Zeitschrift: Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band: - (2005)

Artikel: Das Rheingebiet als Grundwasserträger
Autor: Trösch, Jürg
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-832661

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 30.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Das Rheingebiet als Grundwasserträger

Jürg Trösch (Zürich)

1 GRUNDWASSER-DYNAMIK

Der Grundwasserträger des Alpenrheintales erstreckt sich von Reichenau bis zum Bodensee, über eine Länge von fast 100 km. Insgesamt beträgt die Fläche des Grundwasserträgers rund 450 km^2. Durch natürliche Hindernisse und Engnisse ist er in verschiedene Becken unterteilt (WEBER, 1978):

- **Reichenau – Haldenstein**
  Wechselnde Rheinablagerungen, seitlich verzahnt mit schlecht durchlässigem Rüfenmaterial (z. B. Maschänserrüfe)
- **Trimmis bis Ellhorn – Trübbach**
  Wechselnde Ablagerungen von Rhein und Landquart, verzahnt mit Schuttfächern der Tamina und des Glecktobels
- **Buchs – Schaan bis Sennwald-Eschen**
  Kiesige/sandige Ablagerungen von teilweise ausgezeichneter Durchlässigkeit
- **Sennwald – Eschen bis Oberriet – Koblach**
  Der Ill-Frutz-Schwemmfächer mit gut durchlässigen Schottern drängt den Rhein auf die linke Talseite.
- **Oberriet – Koblach bis Bodensee**
  Gut durchlässige alte Rheinläufe in gering durchlässigen Schichten und torfigen Ablagerungen, gegen den Bodensee mit groben Kiesen der Bregenzerach.

Der natürliche Grundwasserhaushalt wird durch folgende Mechanismen geprägt:

- Direkte Niederschlagsversickerung im Bereich der Talebene
- In- und Exfiltration aus dem Rhein, aber auch aus Bächen und Giessen
- Unterirdische Hangwasserzuflüsse
- Exfiltration in den Bodensee

Im Grundwasserhaushalt kommt vor allem der Rheininfiltration grosse Bedeutung zu. Infiltration und Exfiltration aus dem Rhein wechseln sich ab. Zu Beginn eines Grundwasserbeckens infiltriert der Rhein meistens, ebenso wenn der Grundwasserspiegel unter dem Flussspiegel liegt. Oberhalb von Engnissen fliesst das Grundwasser wieder in den Rhein zurück. Die ausgetauschten Wassermengen auf der gesamten Länge liegen bei mittleren Wasserständen des Rheins zwischen 5 bis 10 m^3/s, während Hochwassern können jedoch wesentlich grössere Mengen exfiltrieren. Berechnungen für das Fürstentum Liechtenstein zeigen, dass bei Hochwasser im Rhein bis zu 40 m^3/s zusätzlich an Sickerwasser anfällt. Für den Rhein mit einem mittleren Abfluss bei Diepoldsau von 230 m^3/s sind diese Mengen nicht von Bedeutung, sie sind auch nicht durch Messungen nachweisbar.

Gegenüber dem natürlichen Zustand des Alpenrheins mit einem in der Talebene verzweigten und mäandrierenden Fluss stellt die heutige Zähmung des Rheins mit Dämmen für den Grundwasserhaushalt eine einschneidende Änderung dar. Doch ist auch der heutige Zustand nicht stabil, die Sohlenlage des Rheins ändert sich drastisch in Funktion des Geschiebehaushaltes. So hat sich seit 1950, als Folge von Geschiebeentnahmen, die Sohle stark gesenkt. Unterhalb des Ellhorns senkte sich die Rheinsohle bis 1970 um über 5 m, bei Ruggell noch 1–2 m. Erosionen traten auch oberhalb der Ellhornschwelle auf. Als Folge davon senkte sich auch der mit dem Rhein gekoppelte Grundwasserspiegel. Dies führte zu einer Verringerung der Speisung des Grundwassers, die Wasserqualität verschlechterte sich. Zudem trockneten viele Giessen aus, die ursprünglich der Drainage des Grundwassers dienten. Daher wird mit dem Entwicklungskonzept Alpenrhein angestrebt, die Lage der Rheinsohle wieder zu erhöhen (vgl. VISCHER und KALT, in diesem Buch).

Zusammenfassend präsentiert sich der Einfluss des Rheins wie folgt:

Südlich von Landquart bis Ragaz infiltriert der Rhein ins Grundwasser. Weiter nördlich

kehren sich rechtsrheinisch die Verhältnisse um, und Grundwasser exfiltriert in den Fluss. Linksrheinisch setzt sich die Infiltration bis zur Sohlenschwelle von Ellhorn fort.

Ein Teil des Infiltrationswassers tritt nördlich von Bad Ragaz in die Saar über und wird durch diese oberflächlich abgeleitet.

Unterhalb der Sohlschwelle Ellhorn bis etwa Sevelen wirkt der Rhein als Vorfluter, in den das Grundwasser exfiltriert. Ein Teil fliesst unter dem Rhein durch nach Liechtenstein. Die deutlich tiefere Rheinsohle unterhalb der Schwelle begünstigt die erwähnte Exfiltration. Zudem erfolgte nach dem Schwellenbau eine Sohlenerosion, die bis auf die Höhe der Saarableitung eine Tieferlegung der Rheinsohle von rund 0,6 Meter bewirkte. Von der Saarableitung bis zur Brücke Sevelen – Vaduz hat sich die Rheinsohle im gleichen Zeitraum immerhin noch um rund 0,4 Meter abgesenkt. Diese Vorgänge begünstigen ebenfalls die Exfiltration von Grundwasser in den Rhein.

Zwischen Sevelen und der Sohlschwelle Buchs ist dann wieder durchgehend eine Infiltration von Rheinwasser zu beobachten. In diesem Abschnitt hat sich die Rheinsohle seit 1972 insgesamt um rund 0,5 Meter angehoben, was sicherlich die Infiltrationstendenz begünstigt.

Auf einem Abschnitt von rund sechs Kilometern Länge unterhalb der Sohlschwelle Buchs findet dann infolge der sprunghaften Verringerung der Höhenkote der Rheinsohle von rund zwei Metern eine Exfiltration von Grundwasser in den Rhein statt. Weiter flussabwärts kehren sich die Verhältnisse um. Bis Bendern infiltriert der Rhein wiederum in den Grundwasserträger.

Der Schellenberg und auch der Bergsturz von Sennwald verengen den Grundwasserleiter bei Ruggell und verhindern den Abfluss des Grundwassers in nördlicher Richtung. Im Abstrombereich des Schellenberges kommt es deshalb bis etwa zur Illmündung wieder zu einer Exfiltration von Grundwasser.

Zwischen der Ill- und der Frutzmündung liegt der Grundwasserspiegel im Ill-Schwemmfächer (rechtsrheinisch) über dem Flussniveau. Somit wirkt der Rhein als Vorfluter. Links des Rheins liegt die Grundwasserspiegelkote jedoch deutlich tiefer, so dass eine Infiltration von Rheinwasser erfolgt.

Unterhalb der Illmündung beträgt die Eintiefung seit 1972 rund 0,5 Meter. Dies hat vermutlich die Exfiltration von Grundwasser zwischen der Frutzmündung und dem Kummaberg begünstigt.

Weiter nördlich kommt es allerdings wieder zu einer Infiltration von Rheinwasser in das Grundwasser. Im Bereich des Diepoldsauer Durchstichs werden die Verhältnisse sehr kompliziert, da zusätzlich Wechselwirkungen mit der alten Rheinschlaufe auftreten. Generell kann aber von einer Infiltration ausgegangen werden.

Auch weiter flussabwärts liegt der Grundwasserspiegel generell unterhalb des Flussniveaus. Somit erfolgt eine Infiltration. Diese ist jedoch gering, da der Rhein über weite Strecken im Bereich von schlecht durchlässigen feinkörnigen Sedimenten fliesst und die Rheinsohle wegen des Feinsedimentanteils im Flusswasser stark kolmatiert ist.

Neben dem Rhein als Hauptgewässer sind auch die anderen Oberflächengewässer von Bedeutung, da diese verhindern, dass die Ebene vernässt. Die Binnenkanäle nehmen dabei das Wasser der Seitenbäche aus den Talhängen auf und führen es an geeigneter Stelle in den Rhein. Die Giessen drainieren die Ebene und ermöglichen erst eine Nutzung des Landes. In den Giessen, die ursprünglich reine Grundwasseraufstösse mit kühlem, klarem Wasser waren, schwanken die Abflüsse direkt in Abhängigkeit des Grundwasserspiegels. Während Rheinhochwassern muss in diesen Nebengewässern ebenfalls mit hohen Abflüssen gerechnet werden, wegen der grossen Mengen von Rheininfiltrat. Viele Giessen werden jedoch heute künstlich bewässert, entweder mit Rheinwasser oder aus anderen Oberflächengewässern.

Die direkte Grundwasserneubildung aus der Infiltration von Niederschlagswasser liegt im Jahresmittel bei etwa 4 m^3/s. Die unterirdischen Hangwasserzuflüsse aus den seitlichen Einzugsgebieten betragen etwa 5 m^3/s. In den Bodensee

exfiltriert nur noch eine geringe Menge von etwa 0,5 m^3/s.

Die Grundwassermächtigkeit liegt oberhalb von Chur bis Sargans bei über 60 m, bei Landquart wird sogar eine Mächtigkeit von gegen 200 m erreicht. Die rechts des Rheins liegenden Schwemmkegel der grossen Rüfen weisen eine schlechte Durchlässigkeit auf, im Gegensatz zu den Schottern der alten Rheinläufe. Unterhalb der Ellhornschwelle nimmt die Mächtigkeit bis Ruggell auf etwa 20 m ab, die Durchlässigkeit der Kiese ist jedoch hoch. Von Ruggell bis zum Bodensee schwankt die Mächtigkeit um 10 bis 20 m. In den Randzonen ist sie teilweise wesentlich geringer, ausser beim Schwemmfächer der Bregenzerache, wo mächtige, gut durchlässige Kiesschichten bis zu 50 m Mächtigkeit angetroffen werden.

Mit einem Grundwassermodell des ganzen Rheintales wurden die Zusammenhänge eingehend untersucht und wertvolle Planungsunterlagen erarbeitet. Beteiligt sind alle betroffenen Länder und Kantone (Vorarlberg, Fürstentum Liechtenstein, St. Gallen und Graubünden), koordiniert durch die Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA). Das Modell ist ein so genanntes Finite-Elemente-Modell, horizontal-zweidimensional, zur Diskretisierung der Oberfläche des Grundwasserträgers. Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters wird als Parameter ebenfalls berücksichtigt. Der Rhein, die Binnenkanäle sowie alle kleineren Oberflächengewässer sind im Modell eingebaut, die In- und Exfiltration erfolgt wegen der meist starken Abdichtung der Gewässersohlen (Kolmation), gedämpft mittels eines Leakagekoeffizienten. Das Modell wurde an Daten einer Simultanmesskampagne (rund 500 Pegelmesspunkte) kalibriert und kann nun für weitere Untersuchungen verwendet werden. Ein wichtiges Beispiel ist die Untersuchung der im Rahmen des Entwicklungskonzeptes Alpenrhein geplanten Massnahmen, wie etwa Flussaufweitungen, auf den Grundwasserhaushalt.

2 ZUR WASSERQUALITÄT DES RHEINS UND SEINER NUTZUNG ALS TRINKWASSERRESERVOIR

Grundwasser ist im Rheintal die bedeutendste Ressource für Trinkwasser. Ausser im Kanton St. Gallen, wo etwa 30% des Trinkwassers aus dem Bodensee gewonnen werden, kommt das Trinkwasser sonst gänzlich aus Quell- und Grundwasser. Die Sicherstellung der Grundwasserqualität und der -quantität hat daher hohe Priorität. Im gesamten Rheintal ist heute ein Bedarf von etwa 130 000 m^3/d Trinkwasser bereitzustellen, der zu 60% aus Grundwasser gedeckt wird. Die konzessionierten Wassermengen sind jedoch bedeutend höher. Für Vorarlberg sind dies 230 000 m^3/d, St. Gallen 200 000 m^3/d, Liechtenstein 60 000 m^3/d und Graubünden 50 000 m^3/d. Zusätzlich wird das Grundwasser thermisch genutzt. Dazu werden rund 90 000 m^3/d entnommen, das Wasser muss jedoch im Allgemeinen wieder in den Grundwasserträger zurückgeführt werden, mit veränderter Temperatur. Würden überall die konzessionierten Wassermengen genutzt, könnte dies lokal zu einer Übernutzung führen.

Die Grundwasserqualität im Rheintal ist im Allgemeinen gut. In Rheinnähe ist der Einfluss des Rheins ausschlaggebend. Inhaltsstoffe des Rheinwassers finden sich innert Kürze in den rheinnahen Grundwasserfassungen wieder, sofern sie nicht abgebaut oder adsorbiert werden. Fassungen mit geringem Rheineinfluss zeigen hingegen ein konstanteres Verhalten, langfristige Einflüsse aus der Landwirtschaft (vor allem Nitrat) und Besiedlung überwiegen. Die Nitratbelastung übersteigt jedoch selten 10 mg/l, meistens liegt der Wert darunter. Nicht alle Belastungen des Grundwassers sind durch den Menschen verursacht. In der Nähe von Riedgebieten, verursacht durch torfhaltige Schichten, weist das Grundwasser meist einen erhöhten Gehalt an organisch gelöstem Kohlenstoff (DOC) auf und ist oft sauerstoffarm. Belastungsquellen sind zudem Altlasten (Deponien), die weiterhin verschiedene Schadstoffe in die Umgebung abgeben. Entlang Hauptstrassen

und Autobahnen muss während des Winters zudem mit einem erhöhten Anteil von Streusalz gerechnet werden.

Viele Grundwasserbrunnen befinden sich in der Nähe des Rheins, um direkt das infiltrierende Rheinwasser nutzen zu können. Entgegen der oft vertretenen Meinung ist jedoch der Rhein keine Wasserscheide, wo das Wasser entweder nach links oder rechts wegfliesst. Im Allgemeinen wird der Rhein vom Grundwasser unterströmt, eine rheinnahe Fassung kann daher auch Wasser von der gegenüberliegenden Rheinseite anziehen. Typische Zonen mit Unterströmung sind beispielsweise das Ellhorn, wo der linksrheinische Grundwasserstrom der Sarganserebene unterhalb der Ellhornschwelle nach Liechtenstein strömt, oder unterhalb des Kummaberges, wo die Grundwasserbrunnen in Mäder teilweise linksrheinisches Wasser pumpen. Zudem ist zu beachten, dass durch eine verstärkte Rheininfiltration die lokale Kolmation der Sohle erhöht wird, wodurch sich die Infiltrationsmenge verringert.

3 LITERATUR

BÜRO FÜR HYDROGEOLOGIE DR. PETER P. ANGEHRN AG, TK CONSULT AG, RUDHARDT+GASSER 2000. Grundwasserhaushalt Alpenrhein. Grundwassermodellierung für den Abschnitt Landquart bis Bodensee. Im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein, Bregenz.

WEBER, E. 1978. Der Grundwasserstrom des Alpenrheins. Wasser, Energie, Luft 70/5, 95–172.

Dr. sc. techn. Jürg Trösch, TK Consult AG, Siewerdtstrasse 7, CH-8050 Zürich
E-Mail: troesch@tkconsult.ch