

5 Grundwasserverhältnisse

5.1 Vorbemerkungen

Im vorliegenden Beitrag kann kein vollständiger hydrogeologischer Überblick über den Freiburger Raum gegeben werden. Hierzu sei auf die einschlägige Literatur verwiesen (zuletzt WENDT in GRO-SCHOPF et al. 1996, frühere zusammenfassende Übersichten gaben SAUER 1965, 1967 sowie HGK Freiburger Bucht 1979). Herausgegriffen werden sollen lediglich einige für den engeren Bereich des Freiburger Stadtgebiets wichtige Grundzüge der oberflächennahen Grundwasservorkommen. Näher angesprochen werden hier nur die Vorkommen in den Schottern und im Kristallinen Grundgebirge. Die mesozoischen Gesteine in den Bruchschollen des Lorettobergs und des Bereichs Herdern–Zähringen sind grundwasserarm, teils weil keine Grundwasserleiter entwickelt sind, teils weil die Schollen so zerrüttet sind (Abb. 13), daß in den Untergrund eingesickertes Niederschlagswasser nicht gespeichert wird, sondern unterirdisch in die angrenzenden Schotter abströmt.

5.2 Grundwasser in den Schottern der Dreisam

Die von der Dreisam und ihren Zuflüssen im Zartener Becken und in der Freiburger Bucht abgelagerten mächtigen Schotter enthalten in ihrem Porenraum größere Grundwassermengen. Sie werden von zahlreichen Gemeinden und Betrieben mittels Brunnenbohrungen zur Wasserversorgung genutzt, so auch von der Stadt Freiburg mit dem Wasserwerk Ebnet. Abb. 21 zeigt die Lage der Grundwasseroberfläche bzw. den Verlauf der Grundwasserhöhengleichen im Freiburger Raum als Abbild der Strömungsverhältnisse in den Schottern. Die Darstellung bezieht sich auf relativ niedrige Wasserstände, unterscheidet sich aber von höheren Ständen strukturell nur geringfügig.

Als Grundwasserleiter wirkt in erster Linie der obere Abschnitt der Schotterfüllung mit den frischen, durchlässigen Kiesen (vor allem die Niederterrassenschotter zuoberst), während der tiefere, schluffreiche Abschnitt (Breisgauschichten) als Grundwasserringleiter anzusprechen ist, in dem allenfalls einzelne weniger schluffige Kieslagen Wasser führen. Auch die Möslequellen der ältesten zentralen Wasserversorgung Freiburgs am Südrand des Dreisamtals beim Waldsee werden aus dem oberen Grundwasserleiter gespeist (s. auch Kap. 6.3).

Für den bei Ebnet (bei der 310-m-Linie in Abb. 21) das Zartener Becken verlassenden beträchtlichen Grundwasserstrom ermittelte FRIEG (1987: 63, 124) je nach Berechnungsmethode und verwendeten Eingangsgrößen Werte zwischen 170 und 750 l/s, wobei der zutreffendste Wert rd. 500 l/s (Mittelwert aus Querschnittsberechnung) sein dürfte. EHRMINGER (1993: 60) errechnete mit dem am Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, Freiburg i. Br., entwickelten numerischen Grundwassermodell rd. 400 l/s für den Zeitraum Februar 1987 – Juni 1988. Diese Werte sind um die Grundwasserentnahmen aus dem Zartener Becken vermindert (etwa 300–500 l/s, durchschnittlich um 400 l/s).

Auf seinem weiteren Weg folgt der Grundwasserstrom dem Dreisamtal, wobei er in manchen Abschnitten durch Uferfiltrat aus dem Fluß verstärkt wird (z. B. oberhalb der Sandfangbrücke). Zwischen Hirzberg (Blauer Felsen) und Glümerhöhe (Weißer Felsen) verengt sich das Tal und damit auch der Querschnitt des Grundwasserleiters beträchtlich (bei der 290-m-Linie in Abb. 21), möglicherweise unter Beteiligung von querenden Verwerfungen. Deshalb werden in diesem Bereich Teile des Grundwasserstroms zum Austreten gezwungen, was zur Entstehung der Möslequellen am südlichen und von Quellaustritten in der Dreisam unterhalb der Sandfangbrücke am nördlichen Talrand geführt hat. Die Quellaustritte (vgl. WUNDT 1953: 54, FRIEG 1987: 53) sind durch die starken Grundwasserentnahmen in den letzten 100 Jahren zurückgegangen (SAUER 1967: 616). Die nicht mehr genutzten Möslequellen schütten mindestens $1500 \text{ m}^3/\text{Tag} = \text{rd. } 17 \text{ l/s}$ (FUNK 1967: 7). Dadurch und durch Entnahmen aus gewerblichen Brunnen wird der Grundwasserstrom im weiteren Verlauf bis zum Übergang des Dreisamtals in den Mündungsschwemmkegel beträchtlich reduziert. Der Abstrom am Talaustritt hat nach HGK Freiburger Bucht (1979: 68) im Zeitraum 1968–1974 nur noch 80 l/s, nach FRIEG (1987: 63) dagegen im Trockenjahr 1971 noch über 300 l/s betragen. Diese stark differierenden Werte dokumentieren, daß weitere Untersuchungen erforderlich sind.

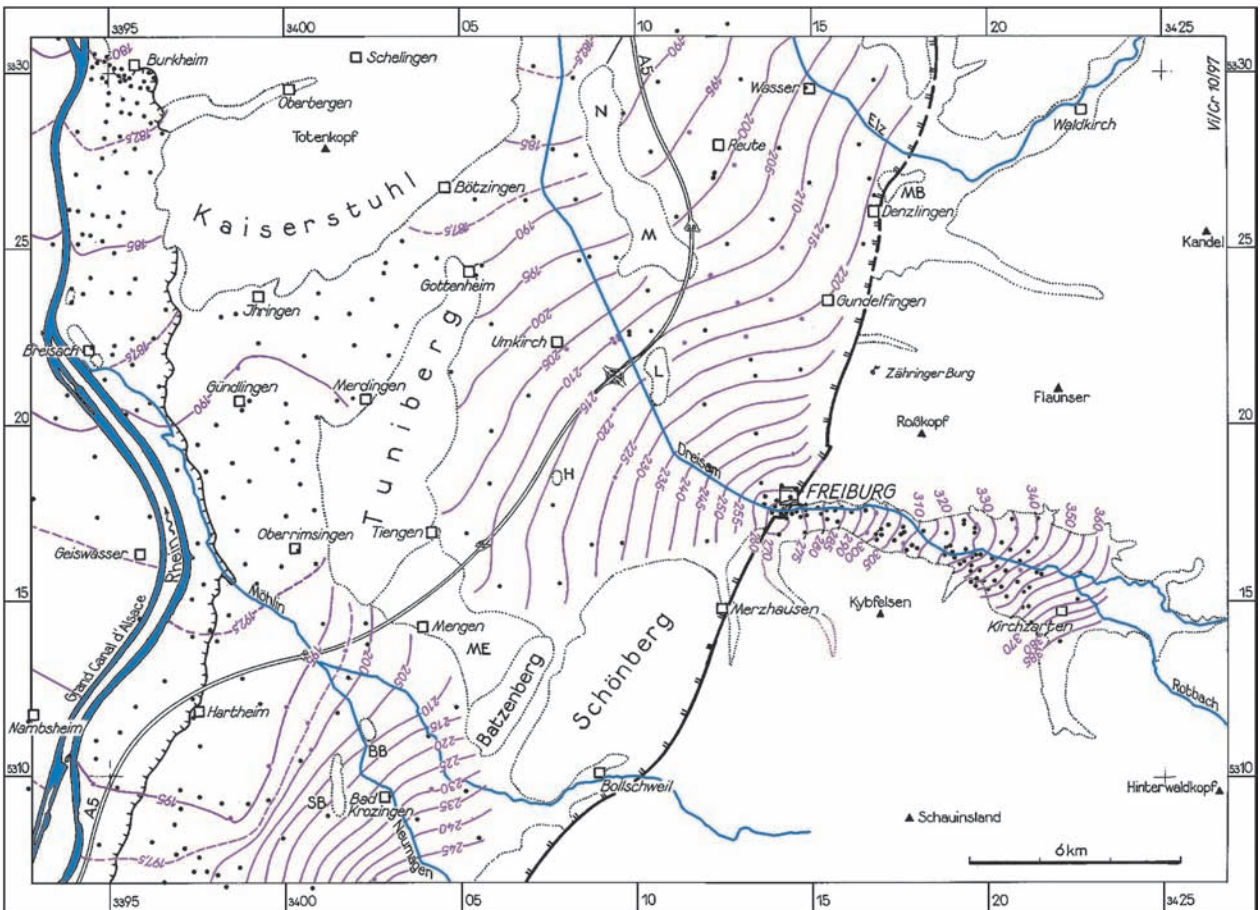
Das Grundwassergefälle beträgt im Dreisamtal, d. h. östlich der Hauptverwerfung, 11–12 ‰ (Beil. 2). Nach deren Überquerung wächst es im Mündungsschwemmkegel vorübergehend etwas an, um dann, bedingt durch die starke Querschnittsverbreiterung des Grundwasserleiters, stromabwärts immer mehr abzunehmen (von zunächst 9–10 ‰ auf <4 ‰). Als mittlere Strömungsgeschwindigkeit des Grundwassers werden für den oberen Abschnitt der Schot-

terfüllung je nach deren Durchlässigkeit und je nach dem Gefälle der Grundwasseroberfläche 2–10 m/Tag, im Stadtgebiet Freiburg bis 30 m/Tag angegeben, während sie im Bereich des Wasserwerks Hausen a. d. Möhlin in der Rheinebene zwischen 0,5 und 3 m/Tag beträgt (HGK Freiburger Bucht 1979, FRIEG 1987, HERDEG 1993, WENDT in GROSCHOPF et al. 1996).

Die niederschlagsbedingten Schwankungen der Grundwasseroberfläche betragen im Zartener Becken um 5–12 m, im Dreisamtal um 2–5 m (entlang der Dreisam meist weniger) und in der Freiburger Bucht um 1–2 m. Entsprechend schwankt der Flurabstand der Grundwasseroberfläche. Im langjährigen

Mittel beträgt er im Zartener Becken etwa 3–30m (bezogen auf 1987–1989 bzw. 1971–1986, nach HERDEG 1993: Abb. 10), im Dreisamtal etwa die Hälfte davon. Im Bereich des Mündungsschwemmkegels ist der Flurabstand im Altstadtbereich mit etwa 10–20 m am größten. Von dort nimmt er mit wachsender Entfernung bis auf unter 1 m im Mooswald ab (vgl. HGK Freiburger Bucht 1979: Karte IV), weil das Gefälle der Grundwasseroberfläche kleiner ist als das Oberflächengefälle des Mündungsschwemmkegels. In dessen äußerem Bereich tritt das Grundwasser da und dort sogar zutage.

In Beil. 2 ist die Grundwasseroberfläche im Bereich der Freiburger Stadtmitte detailliert dargestellt (für



Hauptverfurgung
 Erosionsrand der Rhein-Niederterrasse (Ostrand der Rhein-Aue)
 Morphologische Grenzen von Hügeln und Tälern
 Grundwassermeßstelle
 Linie gleicher Höhe der Grundwasseroberfläche (m NN, niedriger bis knapp mittlerer Stand: 9./10.9.1991, 10.8.1992, 22.7.1988)

Abb. 21: Karte der Grundwasseroberfläche in den quartären Lockergesteinen des Freiburger Raums
 Die Darstellung beruht auf Stichtagsmessungen am 9./10.9.1991 im Oberrheingraben (nach HGK Oberrheinebene 1995, örtlich ergänzt), am 10.8.1992 im Stadtgebiet Freiburg und am 22.7.1988 im Zartener Becken. Der Verlauf der Grundwasserhöhengleichen repräsentiert im Oberrheingraben relativ niedrige, im Dreisamtal und Zartener Becken knapp mittlere Wasserstandsverhältnisse (Linienabstände 5 m, in der Rheinebene 2,5 m). In der Legende nicht aufgeführte Signaturen s. Abb. 11.

den Stichtag 10.8.1992 bei knapp mittlerem Wasserstand). Allerdings läßt die Zahl der Grundwassermeßstellen in der Wiehre sehr zu wünschen übrig, weshalb dort die Linienführung bei der Konstruktion der Grundwasserhöhengleichen weithin mit erheblichen Unsicherheiten behaftet ist. Die Dreisam hat im Stadtgebiet deutlichen Einfluß auf das Grundwasser: Ab unterhalb der Oberaubrücke bis zu den Schwabentor-/Greiffeneggbrücken infiltriert die Dreisam nach beiden Seiten ins Grundwasser. Danach, bis unterhalb der Kaiserbrücke, ist dieser Einfluß kaum mehr erkennbar, was durch die in den letzten Jahren neu hinzugekommenen Meßstellen recht gut zu belegen ist. Ab den Kronenbrücken nimmt die Infiltration der Dreisam wieder etwas zu, erreicht aber offenbar kein größeres Ausmaß.¹⁰

Die relativ starke Infiltration rechts der Dreisam und oberhalb der Schwabentorbrücke (mutmaßliche Größenordnung einige Zehner l/s am 10.8.1992) erzeugt eine auffallende, flußabwärts gerichtete Ausbuchtung der Isolinien 273 m bis 268 m, d. h. eine Aufhöhung der Grundwasseroberfläche zwischen dem Fluß und etwa der Wallstraße. Die in diesem Bereich hochliegende Grundwasseroberfläche ist nicht nur durch die Meßstelle S 7 direkt nachgewiesen. Sie wird auch gestützt durch die beim Schwesternhaus des St. Elisabeth-Krankenhauses notwendige Drainage der Fundamente durch laufendes Abpumpen und Ableiten in den Waldschützbach (in Beil. 2 östlich der Meßstelle S 7) und durch die frühere Existenz einer Quelle im Garten der ehemaligen Villa Waldschütz (Bereich um den heutigen Greiffeneggring). Betont wird die Konfiguration der Isolinien noch durch steiles Abfallen der Grundwasseroberfläche nördlich der Wallstraße bis zur Altstadt, was auf eine Verringerung der Schotterdurchlässigkeit in diesem Bereich zurückgehen könnte.

Im Bereich des Grundwasserrückens verläuft auch das ehemalige Flußbett der Dreisam (Beil. 1 u. 2), das beim Ausbau der Stadtfestung unter Leitung von VAUBAN um 1680 zugeschüttet wurde und bis auf ein Reststück zwischen Greiffeneggring und Luisenstraße im Bereich des ehemaligen Festungsgrabens nicht mehr sichtbar ist (Abb. 20: Schnitte). Die Auffüllung dürfte jedoch keine wesentliche Auswirkung auf die Lage der Grundwasseroberfläche haben, da sie sich in Richtung der Grundwasserströmung erstreckt und nicht tief ins Grundwasser reicht. Die von mancher Seite geäußerte Vermutung, eine unter der Oberfläche bleibende, überschotterte Gneisschwelle als unterirdische Fortsetzung des Schloß-

bergsporns bewirke die Grundwasseraufhöhung, trifft nicht zu, weil eine solche Struktur nicht existiert (Kap. 6.2).

Der Gewerbekanal, der bis zur Universität und weiter nach Westen weitgehend einem der ehemaligen Dreisamläufe folgt bzw. daraus hergestellt wurde, verläuft 10–12 m über der Grundwasseroberfläche (zwischen Schwabentorring und Insel etwa 5–10 m, bezogen auf den 10.8.1992). Versickerungsverluste des Kanals kommen somit dem Grundwasser zugute. Ähnliche Verhältnisse, wenn auch bei wesentlich geringerem Abstand zum Grundwasser, herrschen beim Kronenmühlebach südlich der Dreisam.

5.3 Grundwasser im Kristallinen Grundgebirge

Kristallingesteine enthalten gewöhnlich nur geringe Grundwassermengen, so auch in der Freiburger Umgebung. Ursache ist das sehr geringe Speichervermögen dieser Gesteine, welches wiederum auf den geringen Anteil wasserwegsamere Gesteins Hohlräume zurückgeht. Trotz des hohen Niederschlagsdargebots von 900–1100 mm/Jahr kann allenfalls in Kluft- und Vergrusungszonen etwas Sickerwasser in den Untergrund eindringen und zu einer bescheidenen Neubildung von Kluftgrundwasser führen. Lediglich im Bereich von Hangschuttdecken, wie sie z. B. in kleinen Tälchen und Hangmulden auftreten, sind die Verhältnisse ein wenig günstiger, weil sich etwas Porengrundwasser ansammeln kann. Trotzdem fließt nahezu das gesamte von Verdunstung und Vegetation nicht aufgezehrte Niederschlagswasser oberflächlich ab.

Infolge der häufigen Niederschlagsereignisse gibt es im Kristallinen Grundgebirge zwar viele schwache Wasseraustritte, die nach der Schneeschmelze im Frühjahr bzw. in niederschlagsreichen Zeiten kurzfristig bis über 1 l/s schütten können, dann aber schon nach kurzer Trockenheit rasch zurückgehen und häufig versiegen. Der Altstadt am nächsten gelegen sind einige solcher unsteter Quellaustritte am Westhang des Schloßbergs unterhalb des Burghalderings (Bereich Faule Brunnen–Schöneck). Quellen, die vom Kluftgrundwasser oder aus Hangschuttdecken gespeist werden und länger aushalten, sind dagegen eher selten. Solche Wasseraustritte sind häufig für laufende Brunnen gefaßt, z. B. der Obere Faule Brun-

¹⁰ Für die Linienkonstruktion in diesem Bereich gab Herr WEISS vom städtischen Umweltschutzamt wertvolle Hinweise.

nen beim Restaurant Dattler am Schloßberg, der Katharinenbrunnen am Beginn des Immentals, der Silberbrunnen am Hirzberg, der Odilienbrunnen in St. Ottilien und das Jägerbrünnele bei Günterstal (alle mit Schüttungen von höchstens einigen Zehnteln l/s). Einzelne Quellen sind für private Zwecke gefaßt (z. B. eine Quelle nordöstlich Restaurant Dattler).

Quellen mit anhaltenden Schüttungen über 1 l/s sind in der näheren Umgebung von Freiburg nur verein-

zelt zu finden. Die Wasserversorgung der Freiburger Ortsteile Kappel und Günterstal stützt sich auf eine Vielzahl von Quellfassungen, die fast alle durchschnittlich um 0,5–1 l/s schütten: Günterstal nutzt 40 Quellen im oberen Bohreratal mit zusammen um 8 l/s Schüttung, Kappel 15 Quellen im obersten Großtal mit zusammen 15–20 l/s, darunter jedoch eine Stollenfassung mit Wasser aus dem ehemaligen Schauinsland-Bergwerk, die allein etwa die Hälfte der Gesamtschüttung liefert.