert wurden.

Im Festgesteinsgrundwasserleiter zirkuliert das Wasser entlang von Klüften, Spalten, Rissen und anderen Hohlräumen im Fels. Ein typischer Kluftgrundwasserleiter,

wie er auch bei uns in den Sandsteinen und der Nagelfluh der Molasse häufig auftritt, ist schematisch in Abbildung 2b dargestellt.

Grundwasservorkommen

Grundwasserstrom des Surentals

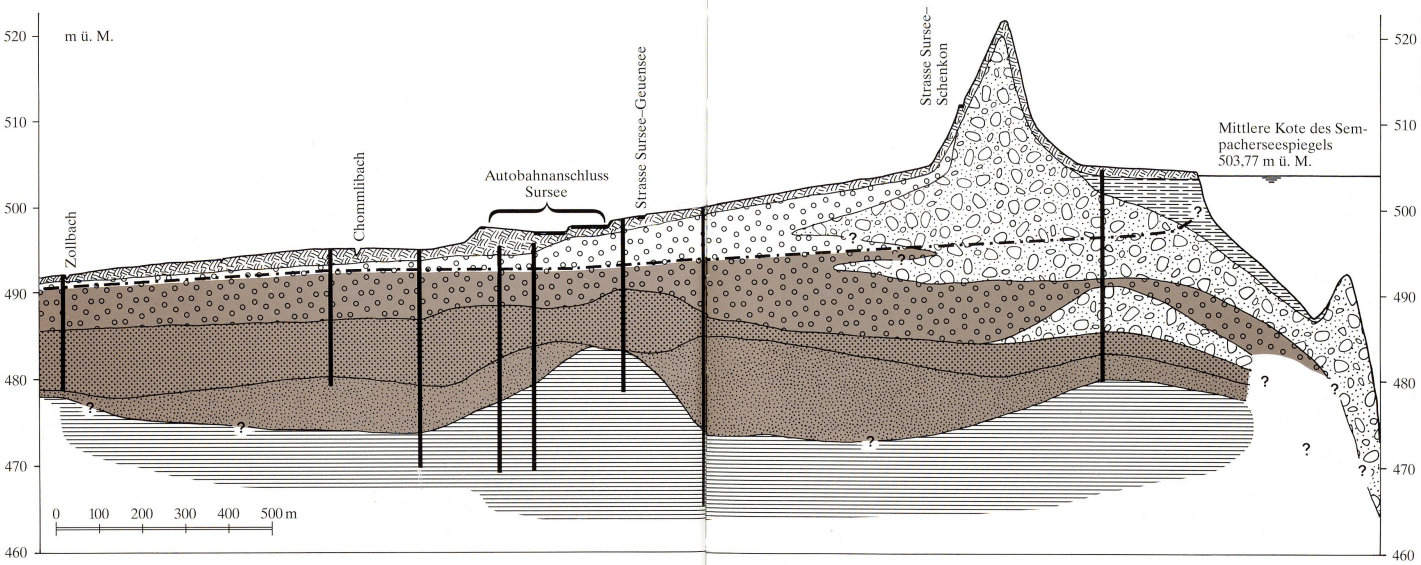
Entsprechend der geologischen Talgeschichte sind auch die Grundwasserleiter des Surentals heterogen aufgebaut und verschiedenen Ursprungs. Den eigentlichen Surental-Grundwasserstrom (hydrogeologische Karte, Abb. 1) beherbergen die glazialen Rückzugs- und Vorstossschotter im Raum Sursee sowie die zur Zeit des «Sursees» von Südosten in diesen geschütteten Deltaschotter. Es sind dies von oben nach unten Kiese, Kies-, Grob-, Mittel- und Feinsande, welche von siltig-feinsandigen Seeablagerungen unterlagert werden. Die Schichtabfolge ist aus dem Längenprofil (Abb. 3) ersichtlich.

Die Schotterflur unterquert den Moränenwall von Sursee und reicht bis unter den Sempachersee. Offenbar hat hier der Gletscher die von seinen Schmelzwässern abgelagerten Schotter erneut überfahren. Talabwärts reichen die Schotter, unter stetiger Abnahme von Mächtigkeit, seitlicher Ausdehnung und Korngrösse, bis auf die Höhe von Waldhof–Allmendhof. Die Achse der Hauptrinne mit den grössten Schottermächtigkeiten folgt der Linie Allmendhof–Schenkon. Es dürfte sich hier um die aufgeschotterte, glaziale Schmelzwasserrinne handeln. Entlang dieser sind auch die Pumpwerke der Wasserversorgungen Sursee und Schenkon plaziert.

Weitere für die Wassergewinnung wichtige Grundwasserleiter bilden die ausgedehnten, aus der nordöstlichen Talflanke weit ins Haupttal vorstossenden Bachschuttkegel von Büron, Geuensee und Zollhus. Diese Schüttungen, vorerst Deltas, später dann Bachschuttkegel, waren massgeblich für die rasche Auffüllung und Verlandung des ehemaligen «Sursees» verantwortlich, reichen doch beispielsweise die Ablagerungen des Büronerkegels bis hinaus zur Talachse. Die Wasserversorgungen Büron und Geuensee beziehen ihr Grundwasser aus kiesig-sandigen, besser durchlässigen Horizonten innerhalb dieser Bachschuttkegel.

Der gesamte Grundwasserdurchfluss durch den Talquerschnitt auf der Höhe der Stadt Sursee (Linie Bahnhof SBB – Zellfeld) beträgt rund 11 000 Liter pro Minute. Das Grundwasser stammt aus der Suhre, infolge Bachwasser-Infiltration zwischen Oberkirch und Schlottermilch, aus versickernden Niederschlägen auf der Talsohle und auf den Seitenhängen sowie ein kleiner Anteil unbekannter Grösse aus dem Sempachersee. Dies wurde für das Gebiet Mariazell qualitativ in Form von Temperaturanomalien sowie hydrochemischen Besonderheiten nachgewiesen. Zwischen Schlottermilch (Wehr) und Büron exfiltriert sämtliches Grundwasser, auch das aus den seitlichen Schuttkegeln, in die Suhre. Dieser Prozess wurde durch die Korrektion der Suhre, welche bereichsweise mit Absenkungen der Bachsohle verbunden war, unterstützt. Auf der Höhe von Büron findet kein talparalleler Grundwasserdurchfluss mehr statt. Die durch Exfiltration in die Suhre austretende Grundwassermenge ist etwa viermal so gross wie die zurzeit im Luzerner Surental genutzte.

Bezüglich der hydrochemischen Beschaffenheit des Surental-Grundwassers sind in erster Linie die generell zu hohen Nitratgehalte zu erwähnen, was die zeitweise Abschaltung von Grundwasserpumpwerken zur Folge hatte. Zusätzlich ist in Gebieten mit mächtiger Überdeckung und/oder hohem Anteil an organischem Material in den Bodenschichten ein markantes Sauerstoffmanko im Grundwasser zu



Deckschichten: Vegetationsschicht, Gehängelehm, Überschwemmungssedimente, künstliche Auffüllungen

Junge Seeablagerungen und Verlandungssedimente: Tone, Silte, Feinsande, Seekreide, Torf

Delta-Ablagerungen

saubere und leicht siltige Kiese und Kiessande guter Durchlässigkeit, mittlerer k-Wert = 3×10^{-3} m/s

Grob- und Mittelsande mit variierendem Kiesgehalt mittlerer Durchlässigkeit, mittlerer k-Wert = 3×10^{-4} m/s

Fein- und Mittelsande, zum Teil siltig, geringer Durchlässigkeit, mittlerer k-Wert = 5×10^{-5} m/s

Ältere Seeablagerungen

Silte und Sande schlechter Durchlässigkeit

Moränenmaterial

Vorwiegend tonig- siltige Kiese mit Sand, Steinen und Blöcken, in der Regel schlecht, partiell besser durchlässig

Grundwasserspiegel

Sondierbohrung

Grundwasser

Abb. 3: Hydrogeologisches Längsprofil durch das Gebiet von Sursee.

beobachten. Dies kann bereichsweise zu Nitratreduktion, lokal sogar zu Sulfatreduktion mit Schwefelwasserstoffbildung führen. Zudem liegt in solchen Wässern Eisen und Mangan in gelöster Form vor, was zu erheblichen Problemen, insbesondere bei der technischen Nutzung führen kann.

Grundwasservorkommen von Sempach–Neuenkirch

In der südöstlichen Fortsetzung des Sempachersees, im Bereich Seesatz–Adelwil, liegt ein bescheidenes Grundwasservorkommen von etwa 2 km² Ausdehnung (hydrogeologische Karte, Abb. 2). Den Grundwasserleiter bilden zur Hauptsache feinkörnige, sandige, im obersten Bereich sandig-kiesige Deltaablagerungen, verzahnt mit siltig-feinsandigen Seesedimenten.

Die Unterlage des geringmächtigen Grundwasserleiters, den Grundwasserstauer, bilden Grundmoränen des Reussgletschers, welche sich geologisch zwischen den Gletscherständen Bremgarten und Gisikon-Honau befinden. Bereichsweise ist aber auch die Unterlagerung des Grundwasserleiters durch Sandsteine und Mergel der Mittelländischen Molasse anzunehmen.

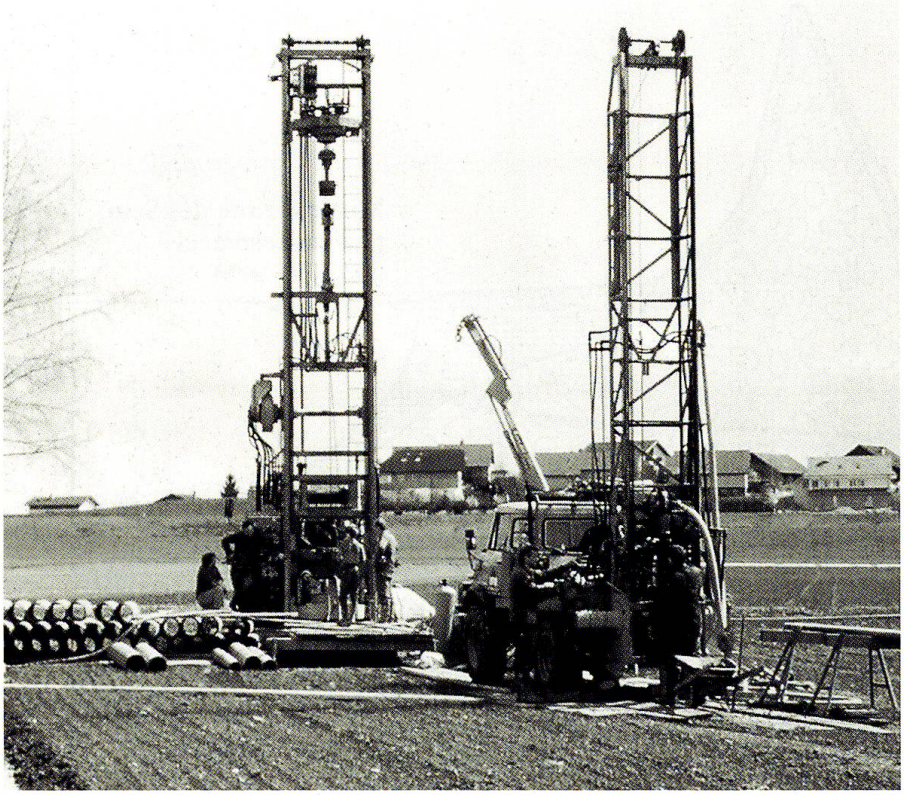


Abb. 4: Mobile Bohrgeräte zur Ausführung von Sondier- und Prospektionsbohrungen auf Grundwasser. Die Sondierungen erfolgen zurzeit im Auftrag der Wasserversorgung Sursee im Hinblick auf eine Neufassung im Bereich von Pumpwerk I.

Das Grundwasser fliesst mit einem mittleren Gefälle von etwa 0,8 % generell in Richtung See, welcher als Vorfluter wirkt. Die Durchlässigkeit der grundwasserführenden Schichten ist mittel bis gering, entsprechend der eher feinkörnigen Zusammensetzung des Materials. Der mittlere Durchlässigkeitsbeiwert (k) liegt bei rund 1×10^{-4} m/s.

Das Zusammenspiel Grundwasser–Oberflächengewässer ist nur für die Grosse Aa erforscht. Diese gibt oberhalb des Tanklagers Bachwasser ins Grundwasser ab (Infiltration), zwischen Tanklager und Sempachersee tritt Grundwasser in die Grosse Aa aus (Exfiltration).

Der gesamte Grundwasserabfluss in Richtung See, die Bachschuttkegel bei Büezwil ausgenommen, dürfte lediglich einige 100 Liter pro Minute betragen. Das Grundwasser wird zurzeit in den beiden öffentlichen Pumpwerken «Rank» (Wasserversorgung Neuenkirch) und «Sempach» (Wasserversorgung Sempach) zu Trinkwasserzwecken genutzt.

Weitere, kleine Vorkommen im Einzugsgebiet

Die verschiedenen Stillstandsphasen des Reussgletschers im Sursee-Stadium sind auf eindrückliche Weise an den Seitenhängen über dem Sempachersee in Form von parallel gestaffelten Seitenmoränen abgebildet. Die Wälle verlaufen subparallel zum Hang mit einem leichten Gefälle gegen Nordwesten, welches demjenigen der damaligen Eisoberfläche entspricht. Die heute im Gelände noch deutlich erkennbaren Wälle wurden jeweils bei jedem längeren Stillstand des Reussgletschers an dessen Rändern abgelagert. Parallel zu diesen Seitenmoränenwällen verliefen Schmelzwasser- und Entwässerungsrinnen, welche sowohl die Schmelzwässer wie auch die bergseitig anfallenden Oberflächenwässer aufnahmen und seitlich des Gletschers abführten. Die Rinnen wurden durch die erosive Tätigkeit der Wässer eingetieft und bei nachlas-

Abb. 5: Alte, private Brunnenstube östlich Zollhus. Das Quellwasser ist untief gefasst und die Brunnenstube mit einer morschen Holzabdeckung versehen. Solches Quellwasser erfüllt die Anforderungen an die bakteriologische Reinheit nicht.

sender Schleppkraft des Wassers infolge weiteren Rückzugs der Eismassen häufig wieder aufgeschottert. Diese schmalen, subparallel zum Hang verlaufenden, glazialen Schotterrinnen führen heute zum Teil Grundwasser.

Zwei solche Schottervorkommen sind ein Kilometer südlich von Nottwil bei Zimmerrüti zu beobachten. Das bergseitige führt Grundwasser, welches im Pumpwerk Zimmerrüti zu Trinkwasserzwecken gefördert wird. Ein weiterer, analog entstandener Grundwasserleiter liegt unmittelbar nordwestlich Nottwil, bei Ei.

Rund zwei Kilometer südöstlich von Nottwil, bei Meienbach, liegt ein kleines Vorkommen anderer Herkunft. Das Grundwasser zirkuliert hier in etwa 20 m Tiefe innerhalb von durchlässigeren Sanden, die durch Seeablagerungen gegen das hangende, rezente Delta abgetrennt sind, welches von Südwesten in den Sempachersee geschüttet wird.

Quellen

Im Einzugsgebiet des Sempachersees sind über 400 gefasste und zu Trinkwasserzwecken genutzte Quellen vorhanden. Die meisten davon sind innerhalb Moränen, im Kontaktbereich Moräne–Molassefels oder in der obersten Verwitterungszone des Molassefelsens gefasst. Die Grundwässer fliessen im Untergrund entlang bevorzugter Fliesswege aus durchlässigeren Kiessanden im Moränenmaterial, auf der stauenden Felsoberfläche oder entlang Spalten und Klüften im Fels selbst. Diese unterirdischen Wasserläufe (sog. Wasseradern)

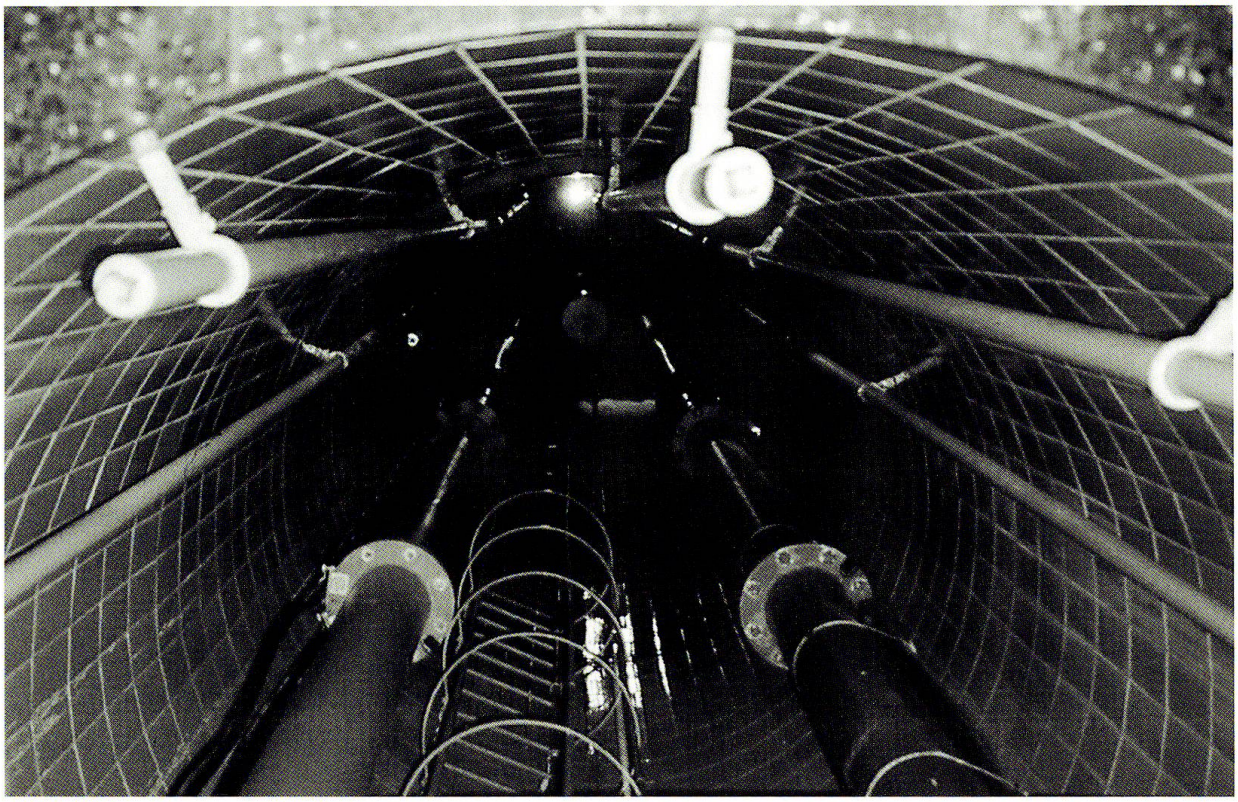


Abb. 6: Blick in den mit Plättli ausgekleideten Schacht des Horizontalfilterbrunnens Pumpwerk II der Wasserversorgung Sursee.

haben in der Regel nur geringe seitliche Ausdehnung, weshalb der Quellaustritt an die Oberfläche punktförmig ist. Von Quellhorizonten spricht man, wenn mehrere Quellen in Linie angeordnet an die Oberfläche austreten. Solche Quellhorizonte sind geologisch bedingt, indem eine grundwasserstauende Schicht (tonige Schicht innerhalb der Moräne, Mergelhorizont in der Molasse) in einem Hang an die Erdoberfläche ausbeisst. Dieser am häufigsten vorkommende Quelltyp wird als Schichtquelle bezeichnet.

Die Schüttungen der Einzelquellen im Einzugsgebiet des Sempachersees variieren beträchtlich; sie reichen von wenigen Litern pro Minute bis zu über 200 Liter pro Minute.

Ich danke meinem geschätzten Kollegen Dr. Hans Georg Lorenz für die kritische Durchsicht des Manuskripts und für seine wertvollen Anregungen zum Text. Der gleiche Dank gilt auch meinen Mitarbeitern Erich Keusch und Dr. Markus Liniger.