



Appenzell Ausserrhoden



KANTON  
APPENZELL INNERRHODEN

GEMEINDE REUTE

BEZIRK OBBEREGG

## WASSERVERSORGUNG WOLFHALDEN

# GRUNDWASSERSCHUTZZONEN UM DIE QUELLFASSUNGEN NAJENRIET OST

## HYDROGEOLOGISCHER / TECHNISCHER BERICHT

Schutzzonenreglement und Schutzzonenplan  
mit Gefahrenkataster als Beilagen

St.Gallen / Bazenheid, 27. Februar 2017  
Inkl. Ergänzungen Vorprüfung bis 7. Juli 2022



**GEOLOGIEBÜRO LIENERT & HAERING AG**

**9602 Bazenheid**  
Neue Industriestrasse 81  
Tel: 071 371 17 33  
E-Mail: [info@haering-geo.ch](mailto:info@haering-geo.ch)

**8589 Sitterdorf TG**  
Langäckerstrasse 9  
Tel: 071 461 22 82  
[www.haering-geo.ch](http://www.haering-geo.ch)

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. EINLEITUNG.....</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangslage.....	1
1.2 Selektion.....	1
1.3 WV Wolfhalden.....	2
1.4 Grundwasserschutz.....	2
1.5 Auftrag / Ausgeführte Arbeiten.....	2
<b>2. GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE .....</b>	<b>3</b>
2.1 Geologische Übersicht.....	3
2.2 Hydrogeologische Verhältnisse .....	4
<b>3. DIE QUELFFASSUNGEN NAJENRIET OST .....</b>	<b>4</b>
3.1 Standort und technische Daten.....	4
3.2 Trinkwasserbedarf / Quellschüttungen.....	7
<b>4. WASSERQUALITÄT.....</b>	<b>7</b>
4.1 Allgemeines.....	7
4.2 Zusammenfassung der Trinkwasseranalysen.....	8
4.3 Aufbereitung / Probenahme .....	8
<b>5. DIE GRUNDWASSERSCHUTZZONEN .....</b>	<b>8</b>
5.1 Dimensionierung der Schutzzonen .....	8
5.1.1    Allgemeine Bemerkungen.....	8
5.1.2    Zone S1.....	9
5.1.3    Zone S2.....	9
5.1.4    Zone S3.....	9
5.2 Gefahrenherde .....	9
5.3 Nutzungseinschränkungen .....	11
<b>6. ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN.....</b>	<b>11</b>

## **ANHANG**

- Nr. 1: Verwendete Unterlagen
- Nr. 2: Wasserbeschaffung der WV Wolfhalden
- Nr. 3: Schüttungsmessungen Quelfassungen Najenriet Ost
- Nr. 4: Trinkwasser-Untersuchungen inkl. Grenz- und Toleranzwerte sowie Erläuterungen
- Nr. 5: Erläuterungen zu den Grundwasserschutzzonen

## **BEILAGEN**

- Schutzzonenreglement AR für die Quelfassungen Najenriet Ost
- Schutzzonenreglement AI für die Quelfassungen Najenriet Ost
- Grundwasserschutzzonen um die Quelfassungen Najenriet Ost;  
Schutzzonenplan 1 : 1'000, Plan Nr. 2016-217/2

# 1. EINLEITUNG

## 1.1 Ausgangslage

Die Wasserversorgungen (WV) Wolfhalden und Walzenhausen besitzen seit über 100 Jahren in den Quellgebieten Najenberg, Najenriet, Torfnest, Bremen und Krüsi rund 50 Quelfassungen, welche sie für die Trink- und Brauchwasserversorgung nutzen bzw. genutzt haben. Beide Versorgungen verfügen über ein separates Quellleitungsnetz. Das Quellwasser der WV Wolfhalden wird ins Reservoir Höhe abgeleitet. Die WV Walzenhausen kann das Quellwasser schon seit längerer Zeit nicht mehr nutzen, weil die Transportleitung defekt ist. Eine Sanierung der Transportleitung ist aus Kostengründen für die WV Walzenhausen kein Thema, weshalb die Quellen im Gebiet Najenriet 2021 an die WV Wolfhalden abgetreten wurden.

Die alten Fassungen, Leitungen und Schächte entsprechen nicht mehr dem heutigen Stand der Technik und den gesetzlichen Anforderungen. Schächte, Strümpfel und Leitungen sind undicht und es sind Wurzeleinwüchse vorhanden. Zudem sind die Leitungen teilweise zu klein dimensioniert. Bei den Schächten fehlt nebst dem Trockeneinstieg und der Siphonierung auch mehrheitlich ein Sicherheitsdeckel. Die WV Wolfhalden plant, einen Teil der Quellen zu sanieren und für die Trinkwasserversorgung zu nutzen. In diesem Zusammenhang sollen die provisorischen Grundwasserschutzzonen überarbeitet und definitiv ausgeschieden werden.

## 1.2 Selektion

Im Hinblick auf die künftige Nutzung der einzelnen Quellen wurde von unserem Büro in einem ersten Schritt eine Selektion bzgl. der Schutzwürdigkeit bzw. der weiteren Nutzung der Quellen durchgeführt. Dazu wurden vom März 2014 bis März 2015 durch die beiden Wasserwerke bei allen Quellen monatlich Messungen der Feldparameter Schüttung, Wassertemperatur und Elektrische Leitfähigkeit durchgeführt. Die Selektionen wurden im Bericht "Quellgebiete Najenberg, Najenriet, Torfnest, Bremen und Krüsi; Selektion bzgl. der Schutzwürdigkeit bzw. der weiteren Nutzung der Quellen" vom 2. April 2015 zusammengefasst.

Die Selektion der Quellen erfolgte in drei Prioritätsstufen: in einem ersten Schritt (1. Prioritätsstufe) sollen mit 11 Quellen (25% aller Quellen) rund 60% des anfallenden Quellwassers geschützt werden. Zusätzlich können mit den Quellen der 2. Prioritätsstufe (21% aller Quellen) weitere 23% des anfallenden Quellwassers geschützt werden. Nicht schützenswürdige Quellen (3. Prioritätsstufe) werden vom Netz abgehängt.

Aufgrund der Selektion entschieden die WV Wolfhalden und Walzenhausen die Schutzzonen um die Quelfassungen mit 1. und 2. Priorität (ausser Bremen und Krüsi) auszuschneiden. Die Quellen der 3. Priorität werden vom Netz getrennt und künftig nicht mehr für die Trinkwasserversorgung genutzt.

### 1.3 WV Wolfhalden

Das Quellwasser der schützenswerten Quellen in den Quellgebieten Najenriet, Najenberg und Torfnest wird ab 2021 durch die WV Wolfhalden genutzt. In einer Vereinbarung ist geregelt, dass die WV Wolfhalden auch die Quellen der WV Walzenhausen nutzen kann. Im Gebiet Najen (beim Quellschacht Nr. 30; Koordinaten: 2'760'247 / 1'255'848) wurde deshalb im Frühsommer 2016 eine Verbindungsleitung zwischen den beiden Quelleitungssystemen erstellt, sodass die WV Wolfhalden die Quellen der WV Walzenhausen nutzen kann.

Die WV Wolfhalden versorgt rund 1'800 Personen mit Trink- und Brauchwasser. Die Wasserproduktion der WV Wolfhalden beträgt im Mittel der Jahre 2010 - 2015 rund 165'000 m<sup>3</sup>/Jahr. Zur Sicherstellung des täglichen Wasserbedarfs nutzt die WV Wolfhalden zahlreiche Quellen im Gebiet Heiden-Reute-Oberegg (Quellgebiete Holzerswald, Wässern, Ebenau, Riethof, Altenstein, Najenriet, Najenberg, Torfnest) mit einem mittleren Gesamtertrag von rund 120'000 m<sup>3</sup>/Jahr. Fehlendes Trinkwasser wird von der WV Lutzenberg (im Mittel rund 1'000 m<sup>3</sup>/Jahr) und von der WV Heiden (rund 44'000 m<sup>3</sup>/Jahr) bezogen.

### 1.4 Grundwasserschutz

Öffentliche Wasserversorgungen müssen gemäss Art. 20 des Bundesgesetzes über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) 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.

Die Schutzzonen in den Quellgebieten Najenberg, Najenriet, Torfnest und Bremen wurden bereits 1992 von Dr. Otto Lienert provisorisch ausgeschieden und sind im Plan Nr. 92-201/1 (Geologiebüro Lienert & Haering AG) mit Datum 7. Februar 1995 festgehalten.

### 1.5 Auftrag / Ausgeführte Arbeiten

2016 beauftragten die Gemeinden Wolfhalden und Walzenhausen unser Büro, die Grundwasserschutzzonen um die schützenswerten Quelfassungen in den Gebieten Torfnest, Najenberg und Najenriet definitiv auszuschneiden. Die Schutzzonen sollen pro Quellgebiet separat ausgeschieden werden. Das Quellgebiet Najenriet wurde in den Teil West und Ost aufgeteilt.

Im vorliegenden Bericht werden die Quelfassungen Najenriet Ost, welche im Bezirk Oberegg AI und in der Gemeinde Reute AR liegen, behandelt. Die Schutzzonen werden um die Quellen 33 (E1 und E2) der WV Wolfhalden sowie um die Quelle 1 und 4 der WV Walzenhausen ausgeschieden. Die Quellen 33 und 4 wurden in der Selektion der 1. Prioritätsstufe zugeordnet. Die Quelle 1 wurde erst im Herbst 2016 im Zusammenhang mit der Aufnahme des Gefahrenkatasters entdeckt und nach den Eigentumsabklärungen durch die WV Walzenhausen im Dezember 2016 aufgrund der Nähe zur Quelle 4 mit in die Schutzzonenauscheidung miteinbezogen.

Am 7. September 2016 führte Werner Schmid (Wasserwart WV Wolfhalden) gemeinsam mit Roland Brunner (Geologiebüro Lienert & Haering AG) bei den Quellschächten eine Besichtigung durch. Zudem wurde das aktuelle Gefahrenkataster aufgenommen. Bereits im Zusammenhang mit der Ausscheidung der Schutzzonen um die Quelfassungen Torfnest wurden bei der WV Wolfhalden die vorhandenen Wasseranalysen sowie Angaben zur Wasserbeschaffung angefordert.

Aufgrund der Vorprüfungen durch die Ämter für Umwelt wurden in den Jahren 2019/2020 von den einzelnen Quelfassungen drei bakteriologische und eine chemische Wasserprobe entnommen.

Dem vorliegenden Bericht liegen die Schutzzonenunterlagen von 1992 zu Grunde. Die Schutzzonen wurden gemäss Wegleitung Grundwasserschutz 2004 ausgeschieden und im Schutzzonenplan (Beilage) festgehalten. Das Schutzzonenreglement (Beilage) basiert auf dem kantonalen Muster-Schutzzonenreglement.

## **2. GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE**

### **2.1 Geologische Übersicht**

Die Quelfassungen Najenriet Ost befinden sich im Gebiet der Unteren Süsswassermolasse (USM). Die in diesem Gebiet aufgeschlossenen Gesteine der USM werden zeitlich dem Aquitanien (ca. 22 Mio. Jahre alt) zugeordnet. Die Molasseschichten bestehen hauptsächlich aus Sandstein sowie untergeordnet aus Mergel und repräsentieren Sedimente, die vor mehreren Millionen Jahren in mehreren Schuttfächern entlang des damaligen Alpenkamms ins Vorland geschüttet wurden. Der in ruhigerem Wasser eingeschwemmte Silt und Ton bildete sich zu Mergelfels. Das grobkörnige Material aus Sand wurde im Laufe der Zeit durch Überlagerung und Diagenese zu Sandstein verfestigt. Die Alpenflüsse schwemmten das mitgebrachte Verwitterungsmaterial weitgehend horizontal in die wassergefüllte Senke ein. In einer späteren Phase wurden diese Schichten in geringem Ausmass in die alpine Auffaltung miteinbezogen und am Südrand in die Höhe gehoben.

Während der letzten Eiszeit (Würmeiszeit) war das Quelleinzugsgebiet von Eismassen überdeckt. Heute findet man deshalb an einzelnen Stellen Reste von Grundmoränen, die den Molassefels überlagern. Die Moränen bestehen zum grössten Teil aus lehmigem Material und sind eher schlecht durchlässig. Lokal auftretende schwach verfestigte, kiesig-sandige Moränen können gute Wasserleiter bilden.

Der Molassefels ist teilweise zerklüftet und an der Oberfläche bis in Tiefen von 2 bis 3 m angewittert. Verwitterter Sandstein zerfällt zu Sand mit einer gewissen Durchlässigkeit - es können sich in solchen Gebieten oberflächliche Quellhorizonte bilden - während sich Mergel in dichten, praktisch undurchlässigen Lehm umwandelt. Die mechanische Beanspruchung des Molassefels während der Faltungsphasen der Alpen hat zu einer teilweisen Auflockerung dieser Gesteine bis in grosse Tiefen geführt. Es haben sich Klüfte gebildet, welche das Wasser tief in das Gestein eindringen lassen. Oft fliesst dieses Wasser in den Klüften so rasch, dass für die Selbstreinigung nur wenig Zeit bleibt.

Aufgrund der meist fehlenden Moräne folgt unterhalb des Humus und der Bodenschicht meist direkt der Fels. Die Deckschicht ist somit geringmächtig und bietet nur einen mässigen Schutz vor oberflächlichen Verunreinigungen. Aufgrund der geringmächtigen Überdeckung fehlt auch die Voraussetzung zur Bildung eines grösseren Grundwasservorkommens. Einzig der angewitterte Molassefels weist eine gewisse Durchlässigkeit auf, wo eine geringe Wasserreserve geschaffen wird.

Nördlich der Quellfassungen Najenriet Ost ist ein Riedgebiet vorhanden. Dieses wird vermutlich von nicht gefasstem Hangwasser gespeist. Das Riedgebiet wird drainiert und landwirtschaftlich genutzt.

## 2.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Der verwitterte Sandstein und die geringmächtigen Bodenschichten besitzen nur ein beschränktes Filtrationsvermögen. Der dünne Moränenüberzug spielt als Deckschicht eine geringe Rolle und kommt als Quellhorizont kaum in Frage. Es ist anzunehmen, dass der Hauptanteil des Quellwassers aus lokal versickerndem Niederschlagswasser besteht, dass in den verwitterten Sandsteinschichten zirkuliert und von der kompakten Felsoberfläche gestaut wird. Ein Teil des Quellwassers kann auch aus Klüften des kompakten Sandsteins stammen.

## 3. DIE QUELLFASSUNGEN NAJENRIET OST

### 3.1 Standort und technische Daten

Die Quellfassungen Najenriet Ost befinden sich im Bezirk Oberegg AI und in der Gemeinde Reute AR im Gebiet Najenriet - Blatten rund 1.7 km ostnordöstlich vom Dorf Oberegg. Das Quellgebiet beinhaltet drei Quellschächte mit sechs Quellfassungen. Der Einlauf 3 der Quelle 33 (3. Prioritätsstufe) wird gemäss Quellenrecht in erster Linie für den Weidbrunnen bei der Assek. Nr. 740 genutzt, die WV Wolfhalden besitzt nur das Überwasserbezugsrecht. Diese Quelle wird künftig nicht mehr durch die WV Wolfhalden genutzt und bei der Sanierung der Fassungsanlagen vom Netz getrennt.

Quellschacht	Koordinaten	Höhe m ü.M.	Parz. Nr.	Bezirk	Grundeigentümer
Najenriet 1	2'760'926 / 1'255'254	811	1089	Oberegg	Manuela Heeb-Locher Birli 93 9044 Wald AR
Najenriet 4	2'760'958 / 1'255'260	812			
Najenriet 33	2'760'991 / 1'255'310	822			

Tabelle 3.1: Technische Angaben zu den Quellschächten

Im Grundbuch ist das Quellenrecht für die Parzelle Nr. 1089 zu Gunsten der Gemeinde Wolfhalden mit einem Grunddienstbarkeitsvertrag mit Datum 18. November 1907 und zu Gunsten der Gemeinde Walzenhausen mit einem Grunddienstbarkeitsvertrag mit Datum 18. Februar 1951 eingetragen. Die Quelleitungen vom Quellschacht Najenriet 33 kommen zudem auf der Parzelle Nr. 1088 zu liegen. Für diese Parzelle ist das Quellenrecht zu Gunsten der Gemeinde Wolfhalden mit einem Grunddienstbarkeitsvertrag mit Datum 3. März 1905 eingetragen.

Anfangs 2021 hat die WV Wolfhalden das Quelleitungsnetz Najenriet der WV Walzenhausen übernommen. Mit der Vereinbarung vom 26. April 2021 beim Grundbuchamt Oberegg hat die WV Walzenhausen sämtliche Quellenrechte im Gebiet Najenriet mit folgendem Wortlaut unter Punkt 2.3 an die WV Wolfhalden übertragen:

*'Mit der vorliegenden Vereinbarung werden von der Einwohnergemeinde Walzenhausen alle Quellen-nutzungsrechte (Ziff. 2.2), alle Quell- und Kontrollschächte (Ziff. 2.1) sowie das Recht, das Quellei-tungssystem Najenriet (Ziff. 2.1) zu nutzen, an die Einwohnergemeinde Wolfhalden übertragen.'*

Die Quellschächte und die Fassungsleitungen wurden im Jahr 2000 durch das Büro Wälli AG Ingenieure, Heiden, geortet und eingemessen. Der genaue Aufbau und der Zustand der Quell-fassungen sind nicht bekannt. Die Fassungsleitungen des Quellschachtes Najenriet 1 wurden am 27. Februar 2017 durch das Büro Wälli AG geortet und eingemessen.

### Quellschacht Najenriet 1

Der Quellschacht Najenriet 1 ist mit einem Eisendeckel mit Zentralverschluss versehen und liegt im Wiesland. In den Quellschacht münden zwei Quelleitungen. Die Quelleitung 1 (Einlauf 1) ist 22.8 m lang, die Quelleitung 2 (Einlauf 2) 23.75 m.

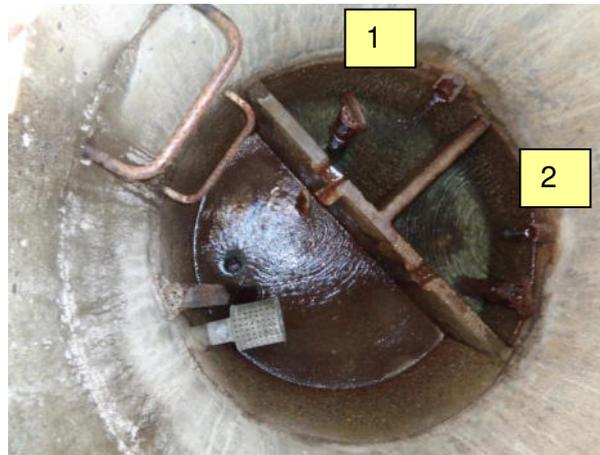


Abb. Nr. 3.1 und 3.2: Quellschacht Najenriet 1

Das Wasser wird gemeinsam mit dem Wasser vom Quellschacht Najenriet 4 in den Sammel-schacht Najenriet 3 abgeleitet.

### Quellschacht Najenriet 4



Abb. Nr. 3.3 und 3.4: Quellschacht Najenriet 4

Der 3.75 m tiefe Quellschacht Najenriet 4 ist mit einem Eisendeckel mit Zentralverschluss versehen und liegt im Wiesland. Es handelt sich um eine örtliche Fassung, das Quellwasser gelangt durch Einspitzlöcher in den Quellschacht.

Das Wasser wird via Sammelschacht Najenriet 3, wo die Schüttung der Quelle Najenriet 4 gemessen werden kann, und die Schächte Najenberg 8 und 9 zur Chlorierstation Heldholz abgeleitet. Die Transportleitung von der Chlorierstation Heldholz zum Netz Walzenhausen ist schon seit längerer Zeit defekt, weshalb das Quellwasser nicht mehr genutzt werden kann.

### Quellschacht Najenriet 33

Der 1.75 m tiefe Quellschacht Najenriet 33 ist mit einem abschliessbaren Sicherheitsdeckel (Pilsdeckel) versehen und liegt im Wiesland. In den Quellschacht münden drei Quelleitungen aus Eisenrohr. Die Quelleitung 1 (Einlauf 1) ist 6 m lang, die Quelleitung 2 (Einlauf 2) ist insgesamt 74.3 m lang und macht nach 67.3 m einen 90°-Bogen, die Quelleitung 3 (Einlauf 3) ist 107 m lang. Vermutlich handelt es sich um punktuelle Fassungen. Die Quelleitungen 1 und 2 kommen am Ende auf die Parzelle Nr. 1088 (derzeitiger Eigentümer: ½ Beatrice Peter-Geiger, Restaurant Sonne, Blatten 4, 9413 Oberegg, ½ Reto Peter, Restaurant Sonne, Blatten 4, 9413 Oberegg) zu liegen.



Abb. Nr. 3.5 und 3.6: Quellschacht Najenriet 33

Das gefasste Wasser wird via die Schächte 29-32 - gemeinsam mit dem Wasser aus dem Quellgebiet Najenriet West und Najenberg - zum Sammelschacht auf der Parzelle Nr. 608 im Gebiet Schönenbühl (Koordinaten: 2'760'208 / 1'256'354) abgeleitet. In diesen Sammelschacht münden auch die Ableitungen aus den Quellgebieten Torfnest und Krüsi. Ab Sammelschacht wird das Quellwasser ins 2005 sanierte Reservoir Höhe abgeleitet. Im Reservoir wird das Quellwasser mit einer UV-Anlage aufbereitet.

Beim Quellschacht Najenberg 30 der WV Wolfhalden liegt die Transportleitung der WV Walzenhausen nur wenige Meter vom Quellschacht entfernt. Im Sommer 2016 wurde durch die WV Wolfhalden in der Transportleitung der WV Walzenhausen ein Schieber montiert und eine Verbindungsleitung zum Quelleitungsnetz der WV Wolfhalden erstellt. Seither wird das Quellwasser durch die WV Wolfhalden für die Trinkwasserversorgung genutzt.

Die Quellen werden seit über 100 Jahren für die öffentliche Trinkwasserversorgung genutzt. Die Quellschächte entsprechen gemäss den Richtlinien des Schweizerischen Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW nicht mehr den heutigen Anforderungen an Fassungsanlagen. Die Sanierung der Quellschächte und der Quelfassungen soll nach der Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen erfolgen.

## 3.2 Trinkwasserbedarf / Quellschüttungen

### Wasserbedarf

Die WV Wolfhalden versorgt z.Z. rund 1'800 Personen mit Trink- und Brauchwasser. Der jährliche Wasserverbrauch beträgt im Mittel der letzten Jahre rund 165'000 m<sup>3</sup> (vgl. Anhang Nr. 3).

### Quellschüttungen

Zwischen März 2014 und November 2015 wurden monatliche Schüttungsmessungen durchgeführt (ohne Quellschacht 1). Zudem liegen weitere vereinzelte Schüttungsmessungen (mit Quellschacht 1) vor. Im Anhang Nr. 3 sind die Schüttungsmessungen der schützenswerten Quelfassungen aufgelistet.

Die maximale Schüttung wurde im Juli 2014 gemessen. Die Summe der Quellschüttungen der Quellen 4 und 33 betrug damals knapp 100 l/min. Die minimale Schüttung wurde am 13. August 2015 gemessen (Summe der Quellschüttungen der Quellen 4 und 33: 25 l/min). Die Quellen weisen Ertragsquotienten<sup>1</sup> zwischen 2 und 13 auf und können somit nur teilweise als zuverlässig bezeichnet werden.

Die mittlere Quellschüttung der schützenswerten Quellen im Gebiet Najenriet Ost (mit Quellschacht 1) liegt bei rund 60 l/min bzw. 30'500 m<sup>3</sup>/Jahr. Mit den Quelfassungen Najenriet Ost können somit rund 20% des gesamten Wasserbedarfes der WV Wolfhalden gedeckt werden.

### Berechnung Quellgebiet

In Eggen-Lachen, Messstation auf 930 m ü.M., beträgt die langjährige Niederschlagsmenge im Mittel 1'560 mm. Die Quellen Najenriet Ost und das Einzugsgebiet liegen auf rund 800 bis 850 m ü.M. Rund  $\frac{1}{3}$  des Niederschlags versickert in den Boden bzw. in den Grundwasserleiter. Daraus lässt sich eine Grundwasserneubildung von rund 10 l/min pro ha berechnen, das Einzugsgebiet der schützenswerten Quellen Najenriet Ost beträgt somit rund 4 - 5 ha. Mit den Schutzzonen wird eine Fläche von 107'450 m<sup>2</sup> bzw. rund 11 ha abgedeckt.

## 4. WASSERQUALITÄT

### 4.1 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) werden die chemischen und bakteriologischen Mindestanforderungen an Trinkwasser definiert. Bei einer Überschreitung der definierten Höchstwerte wird das Trinkwasser von der Kontrollbehörde beanstandet.

---

<sup>1</sup> Der Ertragsquotient (maximale Schüttung geteilt durch minimale Schüttung) einer Quelle gibt deren Zuverlässigkeit an.

## 4.2 Zusammenfassung der Trinkwasseranalysen

Für die Beurteilung der Wasserqualität standen uns von den weiterhin genutzten Quelfassungen je eine chemische und drei bakteriologische Wasserproben aus den Jahren 2019 – 2020 zur Verfügung. Die Daten sind im Anhang Nr. 4 zusammengestellt.

In bakteriologischer Hinsicht musste das Quellwasser in 9 von 15 Proben beanstandet werden. Es konnten die Fäkalbakterien *Escherichia coli* und Enterokokken nachgewiesen werden, welche aus den Exkrementen von Warmblütern stammen. Gemäss TBDV dürfen im Trinkwasser weder *Escherichia coli* noch Enterokokken nachweisbar sein.

In chemischer Hinsicht war das Quellwasser mit Ausnahme der Chlorid- und Nitratkonzentrationen – soweit untersucht – von einwandfreier Qualität. In der Quelfassung 33 (E1 und E2) wurden leicht erhöhte Chlorid- und Nitratkonzentrationen nachgewiesen.

## 4.3 Aufbereitung / Probenahme

Das Quellwasser wird im Reservoir Höhe mit einer UV-Anlage aufbereitet und anschliessend ins Netz eingespeist. Das Netzwasser weist eine einwandfreie bakteriologische Trinkwasserqualität auf.

Das Rohwasser ist gemäss Schutzzonenreglement regelmässig in Absprache mit dem kantonalen Amt für Lebensmittelkontrolle untersuchen zu lassen. Um die Wirksamkeit der Schutzzonenvorschriften erkennen zu können, ist vorrangig die bakteriologische Qualität des Quellwassers vom Quellgebiet Najenriet Ost vor der Aufbereitung regelmässig (vierteljährlich) zu untersuchen, die chemische Qualität vom Quellgebiet Najenriet Ost (Rohwasser vor der Aufbereitung) sollte mindestens einmal jährlich kontrolliert werden.

Mit der Umsetzung der Schutzzonenvorschriften (Sanierung der Fassungsanlagen, Nutzungsverbot in der Zone S1, Gülleverbod in der Zone S2) darf mit einer Verbesserung der Wasserqualität gerechnet werden. Aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse kann jedoch eine bakteriologische Verunreinigung auch nach der Ausscheidung der Schutzzonen nicht ausgeschlossen werden. Zur Sicherstellung einer einwandfreien Trinkwasserqualität muss das Quellwasser weiterhin aufbereitet werden.

# 5. DIE GRUNDWASSERSCHUTZZONEN

## 5.1 Dimensionierung der Schutzzonen

### 5.1.1 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. 5 unter 'Erläuterungen zu den Grundwasserschutz zonen'.

Die Grundwasserschutz zonen liegen sowohl auf Gemeindegebiet von Reute, Appenzell Ausserrhoden, wie auch auf Gebiet vom Bezirk Oberegg, Appenzell Innerrhoden.

### 5.1.2 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 Radius von 10 m ab Ende der Fassungsleitung bzw. ab Quellschacht (Quellschacht Nr. 4) 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. Die Zonen S1 sind mit geeigneten Massnahmen zu markieren.

### 5.1.3 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 Zuströmrichtung mindestens 100 m betragen.

Unter Berücksichtigung der hydrogeologischen Verhältnisse und der Topographie wurde der Abstand von der Zone S1 zur Zone S2 in Zuströmrichtung mit den gesetzlich minimal geforderten 100 m ausgeschieden.

### 5.1.4 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 Zuströmrichtung 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. Im Süden wurde die Zone S3 unter Berücksichtigung der Topographie minimal verkleinert.

## 5.2 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 Strasse Blatten verläuft durch die Zonen S2 und S3. Die Strasse ist erst nach dem Restaurant Sonne mit einem allgemeinen Fahrverbot versehen.

Der Parkplatz unmittelbar beim Restaurant Sonne (Parz. Nr. 1253) ist geteert, der Parkplatz an der Strasse (Parz. Nr. 1088) ist gekiest.

**Massnahmen:**

Die Strasse Blatten muss innerhalb der Schutzzonen entweder innert einem Jahr mit einem Fahrverbot für Motorfahrzeuge (land- und forstwirtschaftlicher Verkehr sowie Zubringerdienst gestattet) belegt oder innert fünf Jahren den Vorschriften von Art. 11 und 12 des Schutzzonenreglements angepasst werden.

**Gülleleitung**

Bei der Assek. Nr. 899 (Parzelle Nr. 1089) in der Zone S3 ist vom nördlicheren Güllebehälter eine Gülleleitung nach Süden bis unter die Kellenbergstrasse vorhanden. An drei Orten sind Zapfstellen vorhanden.

**Massnahmen:**

Die bestehende Gülleleitung in der Zone S3 ist innert einem Jahr und nachher alle fünf Jahre auf ihre Dichtheit zu prüfen. Allfällige Mängel sind umgehend zu beheben.

**Landwirtschaftliche Anlagen**

Bei der Assek. Nr. 899 (Parzelle Nr. 1089) in der Zone S3 sind zwei Güllebehälter vorhanden. Zudem sind zwei Grünfuttersilos und ein Laufhof vorhanden. Der Laufhof wird über die Kanäle des Stalls zum Güllebehälter entwässert.

Bei der Assek. Nr. 738 (Parzelle Nr. 1088) in der Zone S2 ist ein Güllebehälter mit Miststock vorhanden. Zudem werden Siloballen auf Naturboden gelagert.

Bei der Assek. Nr. 737 (Parzelle Nr. 1254) in der Zone S3 ist ein ausser Betrieb stehender Güllebehälter vorhanden.

**Massnahmen:**

Güllebehälter und deren Zuleitungen sowie Mistlagerplätze in den Zonen S2 und S3 sind innert einem Jahr und nachher alle fünf Jahre auf ihre Dichtheit prüfen zu lassen. Allfällige Mängel sind umgehend zu beheben.

Güllebehälter, welche ausser Betrieb sind, sollten fachgerecht aufgehoben werden, d.h. die Anlagen sind zu entfernen, einzusanden oder dauerhaft zu verschliessen.

Die Lagerung von Siloballen auf Naturboden ist innerhalb der Grundwasserschutzzonen nicht zulässig.

**Tankanlagen**

Bei der Assek. Nr. 899 in der Zone S3 sind in der Remise über dem betonierten Güllebehälter drei Kunststofftanks à je 2'000 Liter Diesel für das Betanken von landwirtschaftlichen Fahrzeugen vorhanden.

**Massnahmen:**

Gemäss Schutzzonenreglement müssen die Anlagen innert fünf Jahren oder bei Fälligkeit der nächsten Revision den bundesrechtlichen Vorschriften angepasst oder stillgelegt werden.

Kleinanlagen mit einem Nutzvolumen von 450 - 2'000 Liter je Lagerbehälter in Grundwasserschutzzonen sind gemäss der Gewässerschutzgesetzgebung bewilligungspflichtig. Bewilligungspflichtige Anlagen müssen mindestens alle zehn Jahre durch eine Fachperson kontrolliert werden. Allfällige Mängel sind vom Anlageinhaber unverzüglich beheben zu lassen.

### **Weidbrunnen**

In der Zone S2 sind vier Weidbrunnen vorhanden. Zudem sind bei der Assek. Nr. 738 (Parzelle Nr. 1088) mobile Tränkestellen vorhanden.

#### Massnahmen:

Der Bereich um die Tränkestellen sollte befestigt werden (z.B. mit Schotter), so dass die Grasnarbe möglichst nicht zerstört wird.

Die mobilen Tränkestellen sollten regelmässig verlegt werden.

### **5.3 Nutzungseinschränkungen**

In der Zone S2 dürfen keine flüssigen Hofdünger (Gülle) oder Klärschlamm<sup>2</sup> und Holzschutzmittel<sup>3</sup> ausgebracht bzw. verwendet werden. Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln muss nach den Vorgaben des Bundes erfolgen<sup>4</sup>.

Wir empfehlen, für die Einhaltung des Flüssigdüngerverbots die Zone S2 mit geeigneten Mitteln (z.B. mit Pfählen in Hülsen) zu markieren.

Ackerbau ist in der Zone S2 nicht zulässig.

## **6. ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN**

Die WV Wolfhalden versorgt z.Z. rund 1'800 Personen mit Trink- und Brauchwasser. Der jährliche Wasserverbrauch beträgt im Mittel der letzten Jahre rund 165'000 m<sup>3</sup>. Zur Sicherstellung des täglichen Wasserbedarfs nutzt die WV Wolfhalden zahlreiche Quellen im Gebiet Heiden-Reute-Oberegg. Fehlendes Trinkwasser wird von der WV Lutzenberg und von der WV Heiden bezogen. 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.

Das Quellgebiet Najenriet Ost beinhaltet drei Quellschächte mit fünf schützenswerten Quelfassungen. Die mittlere Quellschüttung liegt bei rund 60 l/min (bzw. 30'500 m<sup>3</sup>/Jahr), womit rund 20% des gesamten Wasserbedarfes der WV Wolfhalden gedeckt werden können.

Das gefasste Wasser wird gemeinsam mit dem Quellwasser aus den Gebieten Najenriet West, Torfnest und Najenberg ins Reservoir Höhe abgeleitet, wo es mit einer UV-Anlage aufbereitet wird. Die Quellschächte entsprechen gemäss den Richtlinien des Schweizerischen Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW nicht mehr den heutigen Anforderungen an Fassungsanlagen. Die Quellschächte sowie die Quelfassungen sollen nach der Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen saniert werden.

---

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

<sup>3</sup> ChemRRV vom 18. Mai 2005; Anhang 2.4

<sup>4</sup> ChemRRV vom 18. Mai 2005; Anhang 2.4 und Pflanzenschutzmittelverordnung vom 18. Mai 2005

In bakteriologischer Hinsicht musste das Quellwasser in 9 von 15 Proben beanstandet werden. In chemischer Hinsicht war das Quellwasser mit Ausnahme leicht erhöhter Chlorid- und Nitratkonzentrationen in der Quelfassung 33 (E1 und E2) – soweit untersucht – von einwandfreier Qualität. Zur Sicherstellung einer einwandfreien Trinkwasserqualität muss das Quellwasser auch nach der Ausscheidung der Schutzzonen weiterhin aufbereitet und regelmässig kontrolliert werden.

Die Zone S1 wurde mit einem Abstand von 10 m ab Fassungsende ausgeschieden. Der Abstand von der Zone S1 zur Zone S2 wurde in Zuflussrichtung mit den gesetzlich minimal geforderten 100 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.

Mögliche Gefahrenherde sind die bestehenden Verkehrsanlagen, Gulleitungen, landwirtschaftlichen Anlagen, Tankanlagen und Weidbrunnen. Die Bestimmungen bezüglich der Gefahrenherde werden im Schutzzonenreglement beschrieben.

Bazenheid, 7. Juli 2022

GEOLOGIEBÜRO  
LIENERT & HAERING AG



Christoph Haering  
Dipl. Geologe ETH

## **ANHANG**

- Nr. 1: Verwendete Unterlagen
- Nr. 2: Wasserbeschaffung der WV Wolfhalden
- Nr. 3: Schüttungsmessungen Quelfassungen Najenriet Ost
- Nr. 4: Trinkwasser-Untersuchungen inkl. Grenz- und Toleranzwerte sowie Erläuterungen
- Nr. 5: Erläuterungen zu den Grundwasserschutzzonen

## Verwendete Unterlagen

**AMT FÜR LEBENSMITTELKONTROLLE DER KANTONE AR, AI, GL UND SH**

- Bakteriologische Trinkwasseranalysen

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

- 2004: Wegleitung Grundwasserschutz

**BUNDESAMT FÜR UMWELT BAFU UND BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, BLW**

- 2011: Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft

**GEOLOGIEBÜRO LIENERT & HAERING AG**

- 1995: Grundwasserschutzzonen Quelfassungen Najenriet, Torfnest und Bremen; Umgrenzungsplan 1 : 2'000
- 2015: Quellgebiete Najenberg, Najenriet, Torfnest, Bremen und Krüsi; Selektion bzgl. der Schutzwürdigkeit bzw. der weiteren Nutzung der Quellen
- 2015: Markierversuche Quellen Najenriet

**GESETZGEBUNG DES BUNDES**

- 1991: Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (SR 814.20; Gewässerschutzgesetz, GSchG)
- 1998: Gewässerschutzverordnung (SR 814.201; GSchV)
- 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)
- 2010: Verordnung vom 12. Mai 2010 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (SR 916.161; Pflanzenschutzmittelverordnung, PSMV)
- 2016: Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen vom 16. Dezember 2016 (SR 817.022.11; TBDV)

**KANTON APPENZELL INNERRHODEN / AUSSERRHODEN**

- Gewässerschutzkarte
- 2017: Vorprüfung: Grundwasserschutzzone um die Quelfassungen Najenberg, Najenriet Ost und Torfnest, Bezirk Oberegg (AI)
- 2018: Gemeinden Heiden, Reute und Wolfhalden / Bezirk Oberegg: Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen um die Quelfassung Najenriet Ost, Najenriet West und Najenberg; Vorprüfung (AR)

**SCHWEIZERISCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES, SVGW**

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

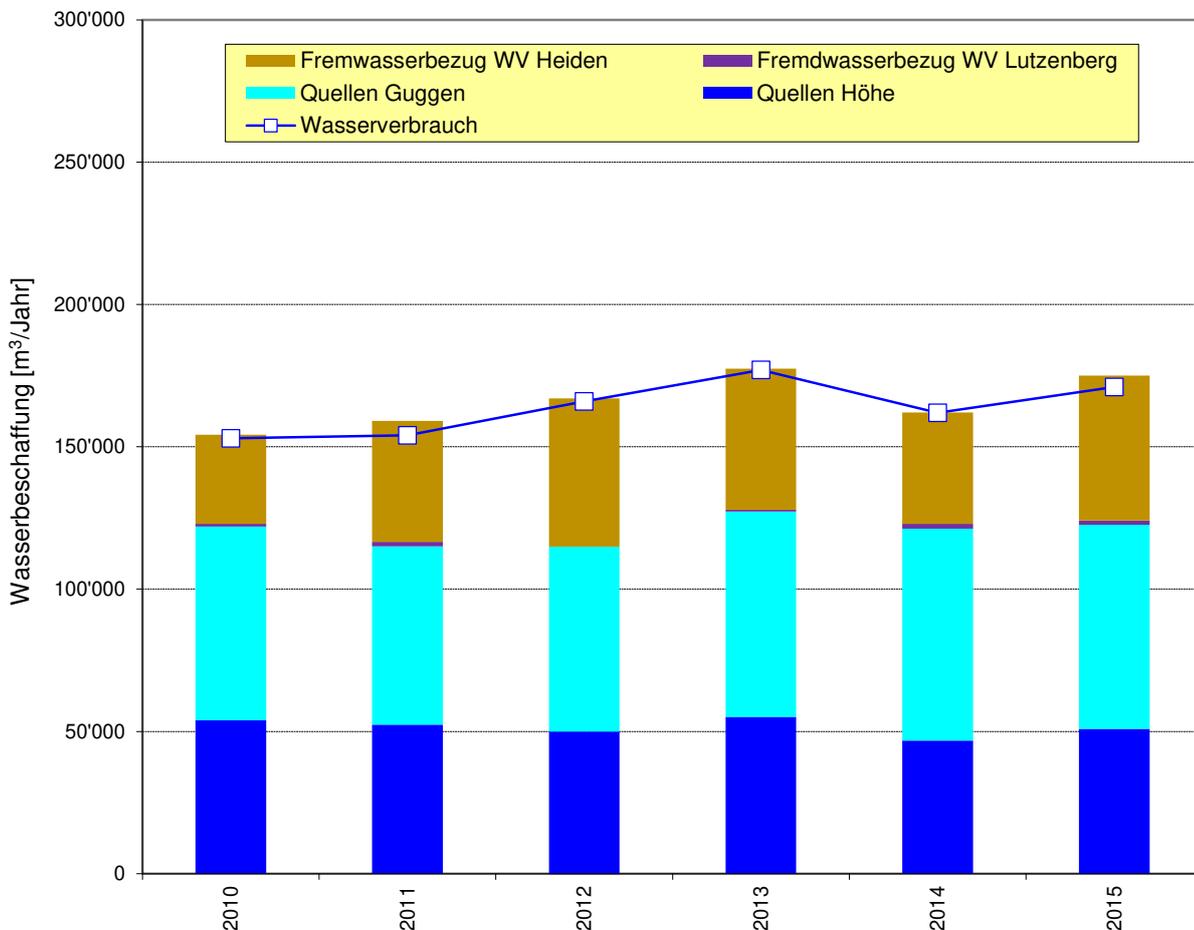
**SCHWEIZERISCHE GEOTECHNISCHE KOMMISSION, SGK**

- 1949: Geologischer Atlas der Schweiz, Blatt St. Margrethen, 1 : 25'000
- 1963: Geotechnische Karte der Schweiz, Blatt Nr. 2 Luzern-Zürich-St.Gallen-Chur, 1 : 200'000, inkl. Erläuterungen
- 1993: Hydrogeologische Karte der Schweiz, Blatt Bodensee, 1 : 100'000, inkl. Erläuterungen

## **Wasserbeschaffung der WV Wolfhalden**

## Wasserbeschaffung der WV Wolfhalden

Jahr	Quellen Höhe	Quellen Guggen	Fremdwasserbezug WV Lutzenberg	Fremdwasserbezug WV Heiden	Total	Wasserverbrauch
	m <sup>3</sup> /Jahr	m <sup>3</sup> /Jahr	m <sup>3</sup> /Jahr	m <sup>3</sup> /Jahr	m <sup>3</sup> /Jahr	m <sup>3</sup> /Jahr
2010	53'962	68'036	970	31'341	154'309	153'000
2011	52'392	62'597	1'628	42'535	159'152	154'000
2012	49'942	64'999	-246	52'031	166'726	166'000
2013	55'136	72'073	683	49'582	177'474	177'000
2014	46'774	74'510	1'639	39'102	162'025	162'000
2015	50'904	71'734	1'452	50'910	175'000	171'000
<b>Minimum</b>	46'774	62'597	-246	31'341	154'309	153'000
<b>Maximum</b>	55'136	74'510	1'639	52'031	177'474	177'000
<b>Mittel</b>	51'518	68'992	1'021	44'250	165'781	163'833



# **Schüttungsmessungen Quellfassungen Najenriet Ost**

**Schüttungsmessungen Quelfassungen Najenriet Ost**

Quelle	4	33		1		Summe		
Einlauf		1	2	1	2			
Datum	l/min	l/min	l/min	l/min	l/min	l/min	m <sup>3</sup> /Tag	m <sup>3</sup> /Jahr
18.03.2014	30.3	3.4	5.0					
15.04.2014	25.5	3.1	4.3					
26.05.2014	33.4	4.0	5.7					
27.06.2014	23.5	2.6	3.9					
23.07.2014	35.1	20.1	42.8					
27.08.2014	29.4	3.8	6.3					
17.09.2014	31.1	4.5	8.5					
20.10.2014	26.6	3.2	5.5					
26.11.2014	32.2	4.7	7.6					
17.12.2014	26.3	2.8	4.3					
21.01.2015	35.1	6.8	12.9					
18.02.2015	31.9	4.5	8.9					
23.03.2015	31.9	4.5	7.7					
27.04.2015	30.7	3.5	5.2					
18.05.2015	33.0	4.4	7.9					
17.07.2015	32.1	3.4	4.9					
13.08.2015	19.8	2.3	3.3					
21.09.2015	31.0	3.8	9.8					
09.11.2015	27.2	3.7	5.3					
07.09.2016	29.0	3.6	5.3	3.9	1.3	43.1	62.1	
21.10.2019	34.0	4.7	7.5	9.2	3.6	59.0	85.0	
16.12.2019	34.6	5.3	10.6	10.2	6.5	67.2	96.8	
09.03.2020	34.2	5.0	9.1	9.7	4.7	62.7	90.3	
<b>Minimum</b>	19.8	2.3	3.3	3.9	1.3	43.1	62.1	22'653
<b>Maximum</b>	35.1	20.1	42.8	10.2	6.5	67.2	96.8	35'320
<b>Mittel</b>	30.3	4.7	8.4	8.3	4.0	58.0	83.5	30'485
<b>Ertragsquotient</b>	1.8	8.7	13.0	2.6	5.0			

**Trinkwasser-Untersuchungen  
inkl. Grenz- und Toleranzwerte  
sowie Erläuterungen**

**TRINKWASSER - UNTERSUCHUNGEN QUELLFASSUNGEN NAJENRIET OST**

Probedatum		21. Okt 19	16. Dez 19	9. Mär 20		21. Okt 19	16. Dez 19	9. Mär 20		21. Okt 19	16. Dez 19	9. Mär 20
Quelle		1, E1	1, E1	1, E1		1, E2	1, E2	1, E2		4	4	4

<b>Allgemeine Parameter</b>												
Schüttung		9.2	10	9.7		3.6	6.5	4.7		34	35	34
Wassertemperatur	°C	10.7	9.6	8.1		11	9.6	7.9		10.7	9.2	8.5
Aussehen		klar				klar				klar		
Farbe		farblos				farblos				farblos		
Geruch	TE/F	geruchlos				geruchlos				geruchlos		
pH-Wert		7.35	7.41	7.44		7.27	7.37	7.44		7.35	7.34	7.3
Leitfähigkeit	µS/cm	468	451	442		433	454	409		579	561	548
Trübung	TE/F	<0.1				<0.1				<0.1		
DOC	C mg/l	0.43				0.39				0.59		

<b>Chemische Analyse</b>												
m-Wert	mmol/l	4.59				4.19				5.82		
Ammonium	NH <sub>4</sub> mg/l	<0.01				<0.01				<0.01		
Nitrit	NO <sub>2</sub> mg/l	<0.005				<0.005				<0.005		
Nitrat	NO <sub>3</sub> mg/l	8.8				9.8				7.1		
Chlorid	Cl mg/l	6.7				6.1				9.3		
Sulfat	SO <sub>4</sub> mg/l	7.8				7.5				9.7		
Gesamt-Härte	°fH	24.4				22.3				30.5		
Karbonat-Härte	°fH	22.7				20.7				28.9		
Calcium	Ca mg/l	71.9				68.4				85.5		
Magnesium	Mg mg/l	15.6				12.8				22.2		
Natrium	Na mg/l	3.2				2.8				4.9		
Kalium	K mg/l	0.7				0.6				1		

<b>Mikrobiologische Analyse</b>												
Gesamt-Keimzahl	KBE/ml 30 °C	55	25	12		51	48	21		24	17	7
Escherichia coli	KBE/100 ml	9	n.n.	n.n.		8	n.n.	n.n.		n.n.	n.n.	n.n.
Enterokokken	KBE/100 ml	1	n.n.	n.n.		n.n.	n.n.	1		1	n.n.	n.n.

Erfahrungswert bzw. Toleranzwert überschritten:



**TRINKWASSER - UNTERSUCHUNGEN QUELLFASSUNGEN NAJENRIET OST**

Probedatum		21. Okt 19	16. Dez 19	9. Mär 20		21. Okt 19	16. Dez 19	9. Mär 20				
Quelle		33, E1	33, E1	33, E1		33, E2	33, E2	33, E2				

<b>Allgemeine Parameter</b>												
Schüttung		4.7	5.3	5		7.5	11	9.1				
Wassertemperatur	°C	11.1	10.9	10.1		11.6	10.2	9.2				
Aussehen		klar				klar						
Farbe		farblos				farblos						
Geruch	TE/F	geruchlos				geruchlos						
pH-Wert		7.34	7.35	7.34		7.25	7.4	7.28				
Leitfähigkeit	µS/cm	599	591	572		616	564	577				
Trübung	TE/F	<0.1				0.2						
DOC	C mg/l	1.1				1.1						

<b>Chemische Analyse</b>												
m-Wert	mmol/l	5.37				5.58						
Ammonium	NH <sub>4</sub> mg/l	<0.01				<0.01						
Nitrit	NO <sub>2</sub> mg/l	<0.005				<0.005						
Nitrat	NO <sub>3</sub> mg/l	27.9				21.5						
Chlorid	Cl mg/l	13.5				17.7						
Sulfat	SO <sub>4</sub> mg/l	9.9				10						
Gesamt-Härte	°fH	30.3				30.6						
Karbonat-Härte	°fH	26.6				27.7						
Calcium	Ca mg/l	89.3				91.6						
Magnesium	Mg mg/l	19.5				18.8						
Natrium	Na mg/l	6.6				8.5						
Kalium	K mg/l	2.4				2.9						

<b>Mikrobiologische Analyse</b>												
Gesamt-Keimzahl	KBE/ml 30 °C	150	71	28		340	270	55				
Escherichia coli	KBE/100 ml	42	2	n.n.		61	9	n.n.				
Enterokokken	KBE/100 ml	24	n.n.	n.n.		5	5	1				

Erfahrungswert bzw. Toleranzwert überschritten:



**Grenz- und Toleranzwerte**

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	
Nitrotriessigsäure (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 <sub>2</sub> 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, $\text{KMnO}_4$ -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  $\text{KMnO}_4$ -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 ( $\text{NO}_2$ ) 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  $\text{Mg}^{2+}/\text{l}$ .

### **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:

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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 m<sup>3</sup> 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.