



BEZIRK OBeregG

**GEMEINDE HEIDEN
GEMEINDE REUTE
GEMEINDE WOLFHALDEN**

**WASSERVERSORGUNG WOLFHALDEN
WASSERVERSORGUNG WALZENHAUSEN**

**GRUNDWASSERSCHUTZZONEN UM DIE
QUELLFASSUNGEN NAJENBERG**

HYDROGEOLOGISCHER / TECHNISCHER BERICHT

**Schutzzonenreglement und Schutzzonenplan
mit Gefahrenkataster als Beilagen**

St.Gallen, 27. Februar 2017
Inkl. Ergänzungen Vorprüfung bis 13. Juli 2020



GEOLOGIEBÜRO LIENERT & HAERING AG

9015 St.Gallen-Winkeln
Schoretshuebstrasse 23
Tel: 071 371 17 33
E-Mail: lh.winkeln@haering-geo.ch

www.haering-geo.ch

8589 Sitterdorf TG
Langäckerstrasse 9
Tel: 071 461 22 82
E-Mail: lh.uttwil@haering-geo.ch

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG.....	1
1.1 Ausgangslage.....	1
1.2 Selektion.....	1
1.3 WV Wolfhalden.....	2
1.4 Grundwasserschutz.....	2
1.5 Auftrag / Ausgeführte Arbeiten.....	2
2. GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE	3
2.1 Geologische Übersicht.....	3
2.2 Hydrogeologische Verhältnisse	4
3. DIE QUELFFASSUNGEN NAJENBERG	4
3.1 Standort und technische Daten.....	4
3.2 Trinkwasserbedarf / Quellschüttungen.....	7
4. WASSERQUALITÄT.....	8
4.1 Allgemeines.....	8
4.2 Zusammenfassung der Trinkwasseranalysen.....	8
4.3 Aufbereitung / Probenahme	9
5. MARKIERVERSUCHE	9
5.1 Allgemeines.....	9
5.2 Markierversuch Neienbach	9
5.3 Markierversuch Najenbach Rank.....	10
6. DIE GRUNDWASSERSCHUTZZONEN	10
6.1 Dimensionierung der Schutzzonen	10
6.1.1 Allgemeine Bemerkungen.....	10
6.1.2 Zone S1.....	11
6.1.3 Zone S2.....	11
6.1.4 Zone S3.....	11
6.2 Gefahrenherde	11
6.3 Nutzungseinschränkungen	12
7. ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN.....	12

ANHANG

- Nr. 1: Verwendete Unterlagen
- Nr. 2: Wasserbeschaffung der WV Wolfhalden
- Nr. 3: Schüttungsmessungen Quelfassungen Najenberg
- Nr. 4: Trinkwasser-Untersuchungen inkl. Grenz- und Toleranzwerte sowie Erläuterungen
- Nr. 5: Markierversuche im Einzugsgebiet der Quelfassungen Najenberg;
Versuchsdauer 1. – 8. Juni 2015; Situation 1 : 1'000
- Nr. 6: Markierversuche im Einzugsgebiet der Quelfassungen Najenberg; Daten
- Nr. 7: Erläuterungen zu den Grundwasserschutzzonen

BEILAGEN

- Schutzzonenreglement AI für die Quelfassungen Najenberg
- Schutzzonenreglement AR für die Quelfassungen Najenberg
- Grundwasserschutzzonen um die Quelfassungen Najenberg;
Schutzzonenplan 1 : 1'000, Plan Nr. 2016-224/1

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.

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.

Bei einigen Quellen wurde im Zusammenhang mit der Selektion mittels Markierversuchen abgeklärt, ob eine Infiltration von Bachwasser stattfindet. Die Ergebnisse wurden im Bericht "Markierversuche Quellen Najenriet" vom 26. Juni 2015 zusammengefasst.

Aufgrund der Selektion entschieden die WV Wolfhalden und Walzenhausen die Schutzzonen um die Quelfassungen mit 1. und 2. Priorität (ausser Bremen und Krüsi) auszuscheiden. 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 vorerst nur 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 m³/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 m³/Jahr. Fehlendes Trinkwasser wird von der WV Lutzenberg (im Mittel rund 1'000 m³/Jahr) und von der WV Heiden (rund 44'000 m³/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.

Im vorliegenden Bericht werden die Quelfassungen Najenberg, welche in der Gemeinde Heiden AR und im Bezirk Oberegg AI liegen, behandelt. Die Schutzzonen werden um die Quellen 24, 27 (E1 und E2), 28 und 29 (E3) der WV Wolfhalden sowie um die Quelle 10 der WV Walzenhausen ausgeschieden. Diese Quellen wurden in der Selektion der 2. Prioritätsstufe zugeordnet.

Am 22. 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 Najenberg 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.

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 QUELFFASSUNGEN NAJENBERG

3.1 Standort und technische Daten

Die Quelfassungen Najenberg befinden sich in der Gemeinde Heiden AR und im Bezirk Oberegg AI im Gebiet Najen rund 1.4 km nordöstlich vom Dorf Oberegg. Das Quellgebiet beinhaltet fünf Quellschächte mit insgesamt neun Quelfassungen. Die Einläufe 3 und 4 der Quelle 27 sowie der Einlauf 2 der Quelle 29 werden der 3. Prioritätsstufe zugeordnet und sollen zukünftig nicht mehr genutzt werden.

Quellschacht	Koordinaten	Höhe m ü.M.	Parz. Nr.	Bezirk / Gemeinde	Grundeigentümer
Najenberg 10	2'759'943 / 1'255'703	879	1120	Oberegg	Staat Kanton Appenzell I.Rh. Landeskanzlei Marktgasse 2 9050 Appenzell
Najenberg 24	2'759'818 / 1'255'760	887	988	Heiden	Hugo Züst List 144 9410 Heiden
Najenberg 27	2'760'197 / 1'255'779	809	1111	Oberegg	Staat Kanton Appenzell I.Rh. Landeskanzlei Marktgasse 2 9050 Appenzell
Najenberg 28	2'760'068 / 1'255'896	817	1111	Oberegg	
Najenberg 29	2'760'177 / 1'255'910	794	1111	Oberegg	

Tabelle 3.1: Technische Angaben zu den Quellschächten

Das Quellenrecht zu Gunsten der Gemeinde Wolfhalden ist für die Parzelle Nr. 1111, Oberegg, im Grundbuch mit einem Grunddienstbarkeitsvertrag mit Datum 4. Mai 1908 eingetragen. Das Quellenrecht zu Gunsten der Gemeinde Walzenhausen ist für die Parzelle Nr. 1120, Oberegg, im Grundbuch mit einem Grunddienstbarkeitsvertrag mit Datum 21. Januar 1932 eingetragen. Für die Parzelle Nr. 988, Heiden, ist keine Dienstbarkeit eingetragen.

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 Quelfassungen sind nicht bekannt. Vermutlich handelt es sich um punktuelle Fassungen.

Quellschacht Najenberg 10

Der mit einem Eisendeckel mit Zentralverschluss versehene Quellschacht Najenberg 10 ist 1.05 m tief und liegt im Wald unmittelbar linksseitig eines Baches. In den Quellschacht mündet eine 9.8 m lange Quelleitung aus Eisenrohr.



Abb. Nr. 3.1 und 3.2: Quellschacht Najenberg 10

Das Wasser wird via Schacht Najenberg 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.

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.

Quellschacht Najenberg 24

Der mit einem Eisendeckel mit Zentralverschluss versehene Quellschacht Najenberg 24 ist 1.7 m tief und liegt im Wald unmittelbar rechtsseitig des Neienbaches. In den Quellschacht mündet eine 11.5 m lange Leitung aus Eisenrohr.



Abb. Nr. 3.3 und 3.4: Quellschacht Najenberg 24

Das Wasser wird in den Quellschacht Najenberg 28 abgeleitet.

Quellschacht Najenberg 27

Der 1.74 m tiefe Quellschacht Najenberg 27 ist mit einem abschliessbaren Sicherheitsdeckel (Pilzdeckel) versehen und liegt im Wiesland. In den Quellschacht münden vier Quelleleitungen sowie die Zuleitung vom Quellschacht Najenberg 26 (Einlauf 5). Die Quelleleitung 1 (Einlauf 1) ist 30.5 m lang, die Quelleleitung 2 (Einlauf 2) ist 59.4 m lang und macht nach 42 m einen Bogen nach rechts, die Quelleleitung 3 (Einlauf 3) ist 40.3 m lang und die Quelleleitung 4 (Einlauf 4) ist 85 m lang und macht nach 43 m einen Bogen nach rechts.

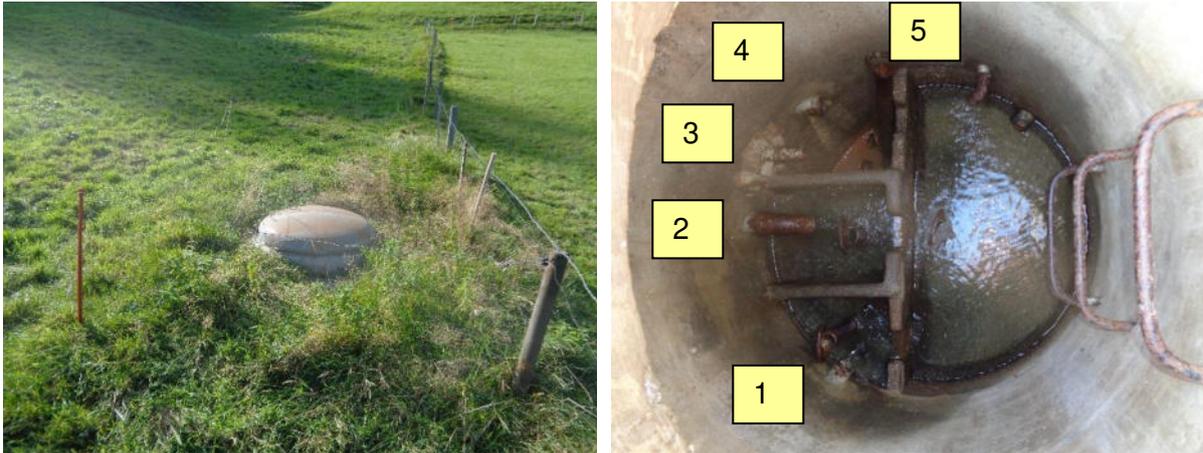


Abb. Nr. 3.5 und 3.6: Quellschacht Najenberg 27

Das Wasser wird in den Quellschacht Najenberg 30 abgeleitet.

Quellschacht Najenberg 28

Der mit einem Eisendeckel mit Zentralverschluss versehene Quellschacht Najenberg 28 ist 1.7 m tief und liegt im Wald unmittelbar rechtsseitig des Neienbaches. In den Quellschacht münden eine 10 m lange Quelleleitung aus Eisenrohr (Einlauf 1) sowie die Zuleitung vom Quellschacht Najenberg 24 (Einlauf 2).



Abb. Nr. 3.7 und 3.8: Quellschacht Najenberg 28

Das Wasser wird in den Quellschacht Najenberg 29 abgeleitet.

Quellschacht Najenberg 29

Der 1.7 m tiefe Quellschacht Najenberg 29 ist mit einem Eisendeckel mit Zentralverschluss versehen und liegt im Wald unmittelbar linksseitig des Najenbaches. In den Quellschacht münden die Zuleitung vom Quellschacht Najenberg 30 (Einlauf 1), zwei Quelleleitungen (Einläufe 2 und 3) sowie die Zuleitung vom Quellschacht Najenberg 28 (Einlauf 4). Die Quelleleitung 1 (Einlauf 2) ist 19.2 m lang und die Quelleleitung 2 (Einlauf 3) ist 1.9 m lang.

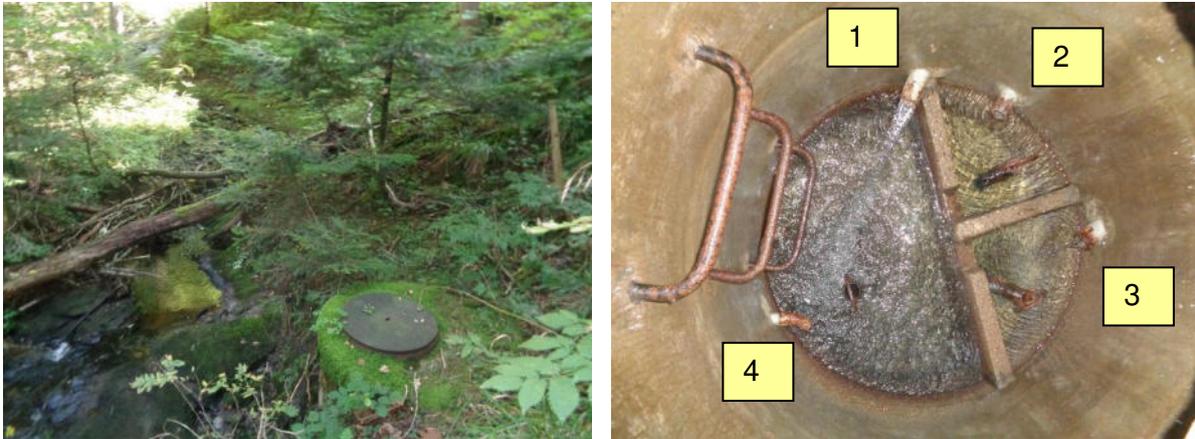


Abb. Nr. 3.9 und 3.10: Quellschacht Najenberg 29

Das gefasste Wasser vom Quellschacht 29 wird 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.

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 m³ (vgl. Anhang Nr. 2).

Quellschüttungen

Zwischen März 2014 und November 2015 wurden monatliche Schüttungsmessungen durchgeführt. Zudem liegen weitere vereinzelte Schüttungsmessungen vor. Im Anhang Nr. 3 sind die Schüttungsmessungen der schützenswerten Quelfassungen Najenberg aufgelistet.

Die maximale Schüttung wurde im Juli 2014 gemessen. Die Summe der Quellschüttungen betrug damals knapp 200 l/min. Die minimale Schüttung wurde am 13. August 2015 gemessen (13 l/min). Die Quellen weisen Ertragsquotienten¹ zwischen 5 und 38 auf und können somit nur teilweise als zuverlässig bezeichnet werden.

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

Die mittlere Quellschüttung der schützenswerten Quellen im Gebiet Najenberg liegt bei 58 l/min bzw. 30'500 m³/Jahr. Mit den Quelfassungen Najenberg können somit knapp 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 Najenberg und das Einzugsgebiet liegen auf rund 800 bis 950 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 Najenberg beträgt somit rund 5 - 6 ha. Mit den Schutzzonen wird eine Fläche von 150'000 m² bzw. rund 15 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.

Im schweizerischen Lebensmittelbuch (SLMB), in der Verordnung über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV), in der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV) und in der Hygieneverordnung (HyV) 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 Kontrollbehörde beanstandet wird.

4.2 Zusammenfassung der Trinkwasseranalysen

Für die Beurteilung der Wasserqualität standen uns von den Quelfassungen 27 (E1 und E2), 28 und 29 je eine chemische und drei bakteriologische Wasserproben sowie von den Quelfassungen 24 und 10 je zwei chemische und vier bakteriologische Wasserproben aus den Jahren 2019 – 2020 zur Verfügung. Die Daten sind im Anhang Nr. 4 zusammengestellt.

In bakteriologischer Hinsicht musste das Quellwasser bei 11 von 20 Proben beanstandet werden. Es konnten die Fäkalbakterien Escherichia coli und Enterokokken nachgewiesen werden, welche aus den Exkrementen von Warmblütern stammen. Gemäss Lebensmittelbuch dürfen im Trinkwasser weder Escherichia coli noch Enterokokken nachweisbar sein.

In chemischer Hinsicht war das Quellwasser – soweit untersucht – von einwandfreier Qualität.

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 Najenberg vor der Aufbereitung regelmässig (vierteljährlich) zu untersuchen, die chemische Qualität vom Quellgebiet Najenberg (Rohwasser vor der Aufbereitung) sollte mindestens einmal jährlich kontrolliert werden.

Mit der Umsetzung der Schutzzonenvorschriften (Sanierung der Fassungsanlagen, Nutzungsverbot in der Zone S1, Gülleverbot 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. MARKIERVERSUCHE

5.1 Allgemeines

Zur Abklärung der Bachwasserinfiltration wurden am 1. Juni 2015 im Gebiet Najenriet West, Najenberg und Torfnest diverse Markierversuche durchgeführt.

5.2 Markierversuch Neienbach

Roland Brunner färbte um 08:25 Uhr den Neienbach rund 100 m oberhalb der Quelle 28 mit 50 g des Farbstoffes Uranin ein. Die Nullproben wurden aus organisatorischen Gründen bereits am 29. Mai 2015 entnommen.



Abb. 5.1: Impfstelle Neienbach

Zur Bestimmung der hydraulischen Verbindungen entnahmen Andreas Jussel und Hanspeter Zeitz, WV Wolfhalden, gemäss Programm in der Quelle 28 (Situation vgl. Anhang Nr. 5) Wasserproben, die unser Büro mit einem Fluoreszenz-Spektrometer auswertete.

Der Farbstoff konnte in der Quelle 28 nicht nachgewiesen werden.

5.3 Markierversuch Najenbach Rank

Der Najenbach wurde bereits im Gebiet Losenbühl eingefärbt. Um 8.35 Uhr passierte die Spitze der Farbstofffahne im Najenbach die Najenstrasse. In diesem Bereich wurden dem Najenbach weitere 50 g Uranin eingepflegt.

Die Nullproben wurden aus organisatorischen Gründen bereits am 29. Mai 2015 entnommen.



Abb. 5.2: Uranin im Najenbach

Zur Bestimmung der hydraulischen Verbindungen entnahmen Andreas Jussel und Hanspeter Zeitz, WV Wolfhalden, gemäss Programm in der Quelle 29 (E3) (Situation vgl. Anhang Nr. 5) Wasserproben, die unser Büro mit einem Fluoreszenz-Spektrometer auswertete.

In der Quelle 29 (E3) konnte der Farbstoff nicht nachgewiesen werden.

6. DIE GRUNDWASSERSCHUTZZONEN

6.1 Dimensionierung der Schutzzonen

6.1.1 Allgemeine Bemerkungen

Zusammenfassende Informationen zu den Themen 'Ziel und Zweck der Schutzzonen', 'Dimensionierungsgrundsätze', 'Einschränkungen in den Schutzzonen' und 'Anforderungen an den Schutzzonenplan' finden sich im Anhang Nr. 7 unter 'Erläuterungen zu den Grundwasserschutzzonen'.

Die Schutzzonen liegen sowohl auf Gemeindegebiet von Heiden, Reute und Wolfhalden, Appenzell Ausserrhoden, wie auch auf Gebiet vom Bezirk Oberegg, Appenzell Innerrhoden.

Die Schutzzonen überlagern die seit dem 18. März 2015 rechtskräftigen Grundwasserschutzzonen um die Quelfassungen March, Rasplen und Brandplätzli der WV Reute. In den Bereichen, die sowohl innerhalb der Schutzzonen für die Quelfassungen Najenberg als auch innerhalb der Schutzzonen für die Quelfassungen March, Rasplen und Brandplätzli sind, gelten die jeweils strengeren Bestimmungen.

6.1.2 Zone S1

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

Die Zonen S1 wurden mit einem Radius von 10 m ab Ende der Fassungsleitung 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.

6.1.3 Zone S2

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

6.1.4 Zone S3

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

In 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.

6.2 Gefahrenherde

Verkehrsanlagen

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

Die Flur- und Forststrasse ins Gebiet Raspeln ist beim Abzweiger der Rietstrasse in den Hirschberg und beim Restaurant Riethof mit einem allgemeinen Fahrverbot mit Zusatz "Zubringsdienst gestattet" versehen.

Massnahmen:

Keine Massnahmen erforderlich.

Landwirtschaftliche Anlagen

Beim Gebäude Assek. Nr. 750 (Parzelle Nr. 1124) in der Zone S3 ist ein Güllebehälter vorhanden.

Massnahmen:

Der Güllebehälter muss innert einem Jahr nach Rechtskraft des Schutzzonenreglements und nachher alle fünf Jahre auf die Dichtheit geprüft werden. Allfällige Mängel sind umgehend zu beheben.

Weidbrunnen

In den Zonen S2 und S3 sind Weidbrunnen 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.

6.3 Nutzungseinschränkungen

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

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.

7. 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 m³. 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 Najenberg beinhaltet fünf Quellschächte mit sechs schützenswerten Quelfassungen. Die mittlere Quellschüttung dieser Quellen liegt bei 58 l/min (bzw. 30'500 m³/Jahr), womit knapp 20% des gesamten Wasserbedarfes der WV Wolfhalden gedeckt werden können.

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

Das gefasste Wasser wird gemeinsam mit dem Quellwasser aus den Gebieten Najenriet Ost und West sowie Torfnest 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.

In bakteriologischer Hinsicht musste das Quellwasser bei der Hälfte der Proben beanstandet werden. In chemischer Hinsicht war das Quellwasser – 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.

Mit Markierversuchen wurde nachgewiesen, dass bei den Quellen 28 und 29 (E3) keine Bachwasserinfiltration stattfindet.

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.

Die Bestimmungen bezüglich der Gefahrenherde werden im Schutzzonenreglement beschrieben.

St.Gallen, 13. Juli 2020

GEOLOGIEBÜRO
LIENERT & HAERING AG

Christoph Haering
Dipl. Geologe ETH/SIA

ANHANG

- Nr. 1: Verwendete Unterlagen
- Nr. 2: Wasserbeschaffung der WV Wolfhalden
- Nr. 3: Schüttungsmessungen Quelfassungen Najenberg
- Nr. 4: Trinkwasser-Untersuchungen inkl. Grenz- und Toleranzwerte sowie Erläuterungen
- Nr. 5: Markierversuche im Einzugsgebiet der Quelfassungen Najenberg;
Versuchsdauer 1. – 8. Juni 2015; Situation 1 : 1'000
- Nr. 6: Markierversuche im Einzugsgebiet der Quelfassungen Najenberg; Daten
- Nr. 7: 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)

KANTON APPENZEL 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

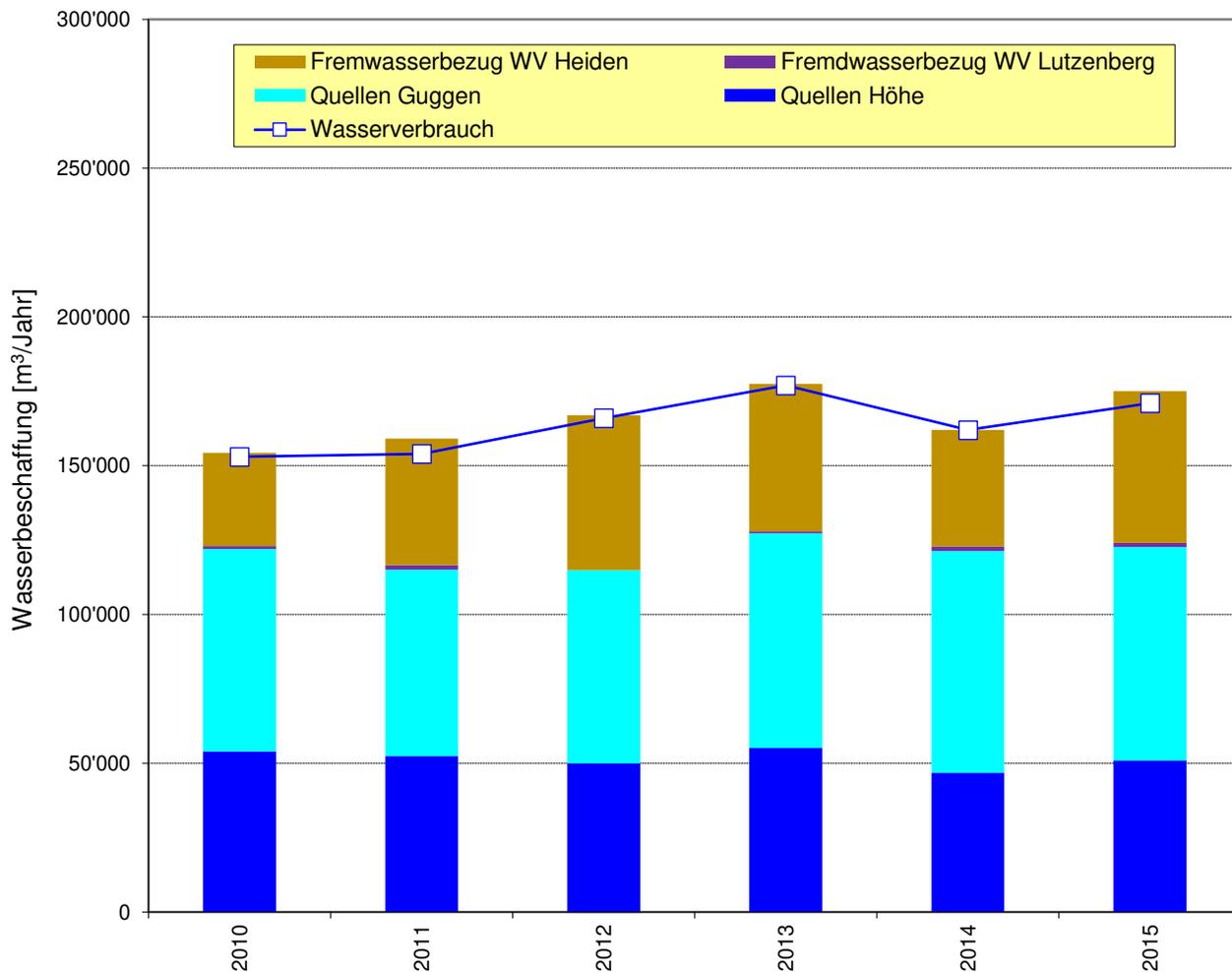
SCHWEIZERISCHE GEOTECHNISCHE KOMMISSION, SGTk

- 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	Fremdwasser- bezug WV Lutzenberg	Fremdwasser- bezug WV Heiden	Total	Wasser- verbrauch
	m ³ /Jahr	m ³ /Jahr	m ³ /Jahr	m ³ /Jahr	m ³ /Jahr	m ³ /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
Minimum	46'774	62'597	-246	31'341	154'309	153'000
Maximum	55'136	74'510	1'639	52'031	177'474	177'000
Mittel	51'518	68'992	1'021	44'250	165'781	163'833



Schüttungsmessungen Quellfassungen Najenberg

Schüttungsmessungen Quelfassungen Najenberg

Quelle	24	27		28	29	10	Summe		
	1	1	2	1	3	1			
	l/min	m ³ /Tag	m ³ /Jahr						
18.03.2014	6.8	8.8		2.8	5.9	6.8			
15.04.2014	8.2	5.6	10.0	2.8	5.3	6.9	38.8	55.9	
26.05.2014	7.3	5.8	9.1	3.7	5.2	7.4	38.5	55.4	
27.06.2014	4.5	3.0	4.8	1.0	5.3	5.5	24.1	34.7	
23.07.2014	29.8	26.8	64.7	33.0	8.1	34.8	197.2	284.0	
27.08.2014	7.7	11.7	9.7	3.2	4.6	10.2	47.1	67.8	
17.09.2014	11.2	6.6	14.3	6.3	4.7	11.9	55.0	79.2	
20.10.2014	7.6	5.2	8.1	2.8	3.9	7.2	34.8	50.1	
26.11.2014	8.9	5.7	16.2	5.8	3.6	11.1	51.3	73.9	
17.12.2014	5.3	6.8	8.8	2.4	4.2	7.6	35.1	50.5	
21.01.2015	14.3	10.3	27.9	12.4	5.5	17.6	88.0	126.7	
18.02.2015	5.0	5.4	12.9	2.7	5.2	7.4	38.6	55.6	
23.03.2015	20.6	20.0	47.0	20.1	6.1	21.6	135.4	195.0	
27.04.2015	7.3	4.8	13.2	4.6	4.8	7.2	41.9	60.3	
18.05.2015	9.4	8.4	18.4	7.4	5.0	8.5	57.1	82.2	
17.07.2015	3.9	2.2	6.3	1.7	2.9	5.8	22.8	32.8	
13.08.2015	2.3	0.7	2.8	0.9	2.8	3.3	12.8	18.4	
21.09.2015	16.6	20.8	15.3	17.0	5.1	6.1	80.9	116.5	
09.11.2015	6.3	8.0	4.5	3.2	4.5	6.4	32.9	47.4	
22.09.2016	11.2	6.8	8.4	4.4	4.1	7.2	42.1	60.6	
21.10.2019	8.0	8.0	11.6	4.7	9.6	10.4	52.3	75.3	
16.12.2019	11.4	16.2	19.8	4.2	11.1	8.3	71.0	102.2	
09.03.2020	12.7	11.2	21.4	8.0	14.9	11.8	80.0	115.2	
Minimum	2.3	0.7	2.8	0.9	2.8	3.3	12.8	18.4	6'728
Maximum	29.8	26.8	64.7	33.0	14.9	34.8	197.2	284.0	103'648
Mittel	9.8	9.1	16.1	6.7	5.8	10.0	58.1	83.6	30'525
Ertragsquotient	13.0	38.3	23.1	36.7	5.3	10.5			

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

TRINKWASSER - UNTERSUCHUNGEN QUELLFASSUNGEN NAJENBERG

Probedatum		26. Sep 19	21. Okt 19	16. Dez 19	9. Mär 20		21. Okt 19	16. Dez 19	9. Mär 20			
Quelle		24	24	24	24		27, E1	27, E1	27, E1			

Allgemeine Parameter												
Schüttung		6.3	8	11	13		8	16	11			
Wassertemperatur	°C	9.3	9	8.2	7.2		10.6	9.2	7.5			
Aussehen		klar	klar				klar					
Farbe		farblos	farblos				farblos					
Geruch	TE/F	geruchlos	geruchlos				geruchlos					
pH-Wert		7.59	7.69	7.62	7.57		7.43	7.47	7.5			
Leitfähigkeit	µS/cm	309	296	316	278		406	358	376			
Trübung	TE/F	<0.1	<0.1				0.7					
DOC	C mg/l	0.54	0.34				1.1					

Chemische Analyse												
m-Wert	mmol/l	3.1	3.05				4.27					
Ammonium	NH ₄ mg/l	<0.01	<0.01				<0.01					
Nitrit	NO ₂ mg/l	<0.005	<0.005				<0.005					
Nitrat	NO ₃ mg/l	3.7	3.2				2.9					
Chlorid	Cl mg/l	0.5	0.5				0.8					
Sulfat	SO ₄ mg/l	5.9	5.8				6.4					
Gesamt-Härte	°fH	15.9	15.4				21.3					
Karbonat-Härte	°fH	15.3	15				21.1					
Calcium	Ca mg/l	47.2	45.5				63.6					
Magnesium	Mg mg/l	10.1	9.8				13.3					
Natrium	Na mg/l	2.3	2.2				2.7					
Kalium	K mg/l	1.1	1				1.8					

Mikrobiologische Analyse												
Gesamt-Keimzahl	KBE/ml 30 °C	45	7	20	16		190	220	1600			
Escherichia coli	KBE/100 ml	4	1	n.n.	n.n.		31	2	2			
Enterokokken	KBE/100 ml	5	n.n.	n.n.	n.n.		4	2	n.n.			

Erfahrungswert bzw. Toleranzwert überschritten:



TRINKWASSER - UNTERSUCHUNGEN QUELLFASSUNGEN NAJENBERG

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		27, E2	27, E2	27, E2		28	28	28		29	29	29

Allgemeine Parameter												
Schüttung		12	20	21		4.7	4.2	8		9.6	11	15
Wassertemperatur	°C	9.2	8.5	8.1		8.6	8.1	7.8		10.1	9.8	8.7
Aussehen		klar				klar				klar		
Farbe		farblos				farblos				farblos		
Geruch	TE/F	geruchlos				geruchlos				geruchlos		
pH-Wert		7.38	7.68	7.63		7.64	7.95	7.91		7.39	7.71	7.75
Leitfähigkeit	µS/cm	395	413	388		302	345	289		380	350	356
Trübung	TE/F	<0.1				<0.1				0.1		
DOC	C mg/l	0.48				0.32				0.43		

Chemische Analyse												
m-Wert	mmol/l	4.16				3.08				3.96		
Ammonium	NH ₄ mg/l	<0.01				<0.01				<0.01		
Nitrit	NO ₂ mg/l	<0.005				<0.005				<0.005		
Nitrat	NO ₃ mg/l	3.1				3.4				5		
Chlorid	Cl mg/l	0.9				0.5				1		
Sulfat	SO ₄ mg/l	8.8				6.4				5.2		
Gesamt-Härte	°fH	20.9				15.5				19.5		
Karbonat-Härte	°fH	20.6				15.2				19.6		
Calcium	Ca mg/l	57.1				42.1				53.5		
Magnesium	Mg mg/l	16.2				12.2				15		
Natrium	Na mg/l	3.4				2.5				4.2		
Kalium	K mg/l	0.7				0.6				0.7		

Mikrobiologische Analyse												
Gesamt-Keimzahl	KBE/ml 30 °C	28	35	12		4	4	n.n.		240	110	66
Escherichia coli	KBE/100 ml	8	n.n.	n.n.		n.n.	n.n.	n.n.		18	1	n.n.
Enterokokken	KBE/100 ml	2	1	n.n.		n.n.	n.n.	n.n.		3	n.n.	n.n.

Erfahrungswert bzw. Toleranzwert überschritten:



TRINKWASSER - UNTERSUCHUNGEN QUELLFASSUNGEN NAJENBERG

Probedatum		26. Sep 19	21. Okt 19	16. Dez 19	9. Mär 20								
Quelle		10	10	10	10								

Allgemeine Parameter													
Schüttung		8	10	8.3	12								
Wassertemperatur	°C	8.5	8.8	7.9	7.1								
Aussehen		klar	klar										
Farbe		farblos	farblos										
Geruch	TE/F	geruchlos	geruchlos										
pH-Wert		7.61	7.57	7.62	7.54								
Leitfähigkeit	µS/cm	333	331	351	330								
Trübung	TE/F		<0.1										
DOC	C mg/l	0.43	0.49										

Chemische Analyse													
m-Wert	mmol/l	3.31	3.4										
Ammonium	NH ₄ mg/l	<0.01	<0.01										
Nitrit	NO ₂ mg/l	<0.005	<0.005										
Nitrat	NO ₃ mg/l	3.4	3.4										
Chlorid	Cl mg/l	0.7	0.8										
Sulfat	SO ₄ mg/l	9.3	8.9										
Gesamt-Härte	°fH	17.4	17.1										
Karbonat-Härte	°fH	16.3	16.8										
Calcium	Ca mg/l	49	48.1										
Magnesium	Mg mg/l	12.5	12.5										
Natrium	Na mg/l	3.4	3.2										
Kalium	K mg/l	0.5	0.5										

Mikrobiologische Analyse													
Gesamt-Keimzahl	KBE/ml 30 °C	34	7	5	2								
Escherichia coli	KBE/100 ml	4	n.n.	n.n.	n.n.								
Enterokokken	KBE/100 ml	1	n.n.	1	n.n.								

Erfahrungswert bzw. Toleranzwert überschritten:



Grenz- und Toleranzwerte

Parameter		Einheit	Schweizerisches Lebensmittelbuch SLMB	TBDV	Fremd- und Inhaltsstoffverordnung FIV		Hygieneverordnung HyV	Gewässerschutzverordnung GSchV
			Erfahrungswert für Trinkwasser	Anforderungen an Trinkwasser	Toleranzwert	Grenzwert	Toleranzwert	zusätzliche Anforderungen an Grundwasser, das als Trinkwasser verwendet wird
Allgemeine Parameter								
Wassertemperatur		°C	8 - 15					
Geruch			ohne Befund					
Geschmack			ohne Befund					
Färbung			farblos					
Trübung		TE/F	bis 0.5		1			
pH-Wert			6.8 - 8.2					
Leitfähigkeit		µS/cm	200 - 800					
Sauerstoff-Sättigung		%	30 - 100 *					
Oxidierbarkeit		KMnO ₄ mg/l	bis 3					
DOC		C mg/l	bis 1.0					2
Bakteriologische Analyse								
Aerobe mesophile Keime: an der Fassung		KBE/ml		100			100	
Aerobe mesophile Keime: nach Aufbereitung		KBE/ml		20			20	
Aerobe mesophile Keime: im Netz		KBE/ml		300			300	
Escherichia Coli		KBE/100 ml		0			0	
Enterokokken		KBE/100 ml		0			0	
Anorganische Verbindungen und Metalle								
Ammonium		NH ₄ mg/l	bis 0.05	0.1	0.1			
Nitrit		NO ₂ mg/l	bis 0.01	0.1	0.1			
Nitrat		NO ₃ mg/l	bis 25	40	40			25
Sulfat		SO ₄ mg/l	bis 50					40
Phosphat		PO ₄ mg/l	bis 0.05	1	1			
Chlorid		Cl mg/l	bis 20					40
Fluorid		F mg/l	bis 0.5	1.5	1.5			
Selen		Se mg/l	bis 0.001	0.01		0.01		
Eisen gelöst		Fe mg/l	bis 0.05					
Eisen gesamt		Fe mg/l		0.2	0.3			
Mangan gelöst		Mn mg/l	bis 0.02					
Mangan gesamt		Mn mg/l		0.05	0.05			
Aluminium		Al ₃ mg/l	bis 0.05	0.2	0.2			
Calcium		Ca mg/l	bis 200 *					
Magnesium		Mg mg/l	50 - 125 *					
Natrium		Na mg/l	bis 20	200				
Kalium		K mg/l	bis 5					

* vgl. Erläuterungen zu den Trinkwasseranalysen

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 [Erfahrungswert: 8 – 15 °C]

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 [Erfahrungswert: < 0.5 TE/F; Toleranzwert: < 1 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: 6.8 – 8.2]

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 [Erfahrungswert: 200 – 800 µS/cm]

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

Gesamthärte

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

Karbonathärte, Säureverbrauch, Alkalinität

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

Sauerstoff

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

Oxidierbarkeit, KMnO_4 -Verbrauch [Erfahrungswert: < 3 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 KMnO_4 -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.

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).

ANORGANISCHE VERBINDUNGEN UND METALLE

Ammonium [Erfahrungswert: < 0.05 mg/l; Toleranzwert: 0.1 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

Sulfat [Erfahrungswert: < 50 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; Toleranzwert: 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 [Erfahrungswert: < 20 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 [Erfahrungswert: < 0.5 mg/l; Toleranzwert: 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 [Erfahrungswert: < 0.001 mg/l; Grenzwert: 0.01 mg/l]

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

Eisen [Erfahrungswert: < 0.05 mg/l; Toleranzwert: 0.3 mg/l]

Mangan [Erfahrungswert: < 0.02 mg/l; Toleranzwert: 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 [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.

Calcium

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

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

Magnesium

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

Natrium [Erfahrungswert: < 20 mg/l]

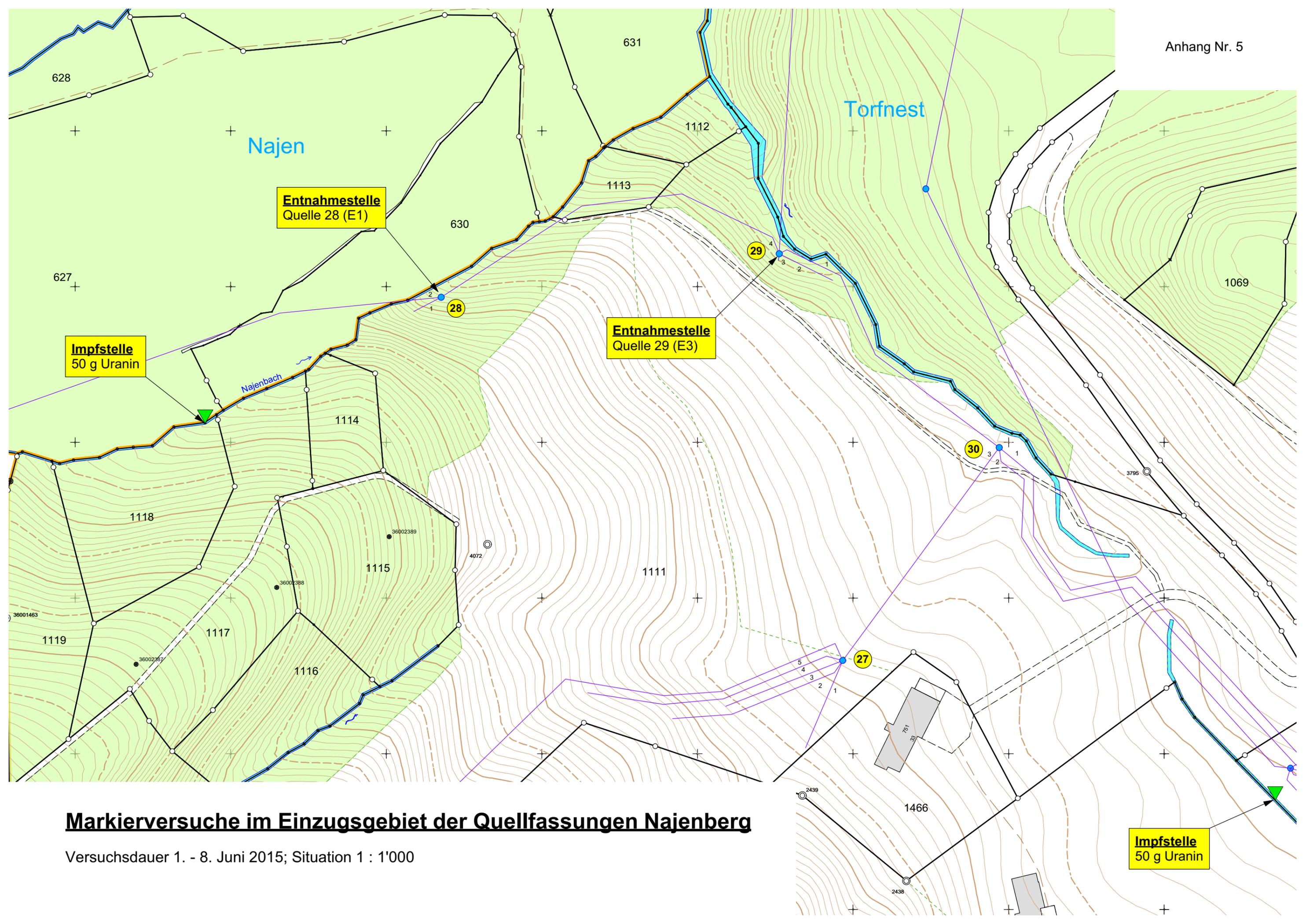
Natrium gehört zu den zehn häufigsten Elementen in der Erdhülle und kommt dabei in zahlreichen natriumhaltigen Mineralen vor. Auch in den Ozeanen ist eine erhebliche Menge Natrium als Ionen enthalten. Für den Menschen ist Natrium essentiell. Wasser mit hohem Natriumgehalt liefert einen Beitrag zur Natriumaufnahme 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 [Erfahrungswert: < 5 mg/l]

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

Markierversuche 2015; Situation



Markierversuche im Einzugsgebiet der Quelfassungen Najenberg

Versuchsdauer 1. - 8. Juni 2015; Situation 1 : 1'000

Impfstelle
50 g Uranin

Markierversuche 2015; Daten

Markierversuche im Einzugsgebiet der Quelfassungen Najenberg; Daten

Impfstelle		Najenbach	Neienbach
Quelle		29 (E3)	28 (E1)
Datum	Zeit	Fluoreszenz	
29. Mai 15	08:00	2.848	2.861
1. Jun 15	09:00	2.996	2.301
1. Jun 15	11:00	2.867	2.206
1. Jun 15	14:00	2.995	2.103
1. Jun 15	17:00	2.568	2.188
1. Jun 15	20:00	2.652	2.717
2. Jun 15	00:00	3.209	2.545
2. Jun 15	06:00	3.058	2.371
2. Jun 15	11:00	2.814	2.890
2. Jun 15	16:00	2.641	2.095
2. Jun 15	23:00	2.723	2.630
3. Jun 15	06:00	2.533	3.238
3. Jun 15	13:00	2.829	2.512
3. Jun 15	20:00	2.840	2.469
4. Jun 15	07:00	3.272	2.614
4. Jun 15	19:00	2.594	2.488
5. Jun 15	07:00	3.036	2.565
5. Jun 15	19:00	2.791	2.772
6. Jun 15	07:00	2.754	2.998
7. Jun 15	07:00	3.613	2.646
8. Jun 15	07:00	3.023	2.589



Positive Proben

Erläuterungen zu den Grundwasserschutzzonen

A) Ziel und Zweck der Schutzzonen

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

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

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

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

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

B) Dimensionierungsgrundsätze

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

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

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

¹ Die Zone S2 soll verhindern, dass:

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

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

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

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

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

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

C) Einschränkungen in den Schutz zonen

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

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

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

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

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

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

D) Anforderungen an den Schutzzonenplan

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