



**KANTON ST.GALLEN
GEMEINDE EBNAT-KAPPEL**



**DORFKORPORATION EBNAT-KAPPEL
WASSERVERSORGUNG**

**GRUNDWASSERSCHUTZZONEN UM DIE
QUELFFASSUNGEN HÖCHI (NR. 4)
QUELLGEBIET KAPPEL**

HYDROGEOLOGISCHER / TECHNISCHER BERICHT

Bazenheid, 31. Januar 2022
Inkl. Ergänzungen Vorprüfung bis 31. Januar 2023



GEOLOGIEBÜRO LIENERT & HAERING AG

9602 Bazenheid
Neue Industriestrasse 81
Tel: 071 371 17 33
E-Mail: info@haering-geo.ch

8589 Sitterdorf TG
Langäckerstrasse 9
Tel: 071 461 22 82
www.haering-geo.ch

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	1
1.1 Ausgangslage.....	1
1.2 Grundwasserschutz.....	1
1.3 Auftrag.....	1
1.4 Ausgeführte Arbeiten.....	2
2. VERWENDETE UNTERLAGEN	2
3. DIE QUELFFASSUNGEN HÖCHI (NR. 4)	3
3.1 Standort und technische Daten.....	3
3.2 Quellenrecht.....	5
3.3 Trinkwasserbedarf / Quellschüttungen.....	5
4. GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE	6
4.1 Geologische Übersicht.....	6
4.2 Hydrogeologische Verhältnisse	7
5. WASSERQUALITÄT	7
5.1 Allgemeines.....	7
5.2 Zusammenfassung der Trinkwasseranalysen.....	8
5.3 Aufbereitung / Probenahme.....	9
6. DIE GRUNDWASSERSCHUTZZONEN	9
6.1 Dimensionierung der Schutzzonen	9
6.1.1 Allgemeine Bemerkungen.....	9
6.1.2 Zone S1.....	9
6.1.3 Zone S2.....	10
6.1.4 Zone S3.....	10
6.2 Gefahrenherde	10
6.3 Nutzungseinschränkungen	11
7. FLIESSGEWÄSSER	12
8. GEFAHRENKARTE	12
9. ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	12

ANHANG

- Nr. 1: Angaben zur Wasserbeschaffung und Wasserabgabe der DK Ebnat-Kappel
- Nr. 2: Schüttungsmessungen Quelfassungen Höchi
- Nr. 3: Trinkwasser-Untersuchungen inkl. Höchstwerte sowie Erläuterungen
- Nr. 4: Erläuterungen zu den Grundwasserschutzzonen

1. EINLEITUNG

1.1 Ausgangslage

Die Dorfkorporation Ebnat-Kappel (DK Ebnat-Kappel) stellt in einem Grossteil der Gemeinde Ebnat-Kappel die Wasserversorgung sicher. Aktuell werden rund 4'350 Einwohner, 450 Ferienplätze sowie mehrere Industrie- und Landwirtschaftsbetriebe mit Trink- und Brauchwasser versorgt. Die jährliche Wasserbeschaffung beträgt im Mittel der letzten zehn Jahre rund 415'000 m³. Zur Sicherstellung des Trink- und Brauchwasserbedarfs nutzt die DK Ebnat-Kappel in erster Linie das frei zufließende Quellwasser des Quelleitungssystems Ebnat im Gebiet Steintal-Tanzboden und des Quelleitungssystems Kappel im Gebiet Höchi-Girlen-Bächen. In längeren Trockenperioden, wenn die Quellerträge zurückgehen, bei starken Niederschlägen wegen dem Verwurf des Quellwassers sowie zur Deckung von Verbrauchsspitzen werden die Grundwasserfassungen (GWF) Rohrgarten und Buechen genutzt. Fehlendes Trinkwasser kann bei Bedarf von der Thurwerke AG, Wattwil, und der Wasserkorporation Bendel-Wintersberg bezogen werden.

Im vorliegenden Bericht werden die **Quelfassungen Höchi (Nr. 4)** aus dem Quellgebiet Kappel behandelt.

1.2 Grundwasserschutz

Öffentliche Wasserversorgungen müssen gemäss Art. 20 des Bundesgesetzes über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) [12] zum Schutz des Grundwassers Schutzzonen um Grundwasser- und Quelfassungen ausscheiden. Die Schutzzonen haben die Aufgabe, das Grund- und Quellwasser im Einzugsgebiet von Trinkwasserfassungen vor Verunreinigungen zu schützen. Die Dimensionierung der Schutzzonen ist vor allem von den Fließverhältnissen, d.h. von den Fließrichtungen und den Fließgeschwindigkeiten des Grundwassers abhängig.

Im Kanton St.Gallen wird die Ausscheidung der Schutzzonen im Vollzugsgesetz zur eidgenössischen Gewässerschutzgesetzgebung (GSchVG; sGS 752.2 [10]) vom 11. April 1996 in den Artikel 29 - 34 sowie in der Verordnung zum Vollzugsgesetz zur eidgenössischen Gewässerschutzgesetzgebung (GSchVV; sGS 752.21 [11]) vom 21. Januar 1997 geregelt. In Art. 29 der GSchVG ist festgehalten, dass die politische Gemeinde die Schutzzonen ausscheidet.

1994 wurden durch unser Büro die Grundwasserschutzzonen um die Quelfassung Höchi 4.3 provisorisch ausgeschieden [8]. Diese Unterlagen wurden weder durch den Kanton vorgeprüft noch in Kraft gesetzt. Die Quelfassungen Höchi sind in der kantonalen Gewässerschutzkarte [18] mit einer provisorischen Grundwasserschutzzone S geschützt.

1.3 Auftrag

Im Herbst 2020 beauftragte die DK Ebnat-Kappel unser Büro, die Grundwasserschutzzonen um die Quelfassungen Höchi (Nr. 4) gemäss unserer Offerte vom 26. Oktober 2019 auszuscheiden.

1.4 Ausgeführte Arbeiten

An den Besprechungen am 3. Oktober 2019 und am 22. Dezember 2020 mit den Teilnehmern Urban Kressibucher (Brunnenmeister DK Ebnat-Kappel), Roland Brunner und Susanne Scheiwiler (beide Geologiebüro Lienert & Haering AG) wurden die anstehenden Aufgaben und das Vorgehen für die Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen diskutiert. Für die Erstellung des Schutzzonenberichtes wurde die DK Ebnat-Kappel um Angaben zur Wasserbeschaffung sowie Schüttungsmessungen gebeten [6], bei der Bachema AG [3] wurden die Wasseranalysen der letzten zehn Jahre bestellt.

Am 3. September 2021 wurden die Quellschächte besichtigt und die technischen Fassungsdaten aufgenommen. Zudem wurde der Zustand der Fassungsleitungen mittels Kamerabefahrung aufgenommen. Gleichentags wurde auch das Gefahrenkataster innerhalb der Schutzzonen aufgenommen.

Das vorliegende Schutzzonendossier besteht aus dem hydrogeologisch / technischem Bericht, dem Schutzzonenreglement und dem Schutzzonenplan. Die Schutzzonenunterlagen wurden unter Berücksichtigung der Gewässerschutzverordnung [13] und der Wegleitung Grundwasserschutz [4] ausgeschrieben und am 31. Januar 2022 für die Vorprüfung fertiggestellt. Das Schutzzonenreglement basiert auf dem kantonalen Muster-Schutzzonenreglement mit Stand 1. Oktober 2021.

Die Ergänzungen gemäss der Vorprüfung, festgehalten im Schreiben vom 20. Oktober 2022 [19], wurden am 1. Dezember 2022 umgesetzt.

2. VERWENDETE UNTERLAGEN

BUNDESAMT FÜR LANDESTOPOGRAFIE SWISSTOPO

- [1] 2011: Geologischer Atlas der Schweiz, Blatt 141, Nesslau (LK1114), 1:25'000
- [2] 1994: Hydrogeologische Karte der Schweiz, Blatt Nr. 5, Toggenburg 1 : 100'000, inkl. Erläuterungen

BACHEMA AG

- [3] 2010-2021: Chemische und bakteriologische Trinkwasseranalysen

BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT, BUWAL; HEUTE BUNDESAMT FÜR UMWELT, BAFU

- [4] 2004: Wegleitung Grundwasserschutz

BUNDESAMT FÜR UMWELT, BAFU UND BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, BLW

- [5] 2011: Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft

DORFKORPORATION EBNAT-KAPPEL

- [6] 2021: Angaben zur Wasserbeschaffung und zur Wasserabgabe
- [7] 2019: Hydraulische Situation

GEOLOGIEBÜRO LIENERT & HAERING AG

- [8] 1994: Grundwasserschutzzonen um die Quelfassung Höchi

GESETZSAMMLUNG DES KANTONS ST. GALLEN

- [9] 1990: Gesetz über die Gewässernutzung (sGS 751.1; GNG)

- [10] 1996: Vollzugsgesetz zur eidgenössischen Gewässerschutzgesetzgebung (sGS 752.2; GSchVG)
- [11] 1997: Verordnung zum Vollzugsgesetz zur eidgenössischen Gewässerschutzgesetzgebung (sGS 752.21; GSchVV)

GESETZGEBUNG DES BUNDES

- [12] 1991: Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (SR 814.20; Gewässerschutzgesetz, GSchG)
- [13] 1998: Gewässerschutzverordnung (SR 814.201; GSchV)
- [14] 2005: Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen vom 18. Mai 2005 (SR 814.81; Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV)
- [15] 2010: Verordnung vom 12. Mai 2010 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (SR 916.161; Pflanzenschutzmittelverordnung, PSMV)
- [16] 2016: Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen vom 16. Dezember 2016 (SR 817.022.11; TBDV)

KANTON ST. GALLEN, KANTONALES GEOPORTAL

- [17] 2021: Gefahrenkarte und Gewässernetz GN10
- [18] 2021: Gewässerschutzkarte

KANTON ST. GALLEN, AMT FÜR WASSER UND ENERGIE

- [19] 2022: Ebnat-Kappel: Quellwasserfassungen «Höchi (Nr.4)»; Grundwasserschutzzonen, Vorprüfung

SCHWEIZERISCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES, SVGW

- [20] 2005: Richtlinien für die Qualitätsüberwachung in der Trinkwasserversorgung

3. DIE QUELLFASSUNGEN HÖCHI (NR. 4)

3.1 Standort und technische Daten

Die beiden Quellfassungen Höchi des Quellgebietes Kappel liegen rund 2 km südwestlich vom Dorfzentrum Ebnat-Kappel und rund 600 m südöstlich des Berghauses Girlen im Gebiet Höchi. Die Quellen wurden gemäss Angaben der DK Ebnat-Kappel ca. 1890 gefasst.

Quellschacht	Kantonale Objekt-Nr.	Koordinaten	Höhe m ü.M.	Grundstück Nr.	Grundeigentümer
Quellschacht Höchi 4.1	-	2'725'645 / 1'235'218	980	1447	Amherd Marianne Wierstr. 10 9642 Ebnat-Kappel
Quellschacht Höchi 4.3	202266T	2'725'417 / 1'235'137	1'041	834	³ / ₄ Kauf Felix Rütschistrasse 23 8037 Zürich ¹ / ₄ Kauf Michael Rosenbuelstr. 78 9642 Ebnat-Kappel

Tabelle 3.1: Koordinaten und eigentumsrechtliche Verhältnisse der Quellschächte

Die Fassungsleitungen wurden am 3. September 2021 durch die DK Ebnat-Kappel mittels Kamerabefahrung auf deren Zustand und Beschaffenheit geprüft.

Quellschacht Höchi 4.3, QS 4.3

Der mit einem abschliessbaren Chromstahl-Sicherheitsdeckel (Pilzdeckel) versehene Quellschacht Höchi 4.3 liegt im Wald. Der Schacht ist im unteren Bereich gemauert (65 x 65 cm, alter Schacht) und wurde bei einer Sanierung mit einem Betonring Ø 80 cm erhöht. In den Quellschacht mündet in 1.22 m Tiefe ab OK Schachtring eine 1.1 m lange Gussleitung (Ø 100 mm; Quelle 4.3).



Abb. 3.1 und 3.2: Quellschacht Höchi 4.3 (Fotos L&H; 3.9.2021)

Quellschacht Höchi 4.1, QS 4.1

Der Quellschacht Höchi 4.1 (Etertub-Schacht mit abschliessbarem Chromstahl-Sicherheitsdeckel) wurde 2006 neu gesetzt. Der Schacht liegt unmittelbar unterhalb der Dicken-Girtenstrasse und ist mit einer Beton-Flügelmauer geschützt. In den Quellschacht mündet in 1.04 m Tiefe ab OK Schachtring eine 7.7 m lange Fassungsleitung (Quelle 4.1). Die Fassungsleitung besteht ab Schacht bis zum Übergang auf eine Eternitleitung (Ø 200 mm) kurz nach dem Schacht aus HPE-Rohren NW 200. Die Kamerabefahrung hat gezeigt, dass die Leitung keine Sickerlöcher aufweist und das Quellwasser somit am Ende der Fassungsleitung örtlich gefasst wird.



Abb. 3.3 und 3.4: Quellschacht Höchi 4.1 (Fotos L&H; 3.9.2021)

Die Fassungsanlagen entsprechen weitgehend den Anforderungen gemäss den Richtlinien des Schweizerischen Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW).

Das Wasser vom Quellschacht 4.3 wird via Sammelschacht 4.2 in den Sammelschacht 4 (Koordinaten: 2'725'633 / 1'235'280) abgeleitet. Das Wasser vom Quellschacht 4.1 wird in einer separaten Leitung in den Sammelschacht 4 abgeleitet. Vom Sammelschacht 4 wird das Quellwasser über weitere Schächte und gemeinsam mit dem Quellwasser der Gebiete Bächen und Schwendiboden via Verwurfschacht Ganten ins Reservoir Ganten abgeleitet. Das in der Filteranlage Ganten aufbereitete Quellwasser versorgt die Dorfzone Ebnat-Kappel.

3.2 Quellenrecht

Das Quellenrecht zu Gunsten der DK Ebnat-Kappel ist für die Quelle 4.1 für das Grundstück Nr. 1447 mit Datum 22. Januar 1973 im Grundbuch eingetragen (Beleg Nr. 83).

Für die Quelle 4.3 ist das Quellenrecht zu Gunsten der DK Ebnat-Kappel für das Grundstück Nr. 834 mit Datum 23. Januar 1973 im Grundbuch eingetragen (Beleg Nr. 113).

3.3 Trinkwasserbedarf / Quellschüttungen

Wasserbedarf

Der Wasserbedarf der DK Ebnat-Kappel betrug im Mittel der letzten zehn Jahre rund 400'000 m³. Beinahe der gesamte Trinkwasserbedarf wird mit den Quellen aus den Quellgebieten Ebnat und Kappel sowie den beiden GWF Buechen und Rohrgarten gedeckt. Zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit besteht ein Anschluss an die Thurwerke (Wattwil) sowie die Wasserkorporation Bendel-Wintersberg. Die Daten der Wasserbeschaffung und Wasserabgabe der DK Ebnat-Kappel sind im Anhang Nr. 1 zusammengestellt.

Quellschüttungen

Die Tabelle im Anhang Nr. 2 zeigt die Messungen der Einzel-Schüttungen der beiden Quellen über die Jahre 2007 - 2021. Gemäss diesen Messungen schwankt die Schüttung der Quelle 4.1 zwischen 24 und 390 l/min, die Schüttung der Quelle 4.3 zwischen 24 und 85 l/min. Aus den Messungen ergibt sich für die beiden Quellen zusammen ein Mittel von rund 230 l/min, dies entspricht einem täglichen Ertrag von knapp 330 m³ bzw. 120'000 m³/Jahr. Die minimale Schüttung der beiden Quellen zusammen betrug am 2. Dezember 2011 48 l/min (= 70 m³/Tag).

Berechnung Quelleinzugsgebiet

In Ebnat-Kappel, Messstation auf 623 m ü.M., beträgt die langjährige Niederschlagsmenge im Mittel 1'821 mm. Die Quellen Höchi und das Einzugsgebiet liegen auf rund 980 bis 1'130 m ü.M. Rund $\frac{1}{3}$ des Niederschlags versickert in den Boden bzw. in den Grundwasserleiter. Daraus lässt sich eine Grundwasserneubildung von ca. 11 - 12 l/min pro ha berechnen, das Einzugsgebiet der Quellen Höchi beträgt somit rund 20 ha. Mit den Schutzzonen wird eine Fläche von rund 13 ha abgedeckt.

4. GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

4.1 Geologische Übersicht

Das Quellgebiet Höchi liegt im Gebiet der Unteren Süsswassermolasse (USM). Die Molasse-schichten repräsentieren Sedimente, die vor mehreren Millionen Jahren in mehreren Schutt-fächern entlang des damaligen Alpenkamms ins Vorland geschüttet wurden. Wegen der kur-zen Distanz zu den Alpen wurde im Gebiet von Ebnet-Kappel viel grobkörniges Material (Kies und Sand) abgelagert, das im Laufe der Zeit durch Überlagerung und Verfestigung (Diage-nese) zu Nagelfluh und Sandstein zementiert wurde. Der in ruhigerem Wasser einge-schwemmte Silt und Ton bildete sich zu Mergelfels. Die Alpenflüsse schwemmten das mitge-brachte Verwitterungsmaterial weitgehend horizontal in die wassergefüllte Senke ein. Heute sind die Schichten gegen Norden aufgerichtet, weil sie bei der nach Norden greifenden Ge-birgsbildung miterfasst und übereinander geschoben wurden. Im näheren Einzugsgebiet der Quellen Höchi fallen die SW-NO streichenden Schichten gemäss der geologischen Karte mit rund 50° gegen Südosten ein [1].

Im näheren Einzugsgebiet der Quellen ist der Molassefels stellenweise mit geringmächtigen Moränen (Relikte der letzten Eiszeit) oder Rutschmassen überdeckt. In Senken mit schlecht durchlässigem Material konnten sich Feuchtgebiete (Ried, Sumpf) bilden.

Im weiteren Einzugsgebiet westlich der Quellen Höchi (Nr. 4) treten im Molassefels Dolinen / Versickerungstrichter einzeln, in Reihen oder in Gruppen auf.

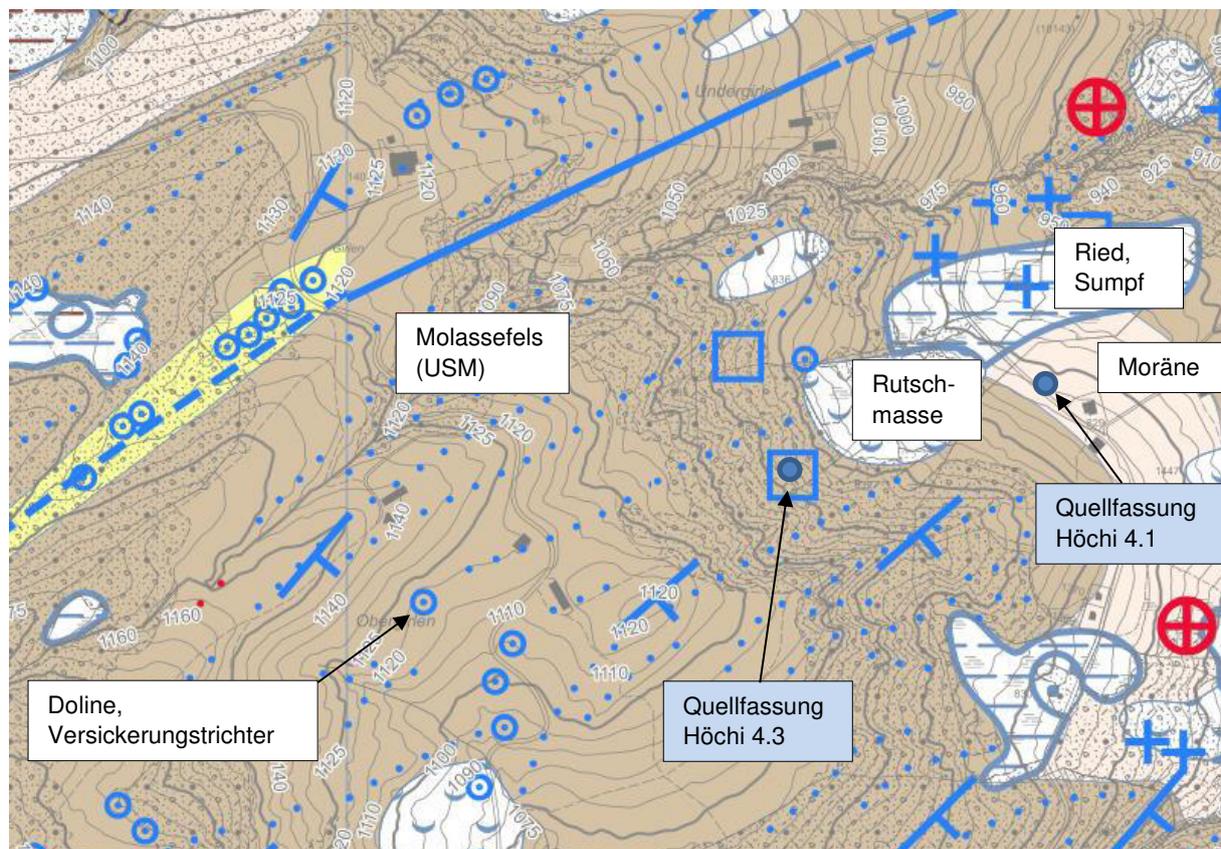


Abb. 4.1: Ausschnitt aus der harmonisierten geologischen Karte (aus www.geoportal.ch [1])

4.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Der Molassefels kann an der Oberfläche bis in Tiefen von 2 bis 3 m verwittern. Verwitterter Nagelfluh und Sandstein zerfällt zu Kies und Sand mit einer gewissen Durchlässigkeit - es können sich in solchen Gebieten oberflächliche Quellhorizonte bilden - während sich Mergel in dichten, praktisch undurchlässigen Lehm umwandelt. Die versickernden Niederschläge sammeln sich auf dem schlecht durchlässigen, kompakten Felsen und fliessen der Schwerkraft folgend talabwärts.

Die starke mechanische Beanspruchung der Nagelfluh- und Sandsteinschichten während der Gebirgsbildung hat zu einer teilweisen Auflockerung der Gesteine bis in grosse Tiefen geführt. Oft haben sich auch Klüfte gebildet, welche das Wasser tief in das Gestein eindringen lassen. Während in den Mergelschichten infolge ihrer mehr plastischen Deformation fast ausschliesslich geschlossene Klüfte zu beobachten sind, können sich in den harten Nagelfluh- und Sandsteinschichten zusammenhängende Systeme von offenen Klüften bilden, die häufig wasserführend sind, d.h. als Grundwasserleiter wirken. Die dazwischen gelagerten dichten Mergelschichten dagegen bilden den Grundwasserstauer. In Klüften abfliessendes Sickerwasser kann im Felsuntergrund durch innere Erosionstätigkeit Hohlräume schaffen, die im Laufe der Zeit einstürzen und an der Oberfläche Versickerungstrichter (Dolinen) bilden. Im weiteren Einzugsgebiet sind südwestlich der Quellen Höchi solche Versickerungstrichter kartiert, welche Versickerungsbereiche bilden, wie sie aus Karstgebieten bekannt sind.

Bei Regenfällen kann Niederschlags- und Oberflächenwasser praktisch ungehindert in solchen Versickerungsbereichen versickern. Besteht zwischen dem Versickerungstrichter und den Quelfassungen eine hydraulische Verbindung, kann das unter Umständen belastete Wasser in kurzer Zeit und ohne nennenswerte Selbstreinigung über den Kluftgrundwasserleiter zu den Quelfassungen gelangen. Kluftquellen reagieren sehr empfindlich auch auf weiter entfernte Verschmutzungen.

Das Einzugsgebiet der mit lokal versickernden Niederschlägen und Kluftwasser gespeisten Quellen Höchi ist im Westen und Südwesten der Fassungen anzunehmen, wobei Grundwasserzuschüsse aus weiter entfernten Einzugsgebieten nicht ausgeschlossen werden können.

5. WASSERQUALITÄT

5.1 Allgemeines

Die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Grundwassers werden durch das Locker- und Festgestein sowie durch die Bodenschichten im Einzugsgebiet beeinflusst. Menschliche Einflüsse, vor allem Abgänge aus Haushalt, Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft, können die Wasserqualität beeinflussen.

In der Verordnung über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV [16]) werden die chemischen und bakteriologischen Mindestanforderungen an Trinkwasser definiert. Bei einer Überschreitung der definierten Höchstwerte wird das Trinkwasser von der Kontrollbehörde beanstandet.

5.2 Zusammenfassung der Trinkwasseranalysen

Für die Beurteilung der Wasserqualität standen uns von den beiden Quelfassungen Höchi je eine chemische und vier bakteriologische Einzelwasserproben aus den Jahr 2021 - 2022 zur Verfügung. Die Daten sind im Anhang Nr. 3 zusammengestellt.

Feldparameter / physikalisch-chemische Parameter / Sauerstoff

- Das Wasser war stets farb- und geruchlos. Teilweise wurde in den Probeflaschen Bodensatz festgestellt.
- Die Trübung bei der Quelle 4.1 liegt bei 0.2 – 0.3 TE/F. Die Trübung bei der Quelle 4.3 ist stets leicht höher, als in der Quelle 4.1, und lag in den drei Proben zwischen 0.4 – 0.8 TE/F. Der Höchstwert von 1 TE/F wurde stets eingehalten.
- Die Elektrische Leitfähigkeit liegt im Bereich um 320 - 410 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- Der pH-Wert liegt im neutralen Bereich zwischen 7.5 und 7.6.
- Die Wassertemperatur liegt bei 6.7 bis 8.2°C.
- Die Sauerstoffsättigung liegt im Bereich zwischen 60 - 80% und der Sauerstoffgehalt zwischen 8 und 9 mg/l.

Chemie

Die beiden Wasserproben zeigen eine ähnliche chemische Beschaffenheit.

- Das Wasser weist eine Gesamthärte von rund 19°fH auf und wird somit als mittelhart bezeichnet.
- Die Calcium-, Magnesium-, Natrium- und Kaliumkonzentrationen sind im natürlichen Bereich.
- Die Nitrat-, Chlorid- und Sulfatkonzentrationen sind mit Werten kleiner als 3 mg/l sehr niedrig und liegen deutlich unter den einzuhaltenden Höchstwerten.
- Ammonium und Nitrit konnten nicht nachgewiesen werden.
- Phosphat wurde in beiden Proben in einer geringen Konzentration von 0.01 bzw. 0.02 mg/l nachgewiesen.
- Der DOC-Wert liegt bei ca. 0.4 mg/l.

Bakteriologie

In bakteriologischer Hinsicht waren alle acht Wasserproben zu beanstanden. Es konnten die Fäkalbakterien Escherichia coli und/oder Enterokokken nachgewiesen werden, welche aus den Exkrementen von Warmblütern stammen, und/oder die Gesamtkeimzahl war erhöht (> 100 KBE/ml). Gemäss TBDV dürfen im Trinkwasser weder Escherichia coli noch Enterokokken nachweisbar sein. Bakteriologische Belastungen sind häufig auf die Beweidung im weiteren Einzugsgebiet zurückzuführen. Im vorliegenden Fall wurden auch in der Probe vom März 2021 (vor der alpwirtschaftlichen Beweidung) bakteriologische Belastungen nachgewiesen. Mögliche Ursachen können defekte landwirtschaftlichen Anlagen, Mistablagerungen auf dem Wiesland oder Wildtiere (Fuchs- und Dachsbauten) im Einzugsgebiet sein.

Bakteriologische Mischwasserproben (FA Ganten)

Vom Mischwasser der drei Quellgebiete Bächen, Schwendiboden und Höchi liegen zahlreiche Wasserproben vom Rohwasser bei der Filteranlage Ganten vor. Von den 60 bakteriologischen Wasserproben aus den Jahren 2011 - 2021 mussten mit Ausnahme einer Probe alle Proben beanstandet werden. Es konnten die Fäkalbakterien Escherichia coli und/oder Enterokokken nachgewiesen werden, welche aus den Exkrementen von Warmblütern stammen, und/oder die Gesamtkeimzahl war erhöht (> 100 KBE/ml). Erfahrungsgemäss weist Quellwasser in den Wintermonaten bis zum Beginn der land- und alpwirtschaftlichen Bewirtschaftung keine bakteriologischen Belastungen auf.

Beim Mischwasser der drei Quellgebiete Bächen, Schwendiboden und Höchi sind die bakteriologischen Belastungen in den Wintermonaten zwar deutlich tiefer, sind aber praktisch ganzjährig vorhanden, was auf einen Verschmutzungsherd hindeutet. Die Einzelproben der Quellen Höchi sowie der Quellen Bächen und Schwendiboden belegen, dass die bakteriologischen Belastungen im Mischwasser mindestens teilweise und sicherlich im Winter aus dem Quellgebiet Höchi stammen.

5.3 Aufbereitung / Probenahme

Das Quellwasser wird in der Sandfilteranlage Ganten von Trübstoffen befreit, über ein Aktivkohlefilter geleitet und mittels UV-Anlage entkeimt. Anschliessend wird das Quellwasser ins Netz eingespeist. Das Netzwasser weist eine einwandfreie bakteriologische Trinkwasserqualität auf.

Das Rohwasser ist gemäss Schutzzonenreglement regelmässig untersuchen zu lassen. Der Untersuchungsumfang richtet sich nach der Lebensmittelgesetzgebung und der Gewässerschutzverordnung [13]. Um die Ursache für die ganzjährige Belastung zu klären, empfehlen wir zukünftig Einzelwasserproben der Quelfassungen Höchi zu entnehmen.

Aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse (Kluftwasser) kann eine bakteriologische Verunreinigung auch nach der Ausscheidung der Schutzzonen nicht ausgeschlossen werden. Zur Sicherstellung einer einwandfreien Trinkwasserqualität muss das Quellwasser weiterhin aufbereitet werden.

6. DIE GRUNDWASSERSCHUTZZONEN

6.1 Dimensionierung der Schutzzonen

6.1.1 Allgemeine Bemerkungen

Zusammenfassende Informationen zu den Themen 'Ziel und Zweck der Schutzzonen', 'Dimensionierungsgrundsätze', 'Einschränkungen in den Schutzzonen' und 'Anforderungen an den Schutzzonenplan' finden sich im Anhang Nr. 4 unter 'Erläuterungen zu den Grundwasserschutzzonen'.

6.1.2 Zone S1

Die Zone S1 soll verhindern, dass Trinkwasserfassungen sowie deren unmittelbare Umgebung beschädigt oder verschmutzt werden. Es sollten keinerlei Fremdstoffe (z.B. tierische Dünger) direkt in die Fassung gelangen, ohne dass Eliminations- oder Reinigungsvorgänge wirksam werden können.

Die Zonen S1 wurden mit einem Abstand von 10 m ab Ende der Fassungsleitungen festgelegt. Innerhalb dieser Fläche sind nur Nutzungen zulässig, die der Wasserversorgung dienen. Der unverletzten Humusdecke und dem Wald kommen eine wichtige Schutz- und Reinigungsfunktion zu.

6.1.3 Zone S2

Massgebend für die Dimensionierung der Zone S2 ist die mittlere Verweildauer in der Zone S2. Die GSchV (Anhang 4 Ziffer 123) verlangt, dass *'die Fließdauer des Grundwassers vom äusseren Rand der Zone S2 bis zur Grundwasserfassung ... mindestens zehn Tage beträgt'*. Zudem muss der Abstand von der Zone S1 bis zum äusseren Rand der Zone S2 in der Zuflussrichtung mindestens 100 m betragen.

Die Kenndaten der Quellen (grosse Schüttungsschwankungen, Beeinträchtigung der Wasserqualität [Bakteriologie, Trübung]), die hydrogeologischen Verhältnisse und die mit Markierversuchen im nahegelegenen Steintal nachgewiesenen hohen Fließgeschwindigkeiten weisen darauf hin, dass das Quellwasser mindestens lokal in Kluft-Grundwasserleitern zirkuliert.

Unter Berücksichtigung dieser Umstände wurde der Abstand von der Zone S1 zur hydrogeologischen Umgrenzung der Zone S2 in Zuflussrichtung mit 150 m dimensioniert.

6.1.4 Zone S3

Die Zone S3 bildet eine Pufferzone um die Zone S2. Sie gewährleistet den Schutz vor Anlagen und Tätigkeiten, die ein besonderes Risiko für das Grundwasser bedeuten (z.B. Materialabbau, Gewerbe- und Industriebetriebe) und soll es ermöglichen, dass bei unmittelbar drohender Gefahr (z.B. bei einem Unfall mit einem Gefahrgut) für die erforderlichen Interventions- oder Sanierungsmassnahmen genügend Zeit und Raum zur Verfügung stehen.

In Zuflussrichtung wurde der Abstand von der hydrogeologischen Umgrenzung der Zone S2 zur hydrogeologischen Umgrenzung der Zone S3 gleich gross dimensioniert wie der Abstand von der Zone S1 zur Zone S2.

6.2 Gefahrenherde

Verkehrsanlagen

Bestehende Verkehrsanlagen innerhalb der Schutzzonen stellen eine Gefahr für das Grundwasser dar. Auslaufendes Benzin oder Öl kann das Trinkwasser verschmutzen und über längere Zeit ungeniessbar machen.

Die Dicken-Girlenstrasse (Gemeindestrasse 3. Klasse) quert die Zone S3 der Quelle 4.3. Die Strasse ist geteert. Die Strasse ist mit einem 'Fahrverbot für Motorfahrzeuge und Motorräder' mit dem Zusatz 'Zubringerdienst, Land- und forstwirtschaftlicher Verkehr und mit Bewilligung des Gemeinderates gestattet' belegt.

Das Strassenwasser entwässert teils über die Schulter und wird punktuell mittels Einlaufschächten gesammelt. Im Bereich des Gebäudes Assek. Nr. 937 wird das Strassenwasser über ein Einlaufbauwerk in den unterhalb der Strasse liegenden Bach (Routen Nr. 11140) geleitet.

Massnahmen:

Das gesammelte Strassenwasser darf nicht innerhalb der Schutzzonen in den Bach eingeleitet werden, die Einleitung ist ausserhalb der Schutzzonen zu verschieben.

Landwirtschaftliche Anlagen

Beim Gebäude Assek. Nr. 3624 auf dem Grundstück Nr. 848 in der Zone S3 ist ein betonierter Güllebehälter (Baujahr 1995) mit 63 m³ Nutzvolumen vorhanden. Der Güllebehälter wurde im Jahr 2019 optisch auf die Funktionstüchtigkeit geprüft und als dicht und funktionstüchtig beurteilt. Auf dem Güllebehälter (im westlichen Teil) ist ein Mistlagerplatz mit Betonumrandung vorhanden. Der Mistsickersaft wird in den Güllebehälter abgeleitet. Bei der Begehung im September 2021 war der Mistlagerplatz überfüllt. Im Stall ist ein Schorrgraben mit Anschluss an den Güllebehälter vorhanden.

Massnahmen:

Der Güllebehälter ist alle fünf Jahre auf die Dichtheit zu prüfen. Allfällige Mängel sind unverzüglich zu sanieren oder stillzulegen.

Die Mistablagerung darf nur auf der Mistlagerplatte erfolgen.

Weidbrunnen

Auf dem Grundstück Nr. 848 in der Zone S3 ist nahe des Gebäudes Assek. Nr. 937 ein Weidbrunnen und beim Gebäude Assek. Nr. 3624 ein Stallbrunnen vorhanden. Der Platz beim Stallbrunnen ist befestigt.

Massnahmen:

Der unmittelbare Bereich des Weidbrunnens beim Gebäude Assek. Nr. 937 muss befestigt werden (z.B. mit Schotter).

6.3 Nutzungseinschränkungen

Bodenbewirtschaftung und Düngung

In der Zone S2 dürfen keine flüssigen Hofdünger (Gülle)¹ und Holzschutzmittel² ausgebracht bzw. verwendet werden. Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln muss nach den Vorgaben des Bundes erfolgen³.

Der nordwestliche Teil der Zone S2 bei der Quelle Höchi 4.1 überlagert ein Naturschutzgebiet (Flachmoor von regionaler Bedeutung), in welchem der Austrag von Gülle bereits verboten ist.

Dolinen / Versickerungstrichter

Im Interesse einer verbesserten Trinkwasserqualität sollte im Bereich der Versickerungstrichter im weiteren Einzugsgebiet der Quelfassungen auf Weidgang und den Austrag von Mist verzichtet werden. Ein Abschwemmen in die Versickerungstrichter von Düngemitteln bei Niederschlägen sollte möglichst verhindert werden. Bei Weidgang sollten die Versickerungstrichter mit einem Viehhüter eingezäunt werden.

¹ Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) vom 18. Mai 2005; Anhang 2.6

² ChemRRV vom 18. Mai 2005; Anhang 2.4

³ ChemRRV vom 18. Mai 2005; Anhang 2.4 und Pflanzenschutzmittelverordnung vom 18. Mai 2005

7. FLIESSGEWÄSSER

Gemäss der kantonalen Gewässerkarte GN10 (geoportal.ch) [17] fliesst am nördlichen Rand der Zone S3 der Quelle 4.3 ein Oberflächengewässer (Routennummer 11140).

In der Zone S2 der Quelle 4.1 fliesst das Oberflächengewässer mit der Routennummer 5970. Am Rand der Zone S3 der Quelle 4.1 sind drei weitere Oberflächengewässer vorhanden (Routennummer 5973, 31084 und 31085).

8. GEFAHRENKARTE

In der Gefahrenkarte (geoportal.ch) [17] sind im Bereich der Grundwasserschutzzonen um die Quelfassungen Höchi keine Gefahren eingetragen.

9. ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die DK Ebnat-Kappel versorgt aktuell rund 4'350 Personen, 450 Ferienplätze sowie mehrere Industrie- und Landwirtschaftsbetriebe in der Gemeinde Ebnat-Kappel mit Trink- und Brauchwasser. Die jährliche Wasserbeschaffung betrug im Mittel der letzten zehn Jahre rund 415'000 m³. Zur Sicherstellung des Trink- und Brauchwasserbedarfs wird das frei zufließende Quellwasser aus den Gebieten Steintal-Tanzboden (Quellen Ebnat) und Höchi-Girlen-Bächen (Quellen Kappel) sowie die GWF Rohrgarten und Buechen genutzt.

Zum Schutz des Grundwassers müssen Wasserversorgungen Schutzzonen um Grundwasserfassungen ausscheiden. Die Schutzzonen haben die Aufgabe, das Grund- und Quellwasser im Einzugsgebiet von Trinkwasserfassungen vor Verunreinigungen zu schützen.

Die Quelfassungen Höchi, welche zum Quellgebiet Kappel gehören, bestehen aus zwei Quellschächten mit je einer örtlich gefassten Quelle.

In chemischer Hinsicht war das Quellwasser der Quellen Höchi – soweit untersucht – von einwandfreier Qualität. In bakteriologischer Hinsicht waren alle acht Einzel-Wasserproben aus den Jahren 2021/22 zu beanstanden. Die bakteriologischen Belastungen sind einerseits auf den Alpwirtschaftsbetrieb im weiteren Einzugsgebiet zurückzuführen, die genaue Ursache für die Belastungen ausserhalb der Alpbewirtschaftungszeit sind (noch) nicht bekannt. Das Quellwasser Höchi wird mit dem Quellwasser aus den Quellgebieten Schwendiboden und Bächen in der Filteranlage Ganten aufbereitet. Zur Sicherstellung einer einwandfreien Trinkwasserqualität muss das Quellwasser weiterhin aufbereitet und regelmässig kontrolliert werden.

Die Zonen S1 wurden mit einem Abstand von 10 m ab Ende der Fassungsleitung ausgeschieden. Der Abstand von der Zone S1 zur Zone S2 wurde in Zuflussrichtung mit 150 m ausgeschieden. Stromaufwärts wurde der Abstand vom äusseren Rand der Zone S2 bis zum äusseren Rand der Zone S3 gleich gross ausgeschieden wie der Abstand von der Zone S1 bis zum äusseren Rand der Zone S2.

Bazenheid, 31. Januar 2023

GEOLOGIEBÜRO LIENERT & HAERING AG



Roland Brunner



Susanne Scheiwiller
MSc ETH Earth Sciences

ANHANG

- Nr. 1: Angaben zur Wasserbeschaffung und Wasserabgabe der DK Ebnat-Kappel
- Nr. 2: Schüttungsmessungen Quellfassungen Höchi
- Nr. 3: Trinkwasser-Untersuchungen inkl. Höchstwerte sowie Erläuterungen
- Nr. 4: Erläuterungen zu den Grundwasserschutzzonen

Angaben zur Wasserbeschaffung und Wasserabgabe der DK Ebnat-Kappel

Wasserbeschaffung der DK Ebnat-Kappel

Jahr	GWF Rohrgarten	GWF Buechen*	GWF Unterdorf**	Quellen Ebnat	Quellen Kappel	Bezug Thurwerke	Bezug WK Bendel-Wintersberg	Total
	m ³ /Jahr	m ³ /Jahr						
2011	78'396		10'056	140'144	151'704	244		380'544
2012	73'316		14'192	120'214	221'512	496		429'730
2013	68'943	47'046	7'870	109'942	167'634	555		401'990
2014	48'321	42'790		147'302	194'086	2'772		435'271
2015	90'405	26'309		140'790	165'981	294		423'779
2016	96'255	28'680		121'720	199'314	1'895		447'864
2017	95'992	31'585		141'708	163'261	76		432'622
2018	134'865	33'813		123'185	121'814			413'677
2019	53'130	8'284		122'600	193'351	820	400	378'585
2020	65'206	19'403		132'864	164'958	70	450	382'951
Minimum	48'321	8'284	7'870	109'942	121'814	70	400	378'585
Maximum	134'865	47'046	14'192	147'302	221'512	2'772	450	447'864
Mittel	80'483	29'739	10'706	130'047	174'362	802	425	412'701

* Neubau 2012

** 2013 vom Netz getrennt

Wasserabgabe der DK Ebnat-Kappel

Jahr	Wasser- verbrauch DK	Abgabe Thurwerke	Abgabe WK Bendel- Winters- berg*	Abgabe WK Gieselbach- Brand- holz**
	m ³ /Jahr	m ³ /Jahr	m ³ /Jahr	m ³ /Jahr
2011	364'637		700	4'162
2012	415'154		700	5'162
2013	390'835		700	6'572
2014	425'562		3'139	2'719
2015	409'140		11'097	703
2016	424'110		17'239	
2017	408'675		19'612	
2018	392'482	8'180	7'739	
2019	372'371			
2020	370'817			
Minimum	364'637			
Maximum	425'562			
Mittel	397'378			

* Bezug geschätzt / 2014-2018 (Teil-)Versorgung durch DK EK / ab 2019 Selbstversorgung

** Wasserverbund 2015 aufgehoben

Schüttungsmessungen Quellfassungen Höchi

Schüttungsmessungen Quelfassungen Höchi

Quelle	4.1	4.3	Total
Datum	l/min	l/min	l/min
16.06.2007	200	60	260
12.10.2007	60	55	115
14.06.2008	290	65	355
11.11.2008	98	60	158
13.06.2009	120	62	182
07.10.2009	30	28	58
27.04.2010	71	49	120
12.06.2010	144	60	204
04.11.2010	130	60	190
26.04.2011	41	39	80
17.06.2011	195	65	260
25.06.2011	260	65	325
06.09.2011	260	60	320
02.12.2011	24	24	48
15.05.2012	130	65	195
15.06.2012	260		
15.08.2012	48	50	98
15.05.2013	264	64	328
15.06.2013	260	60	320
27.06.2013	195	65	260
07.11.2013	293	66	359
24.05.2014	130	65	195
17.07.2014	293	64	357
16.09.2014	102	60	162
18.11.2014	293	68	361
18.05.2015	189	66	255
19.11.2015	35	38	73
06.05.2016	264	57	321
17.06.2016	260	65	325
29.09.2016	78	49	127
10.06.2017	130	60	190
17.08.2017	147	59	206
05.10.2017	220	61	281
18.04.2018	220	65	285
09.06.2018	130	60	190
16.08.2018	35	48	83
22.06.2019	390	60	450
24.07.2019	40	30	70
10.12.2019	290		
15.04.2020	60		
19.04.2020		45	
13.06.2020	260	65	325
15.09.2020	88	50	138
12.11.2020	95	55	150
09.05.2021	260	85	345
11.06.2021	260	65	325
03.08.2021	390	65	455
03.09.2021	261	67.3	328.3
30.09.2021	70	55	125
25.11.2021	74	55	129
Minimum	24	24	48
Maximum	390	85	455
Mittel	172.2	57.5	228.0

Trinkwasser-Untersuchungen inkl. Höchstwerte sowie Erläuterungen

TRINKWASSER - UNTERSUCHUNGEN QUELLFASSUNGEN HÖCHI

Probedatum		11. Mär 21	11. Mär 21	2. Jun 21	2. Jun 21	30. Sep 21	30. Sep 21	23. Nov 22	23. Nov 22			
Entnahmestelle		4.1	4.3	4.1	4.3	4.1	4.3	4.1	4.3			

Allgemeine Parameter

Schüttung	l/min			130	65			270	60			
Wassertemperatur	°C	6.9	6.7	7.9	7.8	8.2	8.2	7.8	7.7			
Aussehen		klar	klar	klar / BS	klar / BS	klar	klar / BS	klar / BS	klar / BS	BS = Bodensatz		
Farbe		farblos										
Geruch		geruchlos										
Trübung	TE/F	0.2	0.8	0.3	0.5	0.2	0.4	0.3	0.8			
pH-Wert				7.52	7.57							
Leitfähigkeit	µS/cm	343	320	343	351	408	403	399	383			
Gesamt-Härte	°fH			19.1	19.4							
Karbonat-Härte	°fH			18.9	19.2							
Sauerstoff	mg/l			9	8.1							
Sauerstoffsättigung	%			76	68							
m-Wert	mmol/l			3.82	3.88							
DOC	mg C/l			0.4	0.43							

Bakteriologische Analyse

Gesamt-Keimzahl	KBE/ml 30 °C	250	110	170	100	410	570	130	88			
Escherichia coli	KBE/100 ml	n.n.	1	2	4	12	43	29	12			
Enterokokken	KBE/100 ml	1	n.n.	1	3	12	70	150	32			

Anorganische Verbindungen und Metalle

Ammonium	NH ₄ mg/l			<0.01	<0.01							
Nitrit	NO ₂ mg/l			<0.005	<0.005							
Nitrat	NO ₃ mg/l			1.3	1.4							
Chlorid	Cl mg/l			0.3	0.4							
Sulfat	SO ₄ mg/l			2.1	1.5							
Fluorid	F mg/l			<0.1	<0.1							
Phosphat	PO ₄ mg/l			0.01	0.02							
Calcium	Ca mg/l			57.8	58.5							
Magnesium	Mg mg/l			11.4	11.6							
Natrium	Na mg/l			0.8	0.9							
Kalium	K mg/l			0.5	0.5							

Anforderungen überschritten:

Höchstwerte

Parameter	Einheit	TBDV	Gewässerschutzverordnung GSchV
		Anforderungen an Trinkwasser	zusätzliche Anforderungen an Grundwasser, das als Trinkwasser verwendet wird

Mikrobiologische Anforderungen

Aerobe mesophile Keime: an der Fassung, unbehandelt	KBE/ml	100	
Aerobe mesophile Keime: nach der Behandlung	KBE/ml	20	
Aerobe mesophile Keime: im Verteilnetz, behandelt oder unbehandelt	KBE/ml	300	
Escherichia coli	KBE/100 ml	0	
Enterokokken	KBE/100 ml	0	

Chemische Anforderungen

Acrylamid	µg/l	0.1	
Aluminium	mg/l	0.2	
Ammonium	mg/l	0.5 / 0.1	0.5 / 0.1
Antinom	µg/l	5	
Arsen	µg/l	10	
Benzen (Benzol)	µg/l	1	
Benzo[a]pyren	µg/l	0.01	
Blei	µg/l	10	
Bor	mg/l	1	
Bromat	µg/l	10	
BTEX	µg/l	3	
Cadmium	µg/l	3	
Chlorat	mg/l	0.2	
Chlor (freies)	mg/l	0.1	
Chlorit	mg/l	0.2	
Chlorid	mg/l	250	40
Chlormethyloxiran (Epichlorhydrin)	µg/l	0.1	
Chlorethen (Vinylchlorid)	µg/l	0.5	
Chrom	µg/l	50	
Chrom(VI)	µg/l	20	
Cyanid	µg/l	50	
Dichlorethan, 1,2-	µg/l	3	
Dichlormethan	µg/l	20	
Dioxan, 1,4-	µg/l	6	
Eisen	mg/l	0.2	
Ethylendiamintetraacetat (EDTA)	mg/l	0.2	
ETBE+MTBE	µg/l	5	
Fluorid	mg/l	1.5	
Halogenkohlenwasserstoffe, flüchtige (Summe)	µg/l	10	
Halogenverbindungen, absorbierbare, organische (AOX)	mg/l		0.01
Kohlenwasserstoffe, aliphatische	µg/l		1 (je Einzelstoff)
Kohlenwasserstoffe, flüchtige, halogenierte	µg/l		1 (je Einzelstoff)
Kohlenwasserstoffe, monocyclische, aromatische	µg/l		1 (je Einzelstoff)
Kohlenwasserstoffe, polycyclische, aromatische	µg/l	0.1	0.1 (je Einzelstoff)
Kohlenwasserstoff-Index C10-C40	µg/l	20	
Kupfer	mg/l	1	
Quecksilber	µg/l	1	
Mangan	µg/l	50	
Natrium	mg/l	200	
Nickel	µg/l	20	
Nitrioltriessigsäure (NTA)	mg/l	0.2	
Nitrat	mg/l	40	25
Nitrit	mg/l	0.5 / 0.1	
Organische chemische Verbindungen	µg/l	0.1 / 10	
Ozon	µg/l	50	
Perfluoroctansulfonat (PFOS)	µg/l	0.3	
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	µg/l	0.3	
Perfluoroctansäure (PFOA)	µg/l	0.5	
Pestizide	µg/l	0.1	0.1
Pestizide (Total)	µg/l	0.5	
Phosphat	mg/l	1	
Selen	µg/l	10	
Silber	mg/l	0.1	
Silikat	mg/l	05. Okt	
Stoffe gemäss Anh 2 Bedarfsgegenständeverordnung	mg/l	LMS/20	
Sulfat	mg/l	250	40
Tetra- und Trichlorethylen	µg/l	10	
Tetrachlormethan	µg/l	2	
Trihalomethane (Total) THM	µg/l	50	
Uran	µg/l	30	
Zink	mg/l	5	

Spezifische Anforderungen

Gesamter organischer Kohlenstoff, TOC	C mg/l	1	
Geruch		unauffällig	
Geschmack		unauffällig	
Färbung		unauffällig	
Trübung	NTU	1	
pH-Wert		6.8 - 8.2	
Leitfähigkeit	µS/cm	800	
Oxidierbarkeit	O ₂ mg/l	5	
Sulfid		organoleptisch nicht nachweisbar	
DOC	C mg/l		2

Erläuterungen zu den einzelnen Anforderungen vgl. TBDV und GSchV

ERLÄUTERUNGEN ZU DEN TRINKWASSERANALYSEN

ALLGEMEINE PARAMETER

Viele dieser Parameter werden bei Routineuntersuchungen gemessen. Die Untersuchungen sind zum grössten Teil einfach durchzuführen und erlauben eine grobe Beurteilung der Wasserqualität. Bei einzelnen hohen Werten muss dann gezielt nach der Ursache gesucht werden.

Wassertemperatur

Trinkwasser sollte eine Temperatur von 8 bis 15 °C aufweisen. Echtes Grundwasser hat zudem eine relativ konstante Temperatur. Temperaturschwankungen deuten auf den Einfluss von Oberflächenwasser hin. Kurzfristige, plötzliche Temperaturschwankungen können die Infiltration von Fremdwasser anzeigen.

Geruch, Geschmack, Färbung

Ein gutes Trinkwasser sollte geruch-, geschmack- und farblos sein.

Trübung

Trinkwasser sollte nicht getrübt sein. Sporadisch auftretende Trübungen, vor allem nach heftigem Regen, deuten auf eine ungenügende Filterwirkung des Bodens hin. Eine anhaltende Trübung des Wassers kann ein Anzeichen für Korrosion im Leitungsnetz sein.

pH-Wert

Der pH-Wert zeigt an, ob das Wasser chemisch neutral, sauer oder alkalisch ist. Der pH-Wert eines Trinkwassers sollte im neutralen Bereich liegen und dem Gleichgewichtswert des Kalk-Kohlensäuregleichgewichtes entsprechen. Ein Trinkwasser mit zu tiefem pH-Wert enthält überschüssige, aggressive Kohlensäure und kann Korrosionen in Leitungen und Installation verursachen. Zudem können allfällige im Boden gebundene Schwermetalle bei tiefem pH gelöst werden. Ein Wasser mit zu hohem pH-Wert (über dem Gleichgewichtswert) neigt zu Kalkausscheidung.

Leitfähigkeit

Die Leitfähigkeit ist ein Mass für den Gehalt des Wassers an Mineralien, Salzen und leitfähigen Schmutzteilchen. Je höher die Leitfähigkeit ist, desto grösser ist die Konzentration dieser Stoffe. Sehr hohe Leitfähigkeiten können auf Deponien hinweisen. Die Leitfähigkeit ist der traditionelle Parameter, der Langzeit-Beobachtungen über die Veränderung des Wassers ermöglicht.

Gesamthärte

Die Gesamthärte umfasst den Gehalt an Erdalkali-Ionen (v.a. Calcium und Magnesium) einer Wasserprobe. Die Summe aller Calcium- und Magnesiumsalze von 0 - 7 °fH wird als sehr weich, von 7 – 15 °fH als weich, von 15 - 25 °fH als mittelhart, von 25 - 32 °fH als ziemlich hart, von 32 - 42 °fH als hart und über 42 °fH als sehr hart bezeichnet. Der Gesamthärtegehalt ist der wesentliche Parameter für die Dosierung von Waschmitteln und die Planung und Kontrolle von Enthärtungsanlagen. Eine hohe Gesamthärte deutet auf eine lange Verweilzeit des Wassers im Untergrund hin.

Karbonathärte, Säureverbrauch, Alkalinität

Die Karbonathärte ist die Summe aller Bikarbonate und Karbonate. In natürlichem Grund- und Quellwasser liegt Kalk in seiner löslichen Form als Hydrogencarbonat vor. Durch die Bestimmung des Säureverbrauches einer Probe lässt sich näherungsweise die Konzentration an löslichem Kalk berechnen und in Härtegraden ausdrücken. Je grösser die Karbonathärte ist, desto besser ist das Wasser gegen Säuren gepuffert.

Sauerstoff

Der Gehalt an gelöstem Sauerstoff ist vom hygienischen Standpunkt aus ohne Bedeutung. Ein geringer Sauerstoffgehalt weist auf Sauerstoffzehrung durch den Abbau von organischen Verunreinigungen hin. In sauerstoffarmen Grundwasser können Redox-Reaktionen auftreten, die vor allem Nitrate, Eisen- und Manganverbindungen beeinflussen. Es können sich dabei Nitrit, Ammonium und lösliche Eisen-, bzw. Manganverbindungen bilden. Der Sauerstoffgehalt ist somit im Grundwasser ein wichtiges Qualitätsmerkmal und für die Beurteilung von Korrosionsvorgängen im Leitungsnetz eine Schlüsselmessgrösse. Für die Begünstigung einer Schutzschichtbildung in den Leitungen ist eine relative Sauerstoffsättigung von 30 bis max. 100% anzustreben.

Oxidierbarkeit, KMnO_4 -Verbrauch

Die Oxidierbarkeit, d.h. der Gehalt an oxidierbaren Stoffen (v.a. organische Verbindungen) ist ein Mass für die Belastung des Wassers. Die Oxidierbarkeit unbelasteter Gewässer liegt zwischen 2 und 4 mg KMnO_4 -Verbrauch pro l. Erhöhte Werte können natürlichen Ursprungs sein (Moorböden), zeigen in der Regel aber Verschmutzungen an.

DOC [GSchV: 2 mg/l]

Der Gehalt an DOC (gelöster organischer Kohlenstoff) ist ein Mass für die Wasserbelastung durch organische Verbindungen. Erhöhte DOC-Konzentrationen können natürlichen Ursprungs sein (Moorböden). Falls dies ausgeschlossen werden kann, deuten sie auf Verschmutzungen durch Industrieabwasser oder Deponien hin. Bei einem hohen DOC-Gehalt können zudem vermehrt Schwermetalle mobilisiert und transportiert werden.

BAKTERIOLOGISCHE ANALYSE

Gewisse Mikroorganismen verursachen beim Menschen verschiedene Krankheiten. Falls Abwasser ins Trinkwasser gelangt, können Typhus-, Cholera-, Kinderlähmungserreger und andere übertragen werden. Aus praktischen Gründen ist es nicht möglich, die Trinkwasseranalysen auf alle möglichen Erreger zu untersuchen. Daher wird nur kontrolliert, ob Indikatororganismen anwesend sind, die auf eine fäkale Verunreinigung schliessen lassen. Als Indikatororganismen dienen die Fäkalbakterien *Escherichia coli* und Enterokokken. Gelegentlich werden ergänzende Untersuchungen vorgenommen (Gesamtkeimzahl, aerobe mesophile Keime, Endowüchsige Keime).

Es sollten weder *Escherichia coli* noch Enterokokken nachweisbar sein.

ANORGANISCHE VERBINDUNGEN UND METALLE

Ammonium [Höchstwert TBDV: 0.1 mg/l]

Nitrit [Höchstwert TBDV: 0.1 mg/l]

Die Stickstoffverbindungen Ammonium und Nitrit sind in einem guten Trinkwasser nicht nachweisbar. Das Vorhandensein von Spuren dieser Verbindungen ist in der Regel ein Hinweis auf eine Verschmutzung (z.B. ausgewaschene Düngemittel).

Ein erhöhter Ammonium-Gehalt ist giftig für Fische und beeinträchtigt die Chlorierung des Wassers.

Nitrit ist für den Menschen giftig. Im Magen wird Nitrit in krebserregende Nitrosamine umgewandelt. Zudem kann Nitrit die Aufnahme von Sauerstoff ins Blut behindern (vor allem bei Säuglingen).

Nitrat [Höchstwert TBDV: 40 mg/l; GSchV: 25 mg/l]

Nitrat ist ein natürlicherweise in den meisten Trinkwassern vorkommender Inhaltsstoff. Nitrat selbst ist nicht gesundheitsgefährdend. Problematisch werden erhöhte Gehalte dann, wenn das Nitrat im menschlichen Körper bakteriell zu Nitrit (NO_2) umgewandelt wird, das vor allem für Säuglinge schädlich ist.

Wasser mit hohem Nitratgehalt liefert einen wesentlichen Beitrag zum Gesamtnitratgehalt der Nahrung. Die Trinkwasserbelastung mit Nitrat ist daher so gering wie möglich zu halten.

Pflanzen können den für das Wachstum nötigen Stickstoff meist nur in der Form von Nitrat, Nitrit und Ammonium aufnehmen. Der im Handelsdünger vorhandene Stickstoff (als Nitrat) kann direkt von den Pflanzen aufgenommen werden.

Für Pflanzen verfügbarer Stickstoff kann auch über komplexe, durch Mikroorganismen geförderte Reaktionen aus organisch gebundenem Stickstoff freigesetzt werden. Der organisch gebundene Stickstoff wird v.a. in der Form von leicht abbaubarem Nährhumus (Hofdünger, Gründünger, Ernterückstände, Klärschlamm, Kompost) auf den Boden ausgebracht.

Überschüssiges Nitrat, das von den Pflanzen nicht aufgenommen werden kann, gelangt durch Auswaschung ins Grundwasser. Einmal ins Grundwasser gelangtes Nitrat ist dort äusserst beständig und kann nur unter ganz bestimmten Bedingungen (sauerstoffarmes Wasser, genügend organisches Material) durch Mikroorganismen abgebaut werden.

Der Hauptgrund der zunehmenden Nitratgehalte im Grundwasser ist in der Intensivierung der Landwirtschaft und dem damit verbundenen stark angestiegenen Einsatz von Handels- und Hofdünger zu sehen.

Die Hauptursachen der Nitratauswaschung ins Grundwasser sind:

- ⇒ Hohe Sickerwassermengen (Niederschläge, Verdunstung, Art des Bewuchses)
- ⇒ Flachgründige und grobkörnige Böden, grosse Poren im Boden
- ⇒ Geringe biologische Aktivität des Bodens, geringer Humusgehalt
- ⇒ Mengenmässig unangepasste und generell überhöhte Düngung
- ⇒ Düngung zum falschen Zeitpunkt (Herbst und Winter, durchnässter Boden)
- ⇒ Landwirtschaftliche Kulturen, geordnet nach abnehmender Nitratauswaschung: Intensivgemüse > Feldgemüse > Hackfrucht > Mais > Getreide > Grünland > Wald
- ⇒ Bracheperioden des Bodens, besonders Winterbrache
- ⇒ Grünlandumbruch, Waldrodung, Aufforstung
- ⇒ Art der Bodenbewirtschaftung

Sulfat [GSchV: 40 mg/l]

Die Sulfatkonzentrationen der meisten Quell- und Grundwässer liegen unter 40 mg/l. Wasser aus bestimmten geologischen Formationen (Gips) kann jedoch stark erhöhte Werte aufweisen. Erhöhte Sulfatgehalte können auch auf eine Beeinflussung durch eine Bauschuttdeponie hinweisen. Erhöhte Sulfatkonzentrationen sind gesundheitlich unbedenklich, falls die Magnesium-Konzentration 50 mg/l nicht überschreitet.

Phosphat [Höchstwert TBDV: 1 mg/l]

Phosphate sind in einem natürlichen Wasser normalerweise nicht nachweisbar. Ein erhöhter Gehalt kann auf Überdüngung oder eine Belastung durch Abwasser hinweisen. In der Regel sind dann noch andere Messgrössen erhöht, die eine Verschmutzung signalisieren.

Chlorid [GSchV: 40 mg/l]

Reine natürliche Trinkwasser unserer Gegend enthalten praktisch keine Chloride oder zumindest Gehalte von weniger als 10 mg/l Cl. Erhöhte Werte deuten auf eine Beeinflussung durch Düngemittel, Abwasser, Deponien oder Streusalz hin.

Ab einer Konzentration von 80 mg/l fördern Chloride Korrosionen in den Leitungen, Gehalte über 200 mg/l machen sich im Geschmack bemerkbar.

Fluorid [Höchstwert TBDV: 1.5 mg/l]

Fluoride kommen in Form vieler Mineralien in der Natur vor. Fluorid ist in Spuren möglicherweise essentiell für den Aufbau von Knochen und Zähnen. In höheren Konzentrationen ist Fluorid jedoch giftig.

Selen [Höchstwert TBDV: 0.01 mg/l]

Selen ist ein essentielles Spurenelement. Selenverbindungen werden daher als Nahrungsergänzung angeboten. In höheren Konzentrationen wirkt Selen jedoch stark toxisch.

Eisen [Höchstwert TBDV: 0.2 mg/l]

Mangan [Höchstwert TBDV: 0.05 mg/l]

In sauerstoffarmem resp. sauerstofffreiem Wasser kann Eisen und Mangan in erhöhter Konzentration auftreten. Im Kontakt mit Luftsauerstoff treten Trübungen, Verfärbungen und mit der Zeit auch Ausfällungen auf, und es kommt zu Ausschwemmungen von gallertartigen Produkten. In normalem sauerstoffhaltigem Grundwasser sind Eisen und Mangan nicht nachweisbar. Erhöhte Eisenwerte sind hier jeweils ein Hinweis auf Korrosionen des Leitungsmaterials.

Aluminium [Höchstwert TBDV: 0.2 mg/l]

Aluminium ist ein häufiges Element im Boden. Bei der Wasseraufbereitung wird Aluminium als Flockungsmittel eingesetzt. Bei tiefem pH (unter 5) kann Aluminium Pflanzen und Fische schädigen.

Calcium

Calcium ist für den Menschen essentiell (Knochensubstanz). In der Natur kommt Calcium vor allem als Calciumkarbonat (Kalk) vor. Im Wasser kann sich das Calciumkarbonat auflösen und bestimmt so die Karbonathärte des Wassers.

In kalkreichen Formationen kann die Konzentration durchaus höher sein. Calciumkonzentrationen über 200 mg/l vermindern den Gebrauchswert des Wassers.

Magnesium

Magnesium ist ein häufiges Element im Gesteinsuntergrund (Dolomit). Hohe Konzentrationen von Magnesium können den Wassergeschmack beeinflussen. Wegen der Beeinflussung des Geschmacks und einer möglichen abführenden Wirkung soll ein Gehalt von 50 mg/l bei einem Sulfatgehalt von 250 mg $\text{SO}_4^{2+}/\text{l}$ nicht überschritten werden. Bei kleineren Sulfatgehalten kann ein entsprechend höherer Wert toleriert werden; bei weniger als 30 mg $\text{SO}_4^{2+}/\text{l}$ beträgt er 125 mg Mg^{2+}/l .

Natrium [Höchstwert TBDV: 200 mg/l]

Natrium gehört zu den zehn häufigsten Elementen in der Erdhülle und kommt dabei in zahlreichen natriumhaltigen Mineralen vor. Auch in den Ozeanen ist eine erhebliche Menge Natrium als Ionen enthalten. Für den Menschen ist Natrium essentiell. Wasser mit hohem Natriumgehalt liefert einen Beitrag zur Natriumaufnahme über die Nahrung. Gehalte über 200 mg/l können sich geschmacklich bemerkbar machen.

Hohe Natriumwerte können geologisch bedingt sein oder auf eine Verunreinigung hinweisen.

Kalium

Kalium ist für den Menschen essentiell. In der Natur kommt Kalium als Kation in Mineralen vor. Wasserlösliche Kaliumsalze werden als Düngemittel verwendet.

Erläuterungen zu den Grundwasserschutzzonen

A) Ziel und Zweck der Schutzzonen

Grund- und Quellwasser sind ein wichtiger Bestandteil des Wasserkreislaufes und der verschiedenen Ökosysteme. Grundwasser ist mit einem Anteil von über 80% der wichtigste und wertvollste Rohstoff für die Trinkwasserversorgung der Schweiz. Ein Schutz des Grundwassers ist von grosser Bedeutung, damit es auch kommenden Generationen in ausreichenden Mengen und guter Qualität zur Verfügung steht.

Die zunehmende Gefährdung des Trinkwassers durch Überbauungen, Verkehrswege, Landwirtschaft und Chemikalien hat 1971 Parlament und Bundesrat zur Schaffung eines Gewässerschutzgesetzes veranlasst, das ermöglichen sollte, die lebenswichtigen Trinkwasservorkommen zu erhalten. Da es sich um ein elementares Nahrungsmittel handelt, wurde dem Schutz des Grundwassers rechtlich Priorität eingeräumt. Das Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) wurde 1991 revidiert und ergänzt.

Die öffentlichen und privaten Gewässer mit Einschluss der Quellen unterstehen dem Schutz des eidg. Gewässerschutzgesetzes. Gestützt auf das Gewässerschutzgesetz trat am 1. Januar 1999 die Gewässerschutzverordnung (GSchV, 28. Oktober 1998) in Kraft. In Art. 29 der GSchV wird festgehalten, dass die Kantone zum Schutz der im öffentlichen Interesse liegenden Quellwasserfassungen Grundwasserschutzzonen (Art. 20 GSchG) ausscheiden.

Grundwasserschutzzonen sollen Trinkwasserfassungen vor Beeinträchtigungen schützen. Sie sollen gewährleisten, dass die Entnahme von Wasser aus bestehenden Fassungen zum Zweck der Trink- und Brauchwasserversorgung heute und in Zukunft sichergestellt ist. In der Wegleitung Grundwasserschutz wird das Verfahren der Ausscheidung detailliert erläutert.

Die Gefährdung einer Fassung nimmt mit zunehmender Entfernung vom Verschmutzungsherd ab, weshalb die Schutzzone S in drei Zonen mit abgestuften Vorschriften unterteilt wird.

B) Dimensionierungsgrundsätze

Für die Dimensionierung der **Zone S3** gelten folgende Regeln (Auszug aus der Wegleitung 'Grundwasserschutz', 2004):

- Stromaufwärts soll der Abstand vom äusseren Rand der Zone S2 bis zum äusseren Rand der Zone S3 etwa so gross sein, wie der Abstand von der Zone S1 bis zum äusseren Rand der Zone S2.
- Stromabwärts soll die Zone S3 zumindest den Entnahmebereich bis zum unteren Kulminationspunkt umfassen. Es ist dies derjenige Punkt, von dem aus das Grundwasser auch bei ungünstigen Voraussetzungen nicht mehr zur Fassung zurückströmen kann.

Bei der Dimensionierung der **Zone S2** sind insbesondere die lokalen geologischen und hydrogeologischen Faktoren zu berücksichtigen. In Anhang 4 Ziffer 123 der GSchV steht:

¹ Die Zone S2 soll verhindern, dass:

- a. das Grundwasser durch Grabungen und unterirdische Arbeiten nahe von Grundwasserfassungen und -anreicherungsanlagen verunreinigt wird; und
- b. der Zufluss zur Grundwasserfassung durch unterirdische Anlagen behindert wird.

² Bei Lockergesteins- und schwach heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern soll sie zudem verhindern, dass Krankheitserreger sowie Stoffe, die Wasser verunreinigen können, in solchen Mengen in die Grundwasserfassung gelangen, dass sie die Trinkwassernutzung gefährden.

Sie wird um Grundwasserfassungen und – anreicherungsanlagen ausgeschieden und so dimensioniert, dass:

- a. der Abstand von der Zone S1 bis zum äusseren Rand der Zone S2 in Zuströmrichtung mindestens 100 m beträgt; er kann kleiner sein, wenn durch hydrogeologische Untersuchungen nachgewiesen ist, dass die Grundwasserfassung oder -anreicherungsanlage durch wenig durchlässige und nicht verletzte Deckschichten gleichwertig geschützt ist; und
- b. bei Lockergesteins- und schwach heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern die Fließdauer des Grundwassers vom äusseren Rand der Zone S2 bis zur Grundwasserfassung oder -anreicherungsanlage mindestens zehn Tage beträgt.

Bei der Bemessung der Schutzzone ist von der Entnahmemenge auszugehen, die aus hydrogeologischer Sicht bzw. aufgrund der Konzession über längere Zeit gefördert werden darf.

Die Zone S1 umfasst die Fassungsanlage d.h. bei Vertikalfilterbrunnen den Brunnenschacht, bei Horizontalfilterbrunnen den Brunnenschacht und die Horizontalstränge sowie bei Quelfassungen den Fassungstrang mit Sickerrohren. Die Grösse der Zone S1 ist unter anderem vom Bautyp der Trinkwasserfassung (Vertikal-/Horizontalfilterbrunnen, Quelfassung) abhängig. Die Ausdehnung der Zone S1 sollte vom äusseren Rand eines Fassungselementes gemessen mindestens 10 m betragen. Bei Quelfassungen kann der Grenzabstand talseitig weniger als 10 m betragen, soll aber bergseitig zum Schutz vor Einschwemmungen umso grösser sein.

C) Einschränkungen in den Schutzzonen

In der **Zone S3** sind gemäss Anhang 4 Ziffer 221 der GSchV nicht zulässig:

- a. industrielle und gewerbliche Betriebe, von denen eine Gefahr für das Grundwasser ausgeht;
- b. Einbauten, die das Speichervolumen oder den Durchflussquerschnitt des Grundwasserleiters verringern; die Behörde kann aus wichtigen Gründen Ausnahmen gestatten, wenn eine Gefährdung der Trinkwassernutzung ausgeschlossen werden kann;
- c. Versickerung von Abwasser, ausgenommen die Versickerung von nicht verschmutztem Abwasser (...) über eine biologisch aktive Bodenschicht;
- d. nachteilige Verminderungen der schützenden Überdeckung (Boden und Deckschicht);
- e. Rohrleitungen, die dem Rohrleitungsgesetz vom 4. Oktober 1963 unterstehen; ausgenommen sind Gasleitungen;
- f. Kreisläufe, die Wärme dem Untergrund entziehen oder an den Untergrund abgeben;
- g. erdverlegte Lagerbehälter und Rohrleitungen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten;
- h. Lagerbehälter mit wassergefährdenden Flüssigkeiten mit mehr als 450 l Nutzvolumen je Schutzbauwerk; ausgenommen sind freistehende Lagerbehälter mit Heiz- oder Dieselöl zur Energieversorgung von Gebäuden oder Betrieben für längstens zwei Jahre; das gesamte Nutzvolumen darf höchstens 30 m³ je Schutzbauwerk betragen;
- i. Betriebsanlagen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten mit mehr als 2000 l Nutzvolumen; ...

In der **Zone S2** gelten gemäss Anhang 4 Ziffer 222 der GSchV folgende Einschränkungen:

„In der Zone S2 gelten die Anforderungen nach Ziffer 221; überdies sind ... nicht zulässig:

- a. das Erstellen von Anlagen; die Behörde kann aus wichtigen Gründen Ausnahmen gestatten, wenn eine Gefährdung der Trinkwassernutzung ausgeschlossen werden kann;
- b. Grabungen, welche die schützenden Überdeckung (Boden und Deckschicht) nachteilig verändern;
- c. Versickerung von Abwasser;
- d. andere Tätigkeiten, welche die Trinkwassernutzung gefährden.“

In der **Zone S1** sind nur bauliche Eingriffe und andere Tätigkeiten zulässig, welche der Trinkwassernutzung dienen.

D) Anforderungen an den Schutzzonenplan

Die Umgrenzungen der Zonen S1, S2 und S3 lassen sich in eine «hydrogeologische» und eine «praktische» Umgrenzung unterscheiden. Die hydrogeologische Umgrenzung basiert auf hydrogeologischen Kriterien und richtet sich nach den Anforderungen der Gewässerschutzverordnung. Die praktische Umgrenzung umhüllt die hydrogeologische Umgrenzung und berücksichtigt die örtlichen Gegebenheiten wie Gelände- und Parzellenverhältnisse, Waldränder usw. Sie stellt im Schutzzonenplan die rechtskräftige Umgrenzung dar.