



Kanton
Appenzell Ausserrhoden



Appenzell Ausserrhoden

BEZIRK RÜTE

GEMEINDE GAIS

Wasserversorgung Eichberg

GRUNDWASSERSCHUTZZONEN UM DIE QUELFFASSUNGEN BRANDEGG UND FEUSENALP

Hydrogeologisch / Technischer Bericht

Schutzzonenreglement und Schutzzonenplan als Beilagen

St.Gallen, 5. Juni 2009

Inkl. Ergänzungen VP bis 4. November 2009



GEOLOGIEBÜRO LIENERT & HAERING AG

9015 St.Gallen-Winkeln

Schoretshuebstr. 23
Telefon 071 371 17 33
Fax 071 371 29 70
E-Mail lh.winkeln@haering-geo.ch

8592 Uttwil (TG)

Im Müsli 37 / Postfach 61
Telefon 071 461 22 82
Fax 071 461 22 83
E-Mail lh.uttwil@haering-geo.ch

www.hearing-geo.ch

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	1
1.1 Situation	1
1.2 Auftrag und ausgeführte Arbeiten	1
2. DIE QUELFFASSUNGEN BRANDEGG UND FEUSENALP	2
2.1 Technische Daten	2
2.2 Wasserbedarf	3
2.3 Quellschüttungen	4
3. GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE	4
4. WASSERQUALITÄT	5
4.1 Allgemeines	5
4.2 Zusammenfassung der Trinkwasseranalysen	5
5. DIE GRUNDWASSERSCHUTZZONEN	6
5.1 Dimensionierung der Schutzzonen Brandegg und Feusenalp	6
5.1.1 Allgemeine Bemerkungen	6
5.1.2 Zone S1 (Fassungsbereich)	7
5.1.3 Zone S2 (Engere Schutzzone)	7
5.1.4 Zone S3 (Weitere Schutzzone)	7
5.2 Nutzungsbeschränkungen	7
6. ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	8

ANHANG

- Nr. 1: Verwendete Unterlagen
- Nr. 2: Quellaustritte Brandegg und Quelfassung Feusenalp:
Schüttungsmessungen 2001-2006
- Nr. 3: Quelfassungen Brandegg und Feusenalp:
Schüttungsmessungen 2008-2009 (ab Neufassung)
- Nr. 4: Trinkwasser-Untersuchungen Quelfassungen Brandegg und Feusenalp,
inkl. Erläuterungen
- Nr. 5: Wasserbeschaffung und Wasserverkauf WV Eichberg
- Nr. 6: Erläuterungen zu den Grundwasserschutzzonen

BEILAGEN

- Schutzzonenreglement AI für die Quelfassungen Brandegg und Feusenalp
- Schutzzonenreglement AR für die Quelfassungen Brandegg und Feusenalp
- Grundwasserschutzzonen um die Quelfassungen Brandegg und Feusenalp,
Umgrenzungsplan 1 : 2'000, Plan Nr. 2009-201/1
- Quelfassung Feusenalp sowie Ableitung; Ausführungsplan 1723/33 und 1723/35

1. EINLEITUNG

1.1 Situation

Die Wasserversorgung (WV) Eichberg stellt die Trinkwasserversorgung in der politischen Gemeinde Eichberg sicher. Insgesamt werden rund 1'500 Personen mit Trink- und Brauchwasser versorgt, der jährliche Verbrauch betrug in den letzten 8 Jahren im Durchschnitt rund 142'000 m³/Jahr. Zur Deckung des Wasserbedarfs nutzt die WV Eichberg in erster Linie das frei zufließende Quellwasser. Fehlendes Trinkwasser wird vom Wasserverbund Rüthi-Oberriet-Altstätten-Eichberg-Marbach bezogen.

Die meisten genutzten Quellen liegen in bewaldetem Gebiet oberhalb von Hölzlisberg im Kantonsdreieck SG-AI-AR. In diesem Gebiet sind auch mehrere ungefasste Quellen vorhanden, welche für eine gezielte Überwachung mit einem Rohr provisorisch gefasst wurden. In den Jahren 2002 - 2006 wurde die Schutzwürdigkeit dieser Quellen durch das Ingenieurbüro Spalt-Hitz-Tobler AG mit Qualitäts- und Quantitätsmessungen überprüft und das weitere Vorgehen bzgl. Quellnutzung bestimmt.

Aufgrund dieser Messungen liess die WV Eichberg im Spätsommer 2008 zwei Quellaustritte im Gebiet Brandegg oberhalb der Feusenalp auf Innerrhoder Kantonsgebiet neu fassen. Zudem wurde die bestehende Quelfassung Feusenalp, mit welcher das Alpgebäude Feusenalp sowie zwei Weidbrunnen versorgt wurden, ebenfalls neu gefasst. Dieses Quellwasser wird künftig auch für die Trinkwasserversorgung genutzt.

Öffentliche Wasserversorgungen sowie Betriebe (Restaurants, Käsereien etc.) mit eigenen Wasserfassungen, welche Wasser an Dritte abgeben, sind gemäss Gewässerschutzgesetz Art. 20 (Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer, GSchG) verpflichtet, Grundwasserschutzzonen um ihre Wasserfassungen auszuschneiden. Die Schutzzonen haben die Aufgabe, das Grundwasser im Einzugsgebiet von Trinkwasserfassungen vor Verunreinigungen zu schützen. Die Dimensionierung der Schutzzonen ist vor allem von den Strömungsverhältnissen, d.h. von den Fliessrichtungen und den Fliessgeschwindigkeiten des Grundwassers abhängig. Im Einzugsgebiet der Quellen Brandegg und Feusenalp wurden bisher keine detaillierte Untersuchungen (z.B. Markierversuche) durchgeführt.

1.2 Auftrag und ausgeführte Arbeiten

Im Vorfeld der Schutzzonenausscheidung haben Andreas Eggenberger, Gemeindepräsident Eichberg, Bruno Tobler, Ingenieurbüro Spalt-Hitz-Tobler AG, sowie der unterzeichnende Geologe die anstehenden Aufgaben besprochen. In diesem Zusammenhang haben wir auch auf die schwierigen geologischen Verhältnisse und die natürlich bedingten Belastungen (Trübung, Oxidierbarkeit, DOC) hingewiesen. Mit dem Schreiben vom 10. Juni 2005 erteilte der Gemeinderat Eichberg unserem Büro den Auftrag, die Schutzzonenunterlagen für die Quellaustritte Brandegg und die Quelle Feusenalp zu erstellen. Anlässlich der Feldbegehung am 2. Juli 2005 mit Paul Walt, Alpmeister der Feusenalp, und Roland Brunner (Geologiebüro Lienert & Haering AG) wurden die relevanten Quelldaten aufgenommen.

Nach der Auswertung der vorhandenen Daten und einem ersten Schutzzonen-Entwurf (August 2005) führte das Ingenieurbüro Spalt-Hitz-Tobler AG weitere Messungen durch. Anschliessend wurden die Schutzzonenunterlagen den kantonalen Behörden zur Vorprüfung eingereicht.

Im August 2008 begannen unter der Leitung des Ingenieurbüros Spalt-Hitz-Tobler AG die umfangreichen Bauarbeiten mit dem Fassen der Quellen Brandegg. Die bestehende Quelle Feusenalp wurde im September neu gefasst. Die Bauarbeiten dauerten mit der Erstellung der Ableitung bis zum Reservoir Hölzlisberg bis Ende Jahr.

Die vorliegenden Schutzzonen wurden gemäss der Gewässerschutzverordnung und der Wegleitung 'Grundwasserschutz' (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, BUWAL, 2004, heute Bundesamt für Umwelt, BAFU) ausgeschieden und im Schutzzonenplan (Beilage) festgehalten. Das ausgearbeitete Schutzzonenreglement (Beilage) basiert auf dem kantonalen Muster-Schutzzonenreglement.

2. DIE QUELLFASSUNGEN BRANDEGG UND FEUSENALP

2.1 Technische Daten

Quelfassungen Brandegg

Die Quelfassungen Brandegg befinden sich rund 2 km westnordwestlich von Hölzlisberg auf Innerrhoder Boden nahe der Kantonsgrenze zu Appenzell Ausserrhoden auf ca. 1'060 m ü.M. Die Quellen liegen auf der Parzelle Nr. 1073 (derzeitiger Eigentümer: Äussere Rhode Eichberg, öffentlich-rechtliche Korporation mit Sitz in Eichberg). Das Gebiet Feusenalp ist grossflächig als Rutschgebiet bekannt, der Boden ist z.T. stark wassergesättigt.

Der neue HWT-Quellschacht (Koordinaten: 754'845 / 246'309) mit Sicherheitsdeckel und Trockeneinstieg wurde Ende August 2008 gesetzt. In den Quellschacht münden zwei Fassungsleitungen mit Längen von 7.80 m (Brandegg 1) bzw. 14.70 m (Brandegg 2) mit 1.5 m Sickerrohr im Fassungsbereich. Die Quelle Brandegg 1 wurde in grobblockigem Hangschutt und die Quelle Brandegg 2 ab Sandsteinfels gefasst.



Abb. 2.1 und 2.2: Quellschacht Brandegg

Quelle Feusenalp

Der Quellschacht Feusenalp (Koordinaten: 755'004 / 246'109) liegt rund 250 m unterhalb der Quellen Brandegg. Die Quelle wurde nahe dem Waldrand im Weidgebiet der Feusenalp auf 985 m ü.M. auf der Parzelle Nr. 1073 gefasst.



Abb. 2.3 und 2.4: Quellschacht Feusenalp

Der neue HWT-Quellschacht mit Sicherheitsdeckel und Trockeneinstieg wurde Ende September 2008 gesetzt. In den Quellschacht münden die 8.20 m lange Fassungsleitung mit 1.5 m Sickerrohr im Fassungs-bereich sowie die Zuleitung vom Quellschacht Brandegg. Ab separatem Abteil der neuen Fassung Feusenalp wird die Alp Feusenalp mit Trink- und Brauchwasser versorgt.

Neben dem Quellschacht wurde ein zweiter Schacht als Kleinreservoir für die Alpgebäude Feusenalp gesetzt. Das Quellwasser wird nur während den Sommermonaten für den Alpbetrieb benötigt. Im Winterhalbjahr wird das gesamte Quellwasser für die Trinkwasserversorgung genutzt.

Die Quellschächte entsprechen den SVGW¹-Richtlinien.

2.2 Wasserbedarf

Die WV Eichberg versorgt z.Z. rund 1'500 Personen mit Trink- und Brauchwasser. Der Wasserverbrauch beträgt in Eichberg im Mittel rund 390 m³ pro Tag, bzw. 142'000 m³/Jahr (vgl. Anhang Nr. 5), dies ergibt einen durchschnittlichen täglichen Trinkwasserverbrauch von rund 260 l pro Tag und Person. Der tägliche Verbrauch in Haushaltungen beträgt im schweizerischen Mittel 160 l pro Person.

Die WV Eichberg nutzt in erster Linie das dem Reservoir Hölzlisberg frei zufließende Quellwasser. Der mittlere Quellertrag 2001-2008 beträgt 57'300 m³/Jahr, womit rund 41 % des gesamten Wasserbedarfs gedeckt werden können. Fehlendes Trinkwasser wird vom Wasserverbund Rüthi-Oberriet-Altstätten-Eichberg-Marbach bezogen (84'500 m³/Jahr).

¹ Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW

2.3 Quellschüttungen

Vor den Fassungsarbeiten wurden die Schüttungen der Quellaustritte Brandegg von 2001 bis 2005 vereinzelt und 2006 regelmässig gemessen. Die Schüttung der bestehenden Quelle Feusalp wurde 2005 - 2006 gemessen (vgl. Anhang Nr. 2). Die daraus resultierenden mittleren Schüttungen können wie folgt angegeben werden:

Brandegg:	94 l/min	135 m ³ /Tag	50'000 m ³ /Jahr
Feusalp:	33 l/min	48 m ³ /Tag	17'500 m ³ /Jahr

Von den neuen Quelfassungen sind erst wenige Messungen vorhanden (vgl. Anhang Nr. 3). Mit der Erschliessung der Quellen Brandegg und Feusalp, die zusammen eine mittlere Gesamtschüttung von rund 90 l/min (47'300 m³/Jahr; vgl. Schüttungsmessungen seit Neufassung) aufweisen, können bei normalen Witterungsverhältnissen zusätzlich rund 30 - 35 % des gesamten Wasserbedarfs der WV Eichberg gedeckt werden. Im Winter 2009 betrug nach einer langen Trocken- und Frostperiode die Gesamtschüttung 39 l/min, dies entspricht einem Quellertrag von 56 m³/Tag, womit zusätzlich noch ca. 14 % des täglichen Trinkwasserbedarfs gedeckt werden können.

3. GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

Der Felsuntergrund des Hirschberges mit seinem gegen SE gerichteten Abhang des Chräzerenwaldes wird durch Sand- und Mergelsteine der steilgestellten Unteren Süsswassermolasse (USM) aufgebaut. Die Schichtung der USM fällt relativ einheitlich mit ca. 45 ° gegen SE bis SSE ein. Die USM wird durch eine Wechselfolge von tonreichem Mergel und mergeligen bis kalkigen Sandsteinbänken aufgebaut. Aufgrund seines hohen Tonanteils ist der Mergel extrem verwitterungsanfällig: Er zerfällt schon nach kurzer Zeit in eine lehmig-schmierige Masse. Dagegen bleiben Sandsteinblöcke über lange Zeit unverwittert liegen.

Die Lockergesteinsmassen wurden als Moränen des würmeiszeitlichen Rheingletschers abgelagert. Die Wasserempfindlichkeit des Moränenmaterials sowie des mergeligen Felsuntergrundes einerseits, wie auch die z.T. starke Zerklüftung der Sandsteinbereiche und der Schichtparallelität zur Hangneigung andererseits, bilden die Voraussetzungen für die Durchnässung und Instabilität des Hanges. Diese geologische Situation ist ausschlaggebend für die grossflächige Ausdehnung der Rutschgebiete.

Die Quelle Brandegg 1 wurde am Fuss eines Hangrutsches gefasst. Die vorgefundene hydrogeologische Situation lässt den Schluss zu, dass das Quellwasser aus dem Fels sowie aus versickerndem Oberflächenwasser stammt. Bei der Quelle Brandegg 2 wurde eigentliches Kluftwasser gefasst. Bei dieser Quelle dringt das Wasser aus kleinen Spalten und Löchern im mergeligen Sandstein.

Bei der Quelle Feusalp finden sich ähnliche Verhältnisse wie bei der Quelle Brandegg 1, wobei die Rutschfläche grösser dafür weniger ausgeprägt ist.

4. WASSERQUALITÄT

4.1 Allgemeines

Die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Grundwassers werden einerseits durch das Locker- und Festgestein sowie durch die Bodenschichten im Einzugsgebiet, andererseits aber auch durch menschliche Einflüsse, vor allem Abgänge aus Haushalt, Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft massgebend bestimmt.

Im schweizerischen Lebensmittelbuch, in der Hygieneverordnung und in der Verordnung über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln werden für die einzelnen Untersuchungsparameter Erfahrungs- und Toleranzwerte für Trinkwasser angegeben. Die Erfahrungswerte bezeichnen Konzentrationen, die in der Regel auf wenig oder nicht anthropogen beeinflusstes Grund- und Quellwasser hindeuten. Toleranzwerte sind Höchstkonzentrationen von Stoffen, bei deren Überschreitung das Trinkwasser von der Vollzugsbehörde beanstandet wird.

4.2 Zusammenfassung der Trinkwasseranalysen

Für die Beurteilung der Wasserqualität standen uns von den neu gefassten Quellen Brandegg und Feusenalp je 8 bakteriologische und je eine chemische Wasseranalyse sowie vom Mischwasser beim Reservoir Hölzlisberg 5 bakteriologische und eine chemische Wasseranalyse aus den Jahren 2008 - 2009 zur Verfügung. Die Daten sind im Anhang Nr. 4 zusammengestellt.

Quelfassungen Brandegg

Das Quellwasser Brandegg kann mit einer Gesamthärte von 19°fH als mittelhart taxiert werden. Der Gehalt der Neutralsalze Chlorid, Nitrat und Sulfat ist gering. Ammonium und Nitrit sind nicht nachweisbar. Zeitweise erhöht sind natürlich bedingt die Trübung und DOC (v.a. organische Verbindungen).

In bakteriologischer Hinsicht muss das Quellwasser zeitweise beanstandet werden. Die nachgewiesenen Fäkalbakterien Escherichia Coli und Enterokokken stammen aus den Exkrementen von Warmblütern (Vieh). Gemäss Schweizerischem Lebensmittelbuch dürfen im Trinkwasser weder Escherichia Coli noch Enterokokken nachweisbar sein.

Quelle Feusenalp

Die Quelle Feusenalp weist einen ähnlichen Chemismus auf, wie die Quellen Brandegg, ist jedoch mit rund 22 °fH eine Spur härter. Die Trübung (bis 7.4 TE/F) und die Oxidierbarkeit (bis 10.2 mg KmnO_4/l) bzw. DOC (bis 3.9 mg/l) waren erhöht und überschritten zeitweise den Erfahrungswert (Schweizerisches Lebensmittelbuch SLMB) bzw. den Toleranzwert (Fremd- und Inhaltsstoffverordnung FIV).

In bakteriologischer Hinsicht musste das Quellwasser ebenfalls beanstandet werden. Bei Einhaltung der Nutzungsbeschränkungen in den Zonen S1 und S2 (kein Weidgang) darf langfristig mit einer Verbesserung der Wasserqualität gerechnet werden.

Die wenigen Proben seit der Neufassung der Quellen belegen bakteriologische Belastungen sowie bei der Trübung und DOC (Oxidierbarkeit) erhöhte Werte mit abnehmender Tendenz. Insbesondere die bakteriologischen Belastungen dürften unter anderem durch die Grabarbeiten im Fassungsbereich hervorgerufen sein.

Die Analysen der neu gefassten Quellen zeigen im Vergleich zu den Analysen vor dem Fassen weit geringere Belastungen an und lassen langfristig mindestens in bakteriologischer Hinsicht eine weitere Verbesserung der Wasserqualität erhoffen.

Das Wasser der Quelle Feusenalp weist vor allem nach starken Regenfällen eine gelbliche Färbung auf. Das Institut Bachema schreibt im Kommentar der Proben vom 15. Mai 2009 zur Färbung und erhöhtem DOC folgendes:

Mögliche Ursachen für gelbliche Verfärbung

Im Normalfall können zwei Ursachen für die gelbe bis gelb-braune Verfärbung von Quell- oder Leitungswasser in Betracht gezogen werden:

a) Humusstoffe

Diese Stoffe stammen aus dem Erdreich vorwiegend aus verwesendem Laub, also organischem Material. Diese Wässer haben im Normalfall erhöhte DOC-Werte.

b) Gelöste Metalloxide

Gelöste Eisen- oder andere Metallverbindungen aus Korrosionsvorgängen können Wasser auch braun-gelb verfärben. Diese gelblich verfärbten Wässer haben erhöhte Eisen- oder Mangankonzentrationen.

Da die Wasserproben „Quelle Feusenalp“ und Mischwasser Brandegg+Feusenalp Einlauf Reservoir“ ursprünglich aus einem Waldeinzugsgebiet stammen und ausserdem in beiden Proben erhöhte DOC-Konzentrationen gemessen wurden, ist mit aller Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass die gelbliche Verfärbung von Humusstoffen stammt. Die Humusstoffe wurden sehr wahrscheinlich durch die starken Regenfälle aus dem Boden und in die Quellwasserfassungen geschwemmt.

Aufbereitung

Aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse muss auch nach der Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen mit bakteriologischen Verunreinigungen gerechnet werden. Mit den Nutzungseinschränkungen (Weidgangverbot in der Zone S1, Flüssigdüngerverbot in der Zone S2) kann nur bei der Quelle Feusenalp mit einer Qualitätsverbesserung des Quellwassers gerechnet werden.

Das Quellwasser wird zum Reservoir Hölzlisberg abgeleitet, wo das Quellwasser mittels UV-Bestrahlung aufbereitet bzw. bei zu hoher Belastung verworfen wird. Das Netzwasser weist eine einwandfreie Trinkwasserqualität auf.

5. DIE GRUNDWASSERSCHUTZZONEN

5.1 Dimensionierung der Schutzzonen Brandegg und Feusenalp

5.1.1 Allgemeine Bemerkungen

Umfangreiche Informationen zu den Themen ‚Ziel und Zweck der Schutzzonen‘, ‚Dimensionierungsgrundsätze‘, ‚Einschränkungen in den Schutzzonen‘ sowie ‚Anforderungen an den Schutzzonenplan‘ finden sich im Anhang Nr. 6 unter ‚Erläuterungen zu den Grundwasserschutzzonen‘.

5.1.2 Zone S1 (Fassungsbereich)

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 Zone S1 wird mit einem Radius von 10 m ab Fassungsleitung ausgeschieden. Innerhalb dieser Fläche ist jegliche Nutzung verboten. Dem Wald und der unverletzten Humusdecke kommen eine wichtige Schutz- und Reinigungsfunktion zu. Die Zone S1 ist mit geeigneten Mitteln zu markieren, allenfalls vor dem Zutritt Unbefugter zu schützen. Innerhalb der Zone S1 sind nur Nutzungen zulässig, die der Wasserversorgung dienen.

5.1.3 Zone S2 (Engere Schutzzone)

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 im Zuströmbereich mindestens 100 m betragen.

Unter Berücksichtigung der hydrogeologischen Verhältnisse und der Topografie wurde der Abstand der Zone S2 zur Zone S1 stromaufwärts auf die gesetzlich minimal geforderten 100 m festgelegt.

5.1.4 Zone S3 (Weitere Schutzzone)

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). Das weitere Einzugsgebiet liegt vollumgänglich im Wald, besondere Risiken für das Quellwasser sind keine erkennbar.

Stromaufwärts wurde der Abstand vom äusseren Rand der Zone S2 bis zum äusseren Rand der Zone S3 etwa gleich gross ausgeschieden wie der Abstand von der Zone S1 bis zum äusseren Rand der Zone S2.

5.2 Nutzungsbeschränkungen

In der Zone S2 dürfen keine flüssigen Hofdünger (Gülle) oder Klärschlamm² ausgebracht und Holzschutzmittel³ verwendet werden. Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln muss nach den Angaben des Bundes erfolgen⁴.

² Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) vom 18. Mai 2005; Anhang 2.6

³ ChemRRV vom 18. Mai 2005; Anhang 2.4

⁴ ChemRRV vom 18. Mai 2005; Anhang 2.4 und Pflanzenschutzmittelverordnung vom 18. Mai 2005

6. ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die WV Eichberg versorgt rund 1'500 Personen mit Trink- und Brauchwasser, der jährliche Verbrauch beträgt rund 142'000 m³/Jahr. Zur Deckung des Wasserbedarfs nutzt die WV Eichberg in erster Linie das frei zufließende Quellwasser aus dem Gebiet oberhalb von Hölzlisberg im Kantonsdreieck SG-AI-AR. Zur Erhöhung der Versorgungssicherheit erschloss 2008 die WV Eichberg im Gebiet Brandegg zwei Quellaustritte sowie die bestehende Quelfassung Feusenalp mit Neufassungen für die Trinkwasserversorgung.

Öffentliche Wasserversorgungen sowie Betriebe mit eigenen Wasserfassungen, welche Wasser an Dritte abgeben, sind gemäss GSchG verpflichtet, Grundwasserschutzzonen um ihre Wasserfassungen auszuscheiden. Die Schutzzonen haben die Aufgabe, das Grundwasser im Einzugsgebiet von Trinkwasserfassungen vor Verunreinigungen zu schützen.

Mit der Erschliessung der Quellen Brandegg und Feusenalp, die zusammen eine mittlere Gesamtschüttung von rund 90 l/min (47'300 m³/Jahr) aufweisen, können bei normalen Witterungsverhältnissen zusätzlich rund 30 – 35 % des gesamten Wasserbedarfs der WV Eichberg gedeckt werden.

Das weiche Wasser der neu gefassten Quellen Brandegg und Feusenalp weist in chemisch – physikalischer Hinsicht mit Ausnahme der zeitweise erhöhten Trübung und Oxidierbarkeit bzw. DOC eine gute Qualität auf. In bakteriologischer Hinsicht weist das Quellwasser z.T. erhebliche Belastungen mit Fäkalbakterien auf. Aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse muss auch nach der Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen mit bakteriologischen Verunreinigungen gerechnet werden. Im Reservoir Hölzlisberg wird das Quellwasser mittels UV-Bestrahlung aufbereitet.

Massgebend für die Dimensionierung der Schutzzone ist die mittlere Verweildauer. Die GSchV verlangt, dass der Abstand von der Zone S1 bis zum äusseren Rand der Zone S2 im Zuströmbereich muss zudem mindestens 100 m betragen. Unter Berücksichtigung der hydrogeologischen Verhältnisse und der Topographie wurde der Abstand der Zone S2 zur Zone S1 stromaufwärts auf die minimal gesetzlich geforderten 100 m festgelegt.

St.Gallen, 4. November 2009

GEOLOGIEBÜRO
LIENERT & HAERING AG



Christoph Haering
Dipl. Geologe ETH/SIA

ANHANG

Nr. 1: Verwendete Unterlagen

Nr. 2: Quellaustritte Brandegg und Quelfassung Feusenalp:
Schüttungsmessungen 2001-2006

Nr. 3: Quelfassungen Brandegg und Feusenalp:
Schüttungsmessungen 2008-2009 (ab Neufassung)

Nr. 4: Trinkwasser-Untersuchungen Quelfassungen Brandegg und Feusenalp,
inkl. Erläuterungen

Nr. 5: Wasserbeschaffung und Wasserverkauf WV Eichberg

Nr. 6: Erläuterungen zu den Grundwasserschutzzonen

VERWENDETE UNTERLAGEN

AMT FÜR GESUNDHEITS- UND VERBRAUCHERSCHUTZ (AFGVS), KANTON ST.GALLEN

- Chemische und bakteriologische Trinkwasseranalysen

AMT FÜR UMWELT (AFU) APPENZEL AUSSERRHODEN

- 2009: Gemeinde Gais / Bezirk Rütli; Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen für die Quelfassungen Brandegg-Feusenalp der Wasserversorgung Eichberg; Vorprüfung

BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT (BUWAL, HEUTE BAFU)

- 2003: Vulnerabilität
- 2004: Wegleitung Grundwasserschutz

DR. DIETLER THOMAS

- 1995: Rutschgebiet Chräzerenwald; Geologisch-morphologische Kartierung und Beurteilung der Situation
- 1996: Hochwassergefährdung Aubach

INSTITUT BACHEMA, ZÜRICH

- Chemische und bakteriologische Trinkwasseranalysen

LIENERT & HAERING AG

- 2004: Geologische Verhältnisse und Risiken im Einzugsgebiet des Aubaches

SCHWEIZERISCHE GESETZGEBUNG

- 1991/93: Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG)
- 1998: Gewässerschutzverordnung
- 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)
- 2005: Verordnung vom 18. Mai 2005 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (SR 916.161; Pflanzenschutzmittelverordnung, PSMV)

SCHWEIZERISCHE GEOTECHNISCHE KOMMISSION

- 1963: Geotechnische Karte der Schweiz, Blatt Nr. 2 Luzern-Zürich-St.Gallen-Chur, 1 : 200'000, inkl. Erläuterungen
- 1980: Hydrogeologische Karte der Schweiz, Blatt Bodensee, 1 : 100'000, inkl. Erläuterungen

SCHWEIZERISCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES (SVGW)

- 1989: Richtlinien für Projektierung, Ausführung und Betrieb von Quelfassungen
- 2005: Richtlinien für die Qualitätsüberwachung in der Trinkwasserversorgung

SPALT-HITZ-TOBLER AG

- 2003: Sanierung und Erweiterung der Quelfassungsanlagen der Wasserversorgung Eichberg; Technischer Bericht und Kostenschätzung
- 2004: Projektpläne
- 2009: Quelfassung Feusenalp sowie Ableitung; Ausführungspläne

Quellaustritte Brandegg und Quellfassung Feusenalp**Schüttungsmessungen 2001 - 2006**

Datum	Quelle			Total		
	Brandegg 1	Brandegg 2	Feusenalp			
	l/min	l/min	l/min	l/min	m ³ /Tag	m ³ /Tag
	28.3			28	41	14'874
13. Sep 01	9.23			9	13	4'851
5. Jan 02	30			30	43	15'768
23. Mrz 02	60			60	86	31'536
1. Jun 02	30			30	43	15'768
6. Jul 02	120			120	173	63'072
30. Sep 02	80			80	115	42'048
30. Nov 02	24			24	35	12'614
30. Aug 03	30	60	120	210	302	110'376
19. Apr 05	6.0	28	20	54.2	78	28'488
2. Jul 05	120.0	60	120	300.0	432	157'680
19. Jul 05	10.2	61	60	131.5	189	69'116
17. Aug 05	1.6	9.0	12	22.6	33	11'879
27. Sep 05	26		22	48.0	69	25'229
4. Feb 06	42		24	66.0	95	34'690
18. Feb 06	40		21	61.0	88	32'062
4. Mrz 06	55		31	86.0	124	45'202
18. Mrz 06	200		33	233.0	336	122'465
1. Apr 06	200		35	235.0	338	123'516
14. Apr 06	200		27	227.0	327	119'311
28. Apr 06	100		24	124.0	179	65'174
13. Mai 06	55		26	81.0	117	42'574
27. Mai 06	75		25	100.0	144	52'560
10. Jun 06	66		24	90.0	130	47'304
24. Jun 06	66		23	89.0	128	46'778
8. Jul 06	22		11	33.0	48	17'345
22. Jul 06	150		17	167.0	240	87'775
4. Aug 06	150		25	175.0	252	91'980
18. Aug 06	200		27	227.0	327	119'311
1. Sep 06	200		28	228.0	328	119'837
15. Sep 06	300		35	335.0	482	176'076
29. Sep 06	150		26	176.0	253	92'506
14. Okt 06	50		18	68.0	98	35'741
28. Okt 06						
Minimum	1.6	9.0	11	23	13	4'851
Mittel	87.8	43.7	24	143	172	62'894
Maximum	300	61	120	335	482	176'076

Ertragsquotient	187.5	6.8	10.9
-----------------	-------	-----	------

Quellfassungen Brandegg und Feusenalp**Schüttungsmessungen 2008 - 2009 (ab Neufassung)**

Datum	Quelle			Total		
	Brandegg 1	Brandegg 2	Feusenalp			
	l/min	l/min	l/min	l/min	m ³ /Tag	m ³ /Jahr
29. Sep 08	41.6	25.9		67.5	97.2	35'478
27. Okt 08	11.6	12.0	22.9	46.5	67.0	24'440
20. Nov 08	13.0	11.2	27.2	51.4	74.0	27'016
6. Jan 09	24.0	16.2	25.0	65.2	93.9	34'269
3. Feb 09	3.5	10.2	25.3	39.0	56.2	20'498
3. Mrz 09	44.4	31.5	29.5	105.4	151.8	55'398
15. Apr 09	129.0	33.3	29.3	191.6	275.9	100'705
5. Mai 09	107.1	28.2	30.1	165.4	238.2	86'934
Minimum	3.5	10.2	23	39	56	20'498
Maximum	129	33	30	192	276	100'705
Mittel	46.8	21.1	27	92	132	48'092

Ertragsquotient	36.9	3.3	1.3
-----------------	------	-----	-----

TRINKWASSER - UNTERSUCHUNGEN QUELLEN BRANDEGG

Probedatum Quelle	12. Sep 08		27. Okt 08		20. Nov 08		6. Jan 09		3. Feb 09	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2

Allgemeine Parameter

Schüttung	l/min	60	21	11.6	12	13	11	24	16	3.5	10.0
Wassertemperatur	°C	7.9	8.1	7.6	7.8	7.4	7.4	6.8	6.7	6.1	6.6
Aussehen		leicht trüb	leicht trüb	klar	klar	leicht trüb	leicht trüb	leicht trüb	leicht trüb	leicht trüb	leicht trüb
Farbe		farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos
Geruch		geruchlos	geruchlos	geruchlos	geruchlos	geruchlos	geruchlos	geruchlos	geruchlos	geruchlos	geruchlos
Trübung	TE/F	0.65	0.52	0.45	0.39	0.69	0.51	0.67	0.5	0.78	1.1
pH-Wert		7.54	7.49					7.48	7.41		
Leitfähigkeit	uS/cm	378	386	381	395	373	389	378	399	392	408
Gesamt-Härte	fH°	19.5	18.4								
Karbonat-Härte	fH°	18.4	19.4								
m- Wert (Säureverbrauch)	mmol/l	3.73	3.93								
Oxidierbarkeit	mg KMnO4/l	4.8	3.9								
DOC	mg C/l	1.8	1.6	1.2	1.1	1.5	1.3	0.95	0.89	0.79	1.1

Bakteriologische Analyse

Gesamt-Keimzahl	/ml 20 °C										
	/ml 30 °C	680	1'600	97	42	56	42	11	23	67	1'600
Escherichia Coli	/100 ml	8	25	3	1	1	1	0	0	0	1
Enterokokken	/100 ml	15	11	3	3	2	2	0	0	1	1

Anorganische Verbindungen und Metalle

Ammonium-Ion	mg NH4+/l	<0.01	<0.01								
Nitrit-Ion	mg NO2-/l	<0.005	<0.005								
Nitrat-Ion	mg NO3-/l	3.6	3.6								
Chlorid-Ion	mg Cl-/l	0.5	0.4								
Sulfat-Ion	mg SO4 2-/l	4.2	5.1								
Natrium	mg Na/l	4.3	13.8								
Kalium	mg K/l	<1.0	<1.0								
Calcium-Ion	mg Ca 2+/l	60.4	56.5								
Magnesium-Ion	mg Mg2+/l	10.8	13.8								

Erfahrungswert bzw. Toleranzwert überschritten:



TRINKWASSER - UNTERSUCHUNGEN QUELLEN BRANDEGG

Probedatum	3. Mrz 09		15. Apr 09		5. Mai 09	
Quelle	1	2	1	2	1	2

Allgemeine Parameter

Schüttung	l/min	44	32	129	33.3	120			
Wassertemperatur	°C	6.3	6.4	6.5	6.5	6.7			
Aussehen		leicht trüb	leicht trüb			leicht trüb	leicht trüb		
Farbe		farblos	farblos	keine	keine	farblos	farblos		
Geruch		geruchlos	geruchlos			geruchlos	geruchlos		
Trübung	TE/F	1.3	1.7	1.3	0.8	2.7	1.2		
pH-Wert									
Leitfähigkeit	uS/cm (25°)	371	361	295 (20°)	311 (20°)	327	337		
Gesamt-Härte	fH°								
Karbonat-Härte	fH°								
m- Wert (Säureverbrauch)	mmol/l								
Oxidierbarkeit	mg KMnO4/l			6	4.7				
DOC	mg C/l	1.9	2.3	1.26	1.11	1.4	1.3		

Bakteriologische Analyse

Gesamt-Keimzahl	/ml 20 °C								
	/ml 30 °C	228	200	22	8	280	260		
Escherichia Coli	/100 ml	3	0	0	0	4	5		
Enterokokken	/100 ml	0	0	0	0	5	2		

Anorganische Verbindungen und Metalle

Ammonium-Ion	mg NH4+/l								
Nitrit-Ion	mg NO2-/l								
Nitrat-Ion	mg NO3-/l								
Chlorid-Ion	mg Cl-/l								
Sulfat-Ion	mg SO4 2-/l								
Natrium	mg Na/l								
Kalium	mg K/l								
Calcium-Ion	mg Ca 2+/l								
Magnesium-Ion	mg Mg2+/l								

Erfahrungswert bzw. Toleranzwert überschritten:



TRINKWASSER - UNTERSUCHUNGEN QUELLE FEUSENALP

Probedatum	29. Sep 08	27. Okt 08	20. Nov 08	6. Jan 09	3. Feb 09	3. Mrz 09	15. Apr 09	5. Mai 09		
------------	------------	------------	------------	-----------	-----------	-----------	------------	-----------	--	--

Allgemeine Parameter

Schüttung	l/min	26	22.9	27	25	25	30	30	33	
Wassertemperatur	°C	7.9	7.9	7.8	7.4	7.7	7.4	7.5	7.6	
Aussehen		leicht trüb	leicht trüb	trüb	trüb	trüb	leicht trüb		trüb	
Farbe		farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	keine	gelblich	
Geruch		geruchlos	geruchlos	geruchlos	geruchlos	geruchlos	geruchlos		geruchlos	
Trübung	TE/F	0.81	0.91	5.4	1.2	2	4.8	1.2	7.4	
pH-Wert		7.43			7.31					
Leitfähigkeit	uS/cm (25°)	432	413	374	425	385	294	277 (20°)		
Gesamt-Härte	fH°	22.5								
Karbonat-Härte	fH°	22.6								
m- Wert (Säureverbrauch)	mmol/l	4.56								
Oxidierbarkeit	mg KMnO4/l	6.2						10.2		
DOC	mg C/l	1.8	2.1	2.5	1.6	1.8	3.9	2.18	2.8	

Bakteriologische Analyse

Gesamt-Keimzahl	/ml 20 °C									
	/ml 30 °C	160	168	156	64	150	280	39	350	
Escherichia Coli	/100 ml	23	20	5	0	0	0	0	3	
Enterokokken	/100 ml	3	12	10	1	0	0	0	18	

Anorganische Verbindungen und Metalle

Ammonium-Ion	mg NH4+/l	<0.01								
Nitrit-Ion	mg NO2-/l	<0.005								
Nitrat-Ion	mg NO3-/l	2.4								
Chlorid-Ion	mg Cl-/l	0.5								
Sulfat-Ion	mg SO4 2-/l	4.3								
Natrium	mg Na/l	5.7								
Kalium	mg K/l	<1.0								
Calcium-Ion	mg Ca 2+/l	68.9								
Magnesium-Ion	mg Mg2+/l	12.9								

Erfahrungswert bzw. Toleranzwert überschritten:



TRINKWASSER - UNTERSUCHUNGEN QUELLEN BRANDEGG UND FEUSENALP; ZULAUF RESERVOIR HÖLZLISBERG

Probedatum	6. Jan 09	3. Feb 09	3. Mrz 09	15. Apr 09	5. Mai 09				
------------	-----------	-----------	-----------	------------	-----------	--	--	--	--

Allgemeine Parameter

Schüttung	l/min								
Wassertemperatur	°C								
Aussehen									
Farbe									
Geruch									
Trübung	TE/F								
pH-Wert									
Leitfähigkeit	uS/cm (25°)								
Gesamt-Härte	fH°								
Karbonat-Härte	fH°								
m- Wert (Säureverbrauch)	mmol/l								
Oxidierbarkeit	mg KMnO4/l								
DOC	mg C/l								

Bakteriologische Analyse

Gesamt-Keimzahl	/ml 20 °C								
	/ml 30 °C								
Escherichia Coli	/100 ml								
Enterokokken	/100 ml								

Anorganische Verbindungen und Metalle

Ammonium-Ion	mg NH4+/l								
Nitrit-Ion	mg NO2-/l								
Nitrat-Ion	mg NO3-/l								
Chlorid-Ion	mg Cl-/l								
Sulfat-Ion	mg SO4 2-/l								
Natrium	mg Na/l								
Kalium	mg K/l								
Calcium-Ion	mg Ca 2+/l								
Magnesium-Ion	mg Mg2+/l								

Erfahrungswert bzw. Toleranzwert überschritten:



Grenz- und Toleranzwerte

Parameter	Einheit	Schweizerisches Lebensmittelbuch SLMB	Fremd- und Inhaltsstoffverordnung FIV		Hygienever- ordnung HyV	Gewässerschutzverordnung GSchV
		Erwartungswert	Toleranzwert	Grenzwert	Toleranzwert	zusätzliche Anforderungen an Grundwasser, das als Trinkwasser verwendet wird
Allgemeine Parameter						
Wassertemperatur	°C	8 - 15				
Trübung	TE/F	bis 0.5	1			
pH-Wert		6.8 - 8.2				
Leitfähigkeit	uS/cm	200 - 800				
Sauerstoff-Sättigung	%	über 60				
Oxydierbarkeit	mg KMnO ₄ /l	bis 3				
DOC	mg C/l	bis 1.0				2
Bakteriologische Analyse						
Aerobe mesophile Keime: an der Fassung	KBE in 1 ml				100	
Aerobe mesophile Keime: nach Aufbereitung	KBE in 1 ml				20	
Aerobe mesophile Keime: im Netz	KBE in 1 ml				300	
Escherichia Coli	KBE in 100 ml				0	
Enterokokken	KBE in 100 ml				0	
Anorganische Verbindungen und Metalle						
Ammonium-Ion	mg NH ₄ ⁺ /l		0.1			
Nitrit-Ion	mg NO ₂ ⁻ /l	bis 0.01	0.1			
Nitrat-Ion	mg NO ₃ ⁻ /l	bis 25	40			25
Chlorid-Ion	mg Cl ⁻ /l	bis 20				40
Sulfat-Ion	mg SO ₄ ²⁻ /l	bis 50				
Phosphat-Ion	mg PO ₄ ³⁻ /l	bis 0.05	1			
Eisen gelöst	mg Fe ²⁺ /l	bis 0.05				
Eisen gesamt	mg Fe/l		0.3			
Mangan gelöst	mg Mn ²⁺ /l	bis 0.02				
Mangan gesamt	mg Mn/l		0.05			
Calcium-Ion	mg Ca ²⁺ /l	bis 200				
Magnesium-Ion	mg Mg ²⁺ /l	50 - 125				
Schwermetalle						
Blei	mg Pb ²⁺ /l	bis 0.001		0.01		0.01 gesamt
Quecksilber	mg Hg ²⁺ /l	bis 0.0001		0.001		
Zink	mg Zn ²⁺ /l	bis 0.1	5			0.02 gesamt
Kupfer	mg Cu ²⁺ /l	bis 0.02	1.5			
Cadmium	mg Cd ²⁺ /l	bis 0.0005				
Chrom (VI)	mg Cr ⁶⁺ /l	bis 0.001		0.02		0.005 gesamt

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.

Temperatur, Geruch, Geschmack

Ein gutes Trinkwasser sollte geruchlos und geschmacklos sein und 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.

Trübung [Erfahrungswert: < 0.5 TE/F]

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 [Erfahrungswert: 7 - 8]

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 wird als sehr weich, von 7 - 15 als weich, von 15 - 25 als mittelhart, von 25 - 32 als ziemlich hart, von 32 - 42 als hart und über 42 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 Sauerstoff ist vom hygienischen Standpunkt aus an und für sich ohne Bedeutung. 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.

Oxidierbarkeit, KMnO₄-Verbrauch [Erfahrungswert: < 3 mg/l; Toleranzwert: 6 mg/l]

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 KMnO₄-Verbrauch pro l. Erhöhte Werte können natürlichen Ursprungs sein (Moorböden), zeigen in der Regel aber Verschmutzungen an.

DOC [Erfahrungswert: 1.0 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.

ANORGANISCHE VERBINDUNGEN UND METALLE

Ammonium [Erfahrungswert: 0.05 mg/l; Toleranzwert: 0.5 mg/l]

Nitrit [Erfahrungswert: 0.01 mg/l; Toleranzwert: 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 [Erfahrungswert: < 25 mg/l; Toleranzwert: 40 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

Chlorid [Erfahrungswert: 20 mg/l; Toleranzwert: 200 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.

Sulfat [Erfahrungswert: 10 - 50 mg/l; Toleranzwert: 200 mg/l]

Die Sulfatkonzentrationen der meisten Quell- und Grundwässer liegen unter 50 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 [Erfahrungswert: 0.05 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.

Calcium [Erfahrungswert: 40 - 125 mg/l]

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.

Eisen [Erfahrungswert: 0.05 mg/l; Toleranzwert: 0.3 mg/l]**Mangan** [Erfahrungswert: Mangan 0.02 mg/l; Toleranzwert: 0.05 mg/l]

In sauerstoffarmem resp. sauerstoffreichem 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 [Erfahrungswert: 0.05 mg/l; Toleranzwert: 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.

Magnesium [Erfahrungswert: 5 - 30 mg/l; Toleranzwert: 50 mg/l]

Magnesium ist ein häufiges Element im Gesteinsuntergrund (Dolomit). Hohe Konzentrationen von Magnesium können den Wassergeschmack beeinflussen.

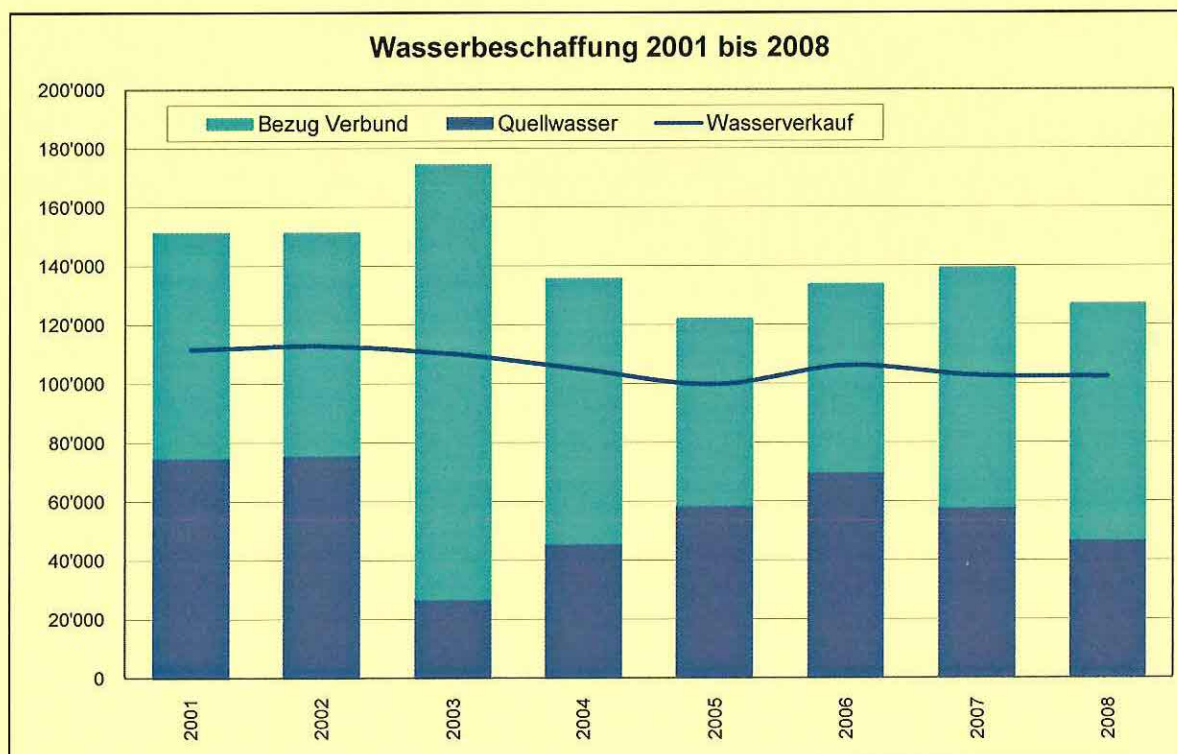
BAKTERIOLOGISCHE ANALYSE

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 (Toleranzwert).

Wasserbeschaffung und Wasserverkauf WV Eichberg

Jahr	Wasserbeschaffung						Wasserverkauf	
	Quellwasser m³/Jahr	%	Bezug Verbund m³/Jahr	%	Total m³/Jahr	%	m³/Jahr	%
1980					110'853		77'597	70.0
1981					107'971		75'580	70.0
1982	97'720	89.6	11'396	10.4	109'116	100.0	76'381	70.0
1983	98'845	87.4	14'224	12.6	113'069	100.0	79'148	70.0
1984	92'066	82.2	19'870	17.8	111'936	100.0	78'355	70.0
1985			24'390					
1986	66'256	56.0	52'047	44.0	118'303	100.0	82'812	70.0
1987	94'240	77.0	28'200	23.0	122'440	100.0	85'708	70.0
1988	63'826	50.1	63'600	49.9	127'426	100.0	89'198	70.0
1989	61'530	47.2	68'750	52.8	130'280	100.0	91'196	70.0
1990	41'869	31.5	91'000	68.5	132'869	100.0	93'008	70.0
1991	50'084	36.2	88'200	63.8	138'284	100.0	96'799	70.0
1992	58'606	38.6	93'310	61.4	151'916	100.0	106'341	70.0
1993			44'840					
1994	94'231	65.4	49'770	34.6	144'001	100.0	100'801	70.0
1995			63'330					
1996	71'523	50.7	69'630	49.3	141'153	100.0	98'807	70.0
1997			69'930					
1998			50'807					
1999	99'089	67.6	47'410	32.4	146'499	100.0	102'549	70.0
2000			38'102					
2001	75'160	49.6	76'330	50.4	151'490	100.0	111'847	73.8
2002	76'100	50.3	75'265	49.7	151'365	100.0	113'064	74.7
2003	27'176	15.6	147'295	84.4	174'471	100.0	110'329	63.2
2004	46'057	33.9	89'690	66.1	135'747	100.0	105'045	77.4
2005	58'805	48.2	63'250	51.8	122'055	100.0	99'799	81.8
2006	70'025	52.4	63'620	47.6	133'645	100.0	106'167	79.4
2007	58'095	41.8	81'036	58.2	139'131	100.0	102'751	73.9
2008	47'110	37.1	79'774	62.9	126'884	100.0	102'251	80.6
Minimum	27'176	15.6	11'396	10.4	107'971		75'580	63.2
Maximum	99'089	89.6	147'295	84.4	174'471		113'064	81.8
Mittel 01-08	57'316	41.1	84'533	58.9	141'849		106'407	75.6



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 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 Quelle 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 (Weitere Schutzzone)** 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 (Engere Schutzzone)** 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. Keime und Viren in die Grundwasserfassung oder -anreicherungsanlage gelangen;
- b. das Grundwasser durch Grabungen und unterirdische Arbeiten verunreinigt wird; und
- c. der Grundwasserfluss durch unterirdische Anlagen behindert wird.

² Sie wird bei Lockergesteinsgrundwasser so dimensioniert, dass:

- a. die Fließdauer des Grundwassers vom äusseren Rand der Zone S2 bis zur Grundwasserfassung oder -anreicherungsanlage mindestens zehn Tage beträgt; und
- b. der Abstand von der Zone S1 bis zum äusseren Rand der Zone S2 in Zuströmrichtung mindestens 100 m 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 (Fassungsbereich)** umfasst die Fassungsanlage d.h. bei Vertikalfilterbrunnen den Brunnenschacht, bei Horizontalfilterbrunnen den Brunnenschacht und die Horizontalstränge sowie bei Quelfassung den Fassungsstrang 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;
- c. Versickerung von Abwasser, ausgenommen die Versickerung von nicht verschmutztem Abwasser von Dachflächen (...) über eine bewachsene Bodenschicht;
- d. wesentliche Verminderung der schützenden 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 schützende Deckschicht nachteilig verändern;
- c. Versickerung von Abwasser;
- d. andere Tätigkeiten, die das Trinkwasser quantitativ und qualitativ beeinträchtigen können.“

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

D) Anforderungen an den Schutzzonenplan

Die Umgrenzungen der Schutzzonen 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.