

WASSERKORPORATION GONTEN

**GRUNDWASSERSCHUTZZONEN UM DIE
GRUNDWASSERFASSUNG WEES**

HYDROGEOLOGISCHER SCHUTZZONENBERICHT

St.Gallen / Bazenheid, 12. April 2021, Revision
Inkl. Ergänzungen Vorprüfung bis 14. Oktober 2021



GEOLOGIEBÜRO LIENERT & HAERING AG

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

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

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG.....	1
1.1 Ausgangslage.....	1
1.2 Grundwasserschutz.....	1
1.3 Auftrag.....	1
1.4 Ausgeführte Arbeiten.....	2
2. GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE.....	2
2.1 Geologische Übersicht.....	2
2.2 Bisherige Untersuchungen.....	3
2.2.1 Erkundungsuntersuchungen 1971/72.....	3
2.2.2 Bau der Grundwasserfassung 1973.....	4
2.2.3 VLF-Messungen 1990.....	4
2.2.4 Markierversuche 1991.....	4
2.2.5 Kernbohrung 2015.....	8
3. DIE GRUNDWASSERFASSUNG WEES.....	8
3.1 Standort.....	8
3.2 Technische Daten.....	9
3.3 Grundwasserspiegel.....	9
3.4 Fördermenge.....	11
3.5 Konzession.....	11
3.6 Wasserbedarf.....	11
4. WASSERQUALITÄT.....	11
4.1 Allgemeines.....	11
4.2 Zusammenfassung der Trinkwasseranalysen.....	11
4.2.1 Allgemeine Bemerkungen.....	11
4.2.2 Bakteriologische Analysen.....	12
4.2.3 Chemische Analysen.....	12
4.2.4 Pflanzenschutzmittel.....	13
4.3 Empfehlung für weiteres Vorgehen.....	14
5. DIE GRUNDWASSERSCHUTZZONEN.....	14
5.1 Dimensionierung der Grundwasserschutzzonen.....	14
5.1.1 Allgemeine Bemerkungen.....	14
5.1.2 Veränderungen bisherige Schutzzonen - neue Schutzzonen.....	14
5.1.3 Zone S1.....	14
5.1.4 Zone S2.....	15
5.1.5 Zone S3.....	15
5.2 Gefahrenherde.....	15
5.3 Nutzungseinschränkungen.....	18
6. ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN.....	18

ANHANG

- Nr. 1: Verwendete Unterlagen
- Nr. 2: Bohrprofil Rotary Bohrung 4 (1971)
- Nr. 3: Schnitt Filterbrunnen GWF Wees
- Nr. 4: Markierversuche im Einzugsgebiet der GWF Wees 1991; Situation 1 : 1'000
- Nr. 5: Markierversuche im Einzugsgebiet der GWF Wees 1991; Daten
- Nr. 6: Wasserbeschaffung WK Gonten
- Nr. 7: Trinkwasser-Untersuchungen, inkl. Grenz- und Toleranzwerte sowie Erläuterungen
- Nr. 8: Erläuterungen zu den Grundwasserschutzzonen
- Nr. 9: Vergleich bisherige Schutzzonen – neue Schutzzonen

1. EINLEITUNG

1.1 Ausgangslage

Die Wasserkorporation (WK) Gonten stellt im Bezirk Gonten sowie in einem Teil vom Bezirk Appenzell die Wasserversorgung sicher und versorgt aktuell rund 1'550 Personen sowie zahlreiche Landwirtschaftsbetriebe mit ca. 1'500 Grossvieheinheiten (GVE) mit Trink- und Brauchwasser. Der Wasserverbrauch beträgt im Mittel der letzten zehn Jahre rund 170'000 m³/Jahr. Zur Sicherstellung ihres Trink- und Brauchwasserbedarfs nutzt die WK Gonten einerseits das frei zufließende Wasser der Quellen Untergehen und Grueb (ca. 20%). Andererseits wird die Grundwasserfassung (GWF) Wees genutzt (rund 80%). Ein Notwasseranschluss kann zur Wasserversorgung Appenzell eingerichtet werden.

Im vorliegenden Bericht wird die **GWF Wees** behandelt, welche seit 1973 durch die WK Gonten für die Wasserversorgung genutzt wird. Die durchschnittliche Fördermenge in der GWF Wees beträgt rund 140'000 m³/Jahr.

1.2 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 Gewässerschutzverordnung (GSchV) regelt im 4. Kapitel (Art. 29 – 32) und im Anhang 4 den planerischen Schutz der Gewässer. In der Vollzugshilfe "Wegleitung Grundwasserschutz" (2004, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, BUWAL; heute Bundesamt für Umwelt, BAFU) wird das Vorgehen für die Dimensionierung der Grundwasserschutzzonen beschrieben. Zudem legt die Wegleitung Grundwasserschutz, gestützt auf die Gewässerschutzgesetzgebung, die Schutzmassnahmen fest, welche für die Schutzzonen gelten.

1991 führte unser Büro im Einzugsgebiet der GWF Wees Markierungsversuche durch und dimensionierte anschliessend die Grundwasserschutzzonen. Aufgrund der neuen gesetzlichen Grundlagen wurden die Schutzzonen 2001 durch unser Büro überarbeitet. Die im Jahr 2001 um die GWF Wees ausgeschiedenen Schutzzonen wurden mit der Genehmigung durch das Bau- und Umweltschutzdepartement des Kantons Appenzell Innerrhoden am 8. Februar 2007 rechtskräftig.

1.3 Auftrag

Im Januar 2021 beauftragte Walter Motzer (Präsident der WK Gonten) unser Büro, die bestehenden, rechtskräftigen Schutzzonenunterlagen der GWF Wees unter Berücksichtigung der aktuellen gesetzlichen Grundlagen, der Wegleitung Grundwasserschutz und der in der Zwischenzeit neu gewonnenen Erkenntnisse zu überarbeiten.

1.4 Ausgeführte Arbeiten

Am 17. Februar 2021 führten Walter Motzer und Benjamin Huber (Brunnenmeister der WK Gonten) mit Roland Brunner (Geologiebüro Lienert & Haering AG) eine Besichtigung bei der Fassungsanlage durch, wobei auch die technischen Fassungsdaten aufgenommen wurden. Gleichzeitig nahm Roland Brunner das aktuelle Gefahrenkataster innerhalb der rechtskräftigen Schutzzonen auf. Zudem stellte die WK Gonten unserem Büro die Daten der Wasserbeschaffung, der Fördermengen und die Wasseranalysen zur Verfügung.

Dem Schutzzonendossier, bestehend aus dem vorliegenden Bericht, dem Schutzzonenreglement und dem Schutzzonenplan, liegen die Schutzzonenunterlagen von 2001 zu Grunde. Die Schutzzonen wurden gemäss der Wegleitung Grundwasserschutz 2004 überarbeitet und im Schutzzonenplan festgehalten. Das Schutzzonenreglement basiert auf dem kantonalen Muster-Schutzzonenreglement.

2. GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

2.1 Geologische Übersicht

Die Abb. 2.1 zeigt einen Auszug aus dem geologischen Atlas der Schweiz im Gebiet der GWF Wees.

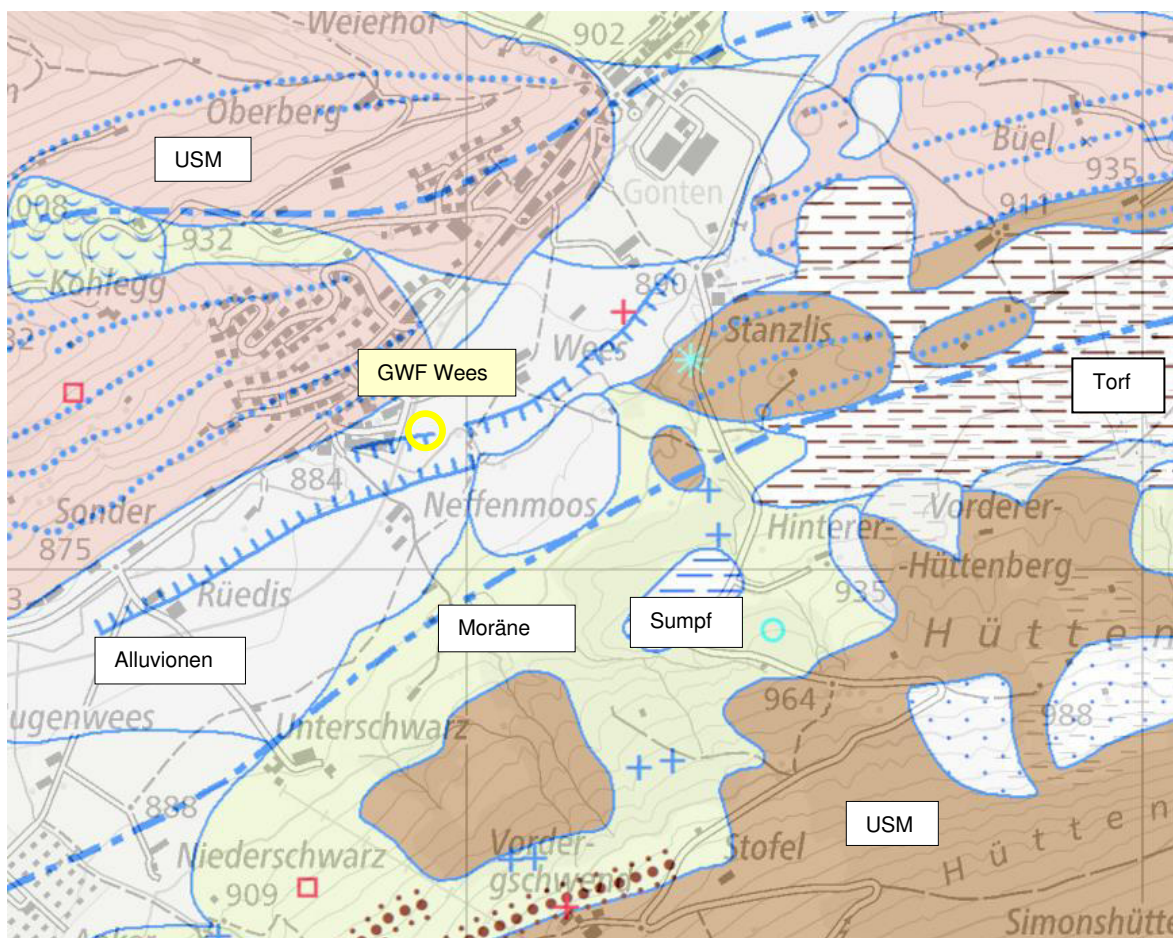


Abb. 2.1: Auszug aus geologischem Atlas (<https://map.geo.admin.ch>)

Die GWF Wees befindet sich im Gebiet der **Unteren Süsswassermolasse (USM)**. Die im Süsswasser abgelagerten Molassegesteine bestehen hauptsächlich aus Mergeln und granitischem Sandstein, den einzelne Nagelfluhbänke durchziehen. Zur Zeit der USM verlief dem Alpenrand entlang eine ziemlich flache Senke, die zeitweise mit Meerwasser, meist aber mit Süsswasser gefüllt war. Das durch die Flüsse eingebrachte grobkörnige Material wurde im Laufe der Zeit durch Diagenese und Zementation zu Sandstein (ursprünglich Sand) oder zu Nagelfluh (ursprünglich Kies) verfestigt. Die in ruhigerem Wasser angeschwemmten Silt- und Tonteilchen bildeten den Mergelfels. Die Alpenflüsse schwemmten das mitgebrachte Verwitterungsmaterial weitgehend horizontal in die wassergefüllte Senke ein.

Heute sind diese Schichten gegen Norden aufgerichtet, weil sie vor ein paar Millionen Jahren von der nach Norden greifenden Gebirgsbildung miterfasst und auf Strecken von einigen Kilometern übereinander geschoben wurden. Die starke mechanische Beanspruchung der Nagelfluh- und Sandsteinschichten während der Faltungsphasen 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. Auch der Luft und Regen ausgesetzte Nagelfluh- und Sandsteinfels verwittert bis in eine Tiefe von ein paar Metern und verwandelt sich wieder in ihre Ausgangsprodukte Kies und Sand, welche für Wasser gut durchlässig sind.

In Abständen von etlichen 10'000 Jahren unterbrachen wärmere Klimaperioden die Eiszeiten. Die letzte Eiszeit - das sogenannte Würm - ging etwa vor 10'000 Jahren zu Ende. Zurückgeblieben sind die **Grund- und Seitenmoränen**, sowie Ablagerungen von Gletscherbächen (fluvioglaziales Material), die den anstehenden Felsen grossräumig überdecken. Während schwach verfestigte, kiesig-sandige Moränen einen guten Wasserleiter darstellen können, bilden siltig-tonige, stark verfestigte Moränen schlechte Wasserleiter.

In den Talauen ist die Moräne ihrerseits von jungen **Bachablagerungen** (Alluvionen, sandige Kiese) überdeckt. Östlich von Gonten liegt ein grosses **Torfgebiet**, das durch die Schwarz entwässert wird. Grundwasser, das aus einem Torfgebiet stammt, ist meist durch eine erhöhte Oxidierbarkeit (erhöhte DOC-Werte) gekennzeichnet.

2.2 Bisherige Untersuchungen

2.2.1 Erkundungsuntersuchungen 1971/72

1971/72 führte Dr. P. Nänny im Gebiet Jakobsbad – Gonten Untersuchungen durch. Dabei wurden insgesamt vier Sondierbohrungen (Nr. 1 - 4) abgeteuft. Bei der Sondierbohrung Nr. 4 - im Bereich der heutigen GWF Wees - wurden folgende Schichten durchfahren (Bohrprofil vgl. Anhang Nr. 2):

0.00 – 0.20 m:	Humus
0.20 – 1.10 m:	Lehm mit wenig Kies
1.10 – 12.50 m:	Kies mit Sand, einzelne Blöcke
12.50 – 16.60 m:	Lehm, gelb

Der Grundwasserspiegel lag zum Zeitpunkt der Bohrung bei 1.77 m unter Terrain. Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters beträgt demnach rund 10 m. Mittels Kleinpumpversuchen in der Sondierbohrung Nr. 4 wurde für den sandig-kiesigen Grundwasserleiter eine Durchlässigkeit (k-Wert) von 8.2×10^{-4} bis 1.5×10^{-3} m/s ermittelt. Bei einem Dauerpumpversuch aus dem 4"-Piezometerrohr in der Sondierbohrung Nr. 4 von Februar – April 1972 betrug die maximale Absenkung des Grundwasserspiegels bei einer Fördermenge von 480 l/min 1.12 m.

2.2.2 Bau der Grundwasserfassung 1973

Beim Bau der GWF im März 1973 (Bohrung Ø 1600 mm) wurden folgende Schichten durchfahren (Bohrprofil vgl. Anhang Nr. 3):

0.00 – 0.20 m:	Humus
0.20 – 0.70 m:	Feinsand/Silt, wenig Kies, lehmhaltig
0.70 – 2.40 m:	Kies/Sand, lehmhaltig
2.40 – 3.80 m:	Grobkies, wenig Sand, Steine bis ca. Ø 10 cm
3.80 – 9.35 m:	Kies/Sand, mit etwas Nagelfluh, Steine bis ca. Ø 10 cm
9.35 – 9.85 m:	Lehm/Sand/Kies, Steine bis ca. Ø 12 cm, sehr fest gelagert

Der Grundwasserspiegel wurde in 1.7 m Tiefe unter Terrain gemessen.

2.2.3 VLF-Messungen 1990

Zur besseren Visualisierung der hydrogeologischen Strukturen im Untergrund wurden 1990 im Umfeld der GWF Wees VLF-Messungen¹ durchgeführt. Die Auswertungen dieser VLF-Messungen zeigen parallel verlaufende Rinnenstrukturen, die wahrscheinlich alten Bachläufen der Schwarz entsprechen. Gegen Süden versanden und verlehmen die Schichten allmählich. Gegen Osten werden sie auf der Höhe des heutigen Bachlaufes der Schwarz ebenfalls von lehmigen, schlechter durchlässigen Schichten abgelöst. Die GWF steht auf einer wasserführenden Schicht, die sich scheinbar gegen Westen (über den Bahndamm) fortsetzt.

2.2.4 Markierversuche 1991

1991 wurden zur Bestimmung des Einzugsgebiets der GWF Wees Markierversuche durchgeführt. Die Ergebnisse der Markierversuche wurden aus dem Bericht von 2001 übernommen und sind nachfolgend wiedergegeben. Die Impfstellen und die nachgewiesenen Verbindungen sind im Plan im Anhang Nr. 4 dargestellt, die Daten sind im Anhang Nr. 5 aufgelistet.

Bestimmung der Grundwasser-Strömungsverhältnisse

Die Strömungsverhältnisse des Grundwassers lassen sich mit Hilfe von Markierversuchen zuverlässig bestimmen. Die Markierstoffe werden unter Berücksichtigung der hydrogeologischen Gegebenheiten in ein Oberflächengewässer oder via Versickerungsstellen (Baggerschlitze) ins Grundwasser eingepflegt. Die Strömungsrichtungen und die Abstandsgeschwindigkeiten des Grundwassers werden mittels Wasserproben aus der Grundwasserfassung bestimmt. Ein Speziallabor untersucht die Wasserproben quantitativ auf Farbstoffrückstände, und es wird festgehalten, wann und in welchen Konzentrationen die eingepflegten Farbstoffe in der Entnahmestelle aufgetreten sind.

Der Transport eines Markierstoffes im Grundwasser erfolgt durch die Fließbewegung des Wassers. Der Stoff breitet sich erfahrungsgemäss allmählich aus und verteilt sich auf ein immer grösseres Volumen des durchströmten Mediums. Dieser Vorgang wird als hydrodynamische Dispersion bezeichnet. Es ist das makroskopische Ergebnis der Bewegung von Teilchen des Markierstoffes durch die Hohlraumssysteme und der verschiedenen physikalischen Vorgänge innerhalb der Poren.

¹ Das Very-Low-Frequency-Verfahren (VLF-Verfahren) ist ein passives geophysikalisches Verfahren zur Untersuchung unterirdischer Strukturen.

Die Abstandsgeschwindigkeit eines Wasserteilchens ist der Quotient aus dem horizontalen Abstand zweier Messpunkte (Eingabestelle des Farbstoffes - Entnahmestelle der Wasserproben) geteilt durch die Fliesszeit. Da sich die maximale Abstandsgeschwindigkeit aus dem Zeitpunkt des ersten Auftretens des Farbstoffes in der Entnahmestelle ergibt, wird diese Geschwindigkeit wesentlich durch die Nachweisempfindlichkeit und die zeitlichen Abstände der Probenentnahmen bestimmt.

Die für die Dimensionierung der Schutzzonen massgebende mittlere Abstandsgeschwindigkeit kann nicht aus dem Kurvenmaximum abgeleitet werden, da keine symmetrische GAUSS-sche Verteilungskurve vorliegt. Die mittlere Abstandsgeschwindigkeit ergibt sich aus dem Zeitpunkt, an dem die Hälfte der wieder gefundenen Menge an Farbstoff die Probenentnahmestelle passiert hat (Medianwert).

Versuchsordnung

In Zusammenarbeit mit der WK Gonten wurde am 18. März 1991 unter der Leitung des beauftragten Geologen die Markierversuche durchgeführt. Im vermuteten Einzugsgebiet der GWF Wees wurden sechs Farben in 1.2 - 1.65 m tiefe Sondierschlitze eingepflegt und mit 0.5 - 1.7 m³ Wasser nachgespült. Die relativ hohen Versickerungsgeschwindigkeiten deuten auf einen gut wasserdurchlässigen Untergrund hin. Zusätzlich wurde zur Überprüfung der Schwarz-Infiltration der Bach oberstrom eingefärbt.

Die Distanzen zur GWF, die eingesetzten Farben und die Farbstoffmengen sind in folgender Tabelle zusammengefasst:

Impfstellen	A	B	C	D	E	F	G
Distanzen	137 m	129 m	80 m	65 m	90 m	85 m	
Farbstoff	Fluorescein	Eosin	Pyranin	Rhodamin	Amidoflavine	Duasyne	Naphtionat
Farbstoff-Menge	300 g	300 g	200 g	200 g	200 g	200 g	2 kg

Tabelle 2.1: Distanzen zur GWF, eingesetzte Farben und Farbstoffmengen

Zur Bestimmung der Fliessrichtungen und der Abstandsgeschwindigkeiten des Grundwassers entnahm ein Vertreter der Wasserkorporation Gonten in der Zeit vom 18. März bis 10. Mai 1991 in der GWF Wees insgesamt 48 Wasserproben, die ein Speziallabor auf Farbstoffrückstände analysierte. Zur Wahrung des realen Strömungsbildes wurde während dem ganzen Versuch wasserwerksmässig gepumpt.

Auswertung und Interpretation der Wasserproben

Allgemeines

Im Verlauf des Versuches konnten sechs der sieben eingepflegten Farbstoffe in der GWF nachgewiesen werden. Der Farbstoff Amidoflavine (Impfstelle E) liess sich während der ganzen Versuchsdauer in keiner Probe feststellen.

Es ist unwahrscheinlich, dass der Farbstoff Amidoflavine nach Abschluss des Versuches noch in der GWF aufgetreten ist, oder dass die Konzentrationen für die Analysen zu gering waren, da die Nachweisgrenze des Farbstoffes bei 1 - 10 Mikrogramm je Kubikmeter Wasser liegt (1 µg/m³ = 1 Milliardstel Gramm/l). Das 'Nicht'-Erscheinen des Farbstoffes in der GWF Wees lässt sich mit der Hauptströmungsrichtung des Grundwassers von Osten nach Westen erklären.

Der Toleranzwert von max. 100 Mikrogramm Farbstoff pro Liter Wasser (= 100 µg/l) wurde in den Proben zu keinem Zeitpunkt erreicht. Die höchste Konzentration, die gemessen wurde, lag kurzfristig bei 21.36 µg/l (Duasyne).

Bachimpfung G (Naphthionat, Abb. 5.1)

Die Schwarz wurde ca. 200 m oberhalb der Fassung mit 2 kg Naphthionat angefärbt. Dieser Versuch sollte die Vermutung bestätigen, dass die Schwarz in den von der GWF Wees genutzten Grundwasserleiter infiltriert. Gleichzeitig sollte abgeklärt werden, wie rasch Bachverunreinigungen das in der GWF Wees geförderte Trinkwasser gefährden können.

Weniger als eine Stunde nach der Impfung erreichten die ersten Ausläufer des Farbstoffes die vermutete Infiltrationsstrecke auf der Höhe der GWF. Am Morgen des 2. Tages, nur 18 Stunden nach der Einfärbung liess sich der Farbstoff Naphthionat in den Wasserproben nachweisen. Diese kurze Verweildauer des Bachinfiltrates im Grundwasserleiter genügt nicht, um Schmutzstoffe auf dem Weg zur Fassung durch die Filterwirkung und die Selbstreinigung im Boden vollständig zu entfernen.

Bei einer Verschmutzung der Schwarz, z.B. durch Industrieabwässer, Strassenwasser, oberflächlich abgeschwemmte Düngemittel, stellt der Bach eine massive Gefahr für die Trinkwasserversorgung Gonten dar. Es ist deshalb darauf zu achten, dass keine Schadstoffe in die Schwarz gelangen.

Feldimpfung C (Pyranin, Abb. 5.1)

Der Farbstoff Pyranin liess sich 17 Tage nach der Impfung zum ersten Mal in den Wasserproben nachweisen. Die Farbstoff-Konzentration erreichte nach 5 Tagen das Maximum von 51 µg/m³. Die Abstandsgeschwindigkeiten betragen 4.8 m/Tag (maximale), bzw. 3.8 m/Tag (mittlere).

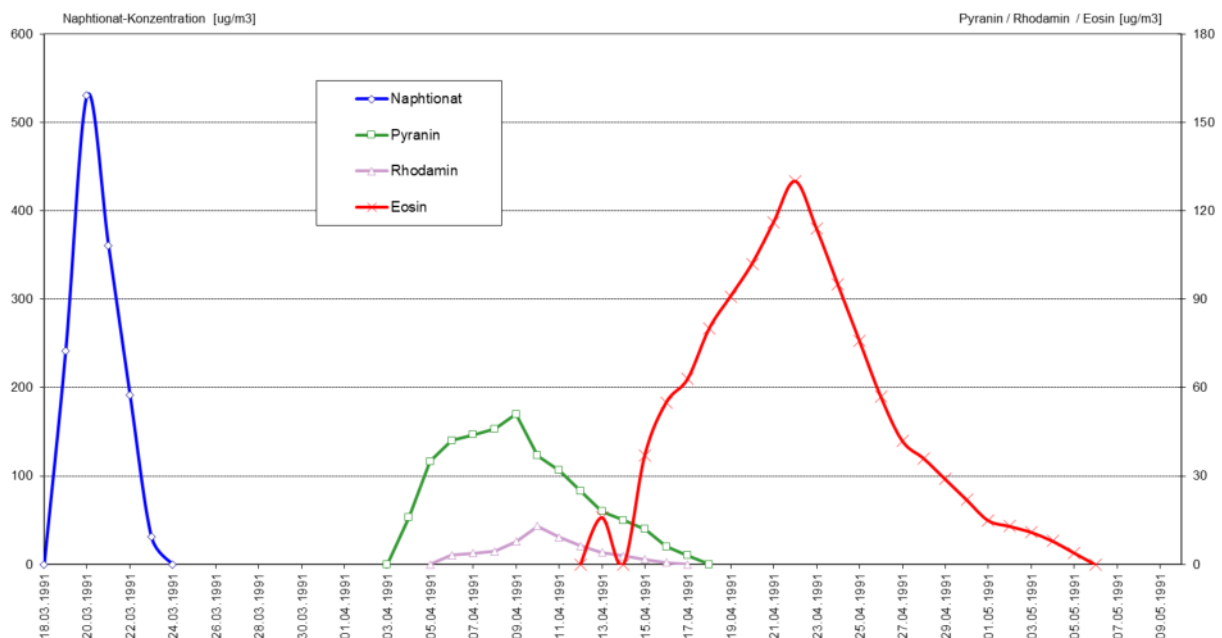


Abbildung 5.1: Farbstoffnachweis Markierversuche GWF Wees

Feldimpfung D (Rhodamin, Abb. 5.1)

19 Tage benötigte Rhodamin für das Erreichen der GWF. Der kurze und schwache Nachweis (Maximum $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$) des Farbstoffes belegt, dass nur wenig Wasser zufließt. Somit besteht aus dieser Richtung nur eine mässige Gefahr für das im GWF genutzte Grundwasser. Die maximale und die mittlere Abstandsgeschwindigkeiten betragen $3.5 \text{ m}/\text{Tag}$, bzw. $2.9 \text{ m}/\text{Tag}$.

Feldimpfung B (Eosin, Abb. 5.1)

26 Tage nach der Impfung liess sich der Farbstoff Eosin in der GWF Wees nachweisen. 8 Tage später erreichte die Konzentration kontinuierlich steigend das Maximum ($130 \mu\text{g}/\text{m}^3$), um anschliessend langsam gegen Null abzunehmen. Die maximale und die mittlere Abstandsgeschwindigkeiten betragen $5.0 \text{ m}/\text{Tag}$, bzw. $3.8 \text{ m}/\text{Tag}$.

Der Färbversuch B und C belegen, dass die Tankstelle auf Parz. Nr. 1050 im Einzugsgebiet der GWF Wees liegt. Auch wenn aufgrund der relativ langsamen mittleren Abstandsgeschwindigkeiten keine unmittelbare Gefahr besteht, so steht fest, dass auslaufendes Benzin oder Öl das im GWF Wees geförderte Trinkwasser gefährden kann.

Feldimpfung F (Duasyne, Abb. 5.2)

Bereits am Morgen des zweiten Tages, 43 Stunden nach der Impfung, erschien Duasyne in den Wasserproben. In sehr hohen Konzentrationen konnte danach der Farbstoff während gut vier Wochen nachgewiesen werden. Das Maximum betrug 6 Tage nach dem Einfärben $21.36 \text{ mg}/\text{m}^3$.

Die maximale Abstandsgeschwindigkeit, die sich aus dem Zeitpunkt des ersten Nachweises des Farbstoffes im GWF und der Distanz zwischen der Eingabestelle und der Entnahmestelle ergibt, beträgt $48.6 \text{ m}/\text{Tag}$. Die mittlere Abstandsgeschwindigkeit, die sich aus dem Konzentrations/Zeit-Graph ableiten lässt (vgl. Kapitel 3.1), beträgt $9.6 \text{ m}/\text{Tag}$. Die mittlere Abstandsgeschwindigkeit des Grundwassers liegt somit knapp unter dem Richtwert für die Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen ($10 \text{ m}/\text{Tag}$).

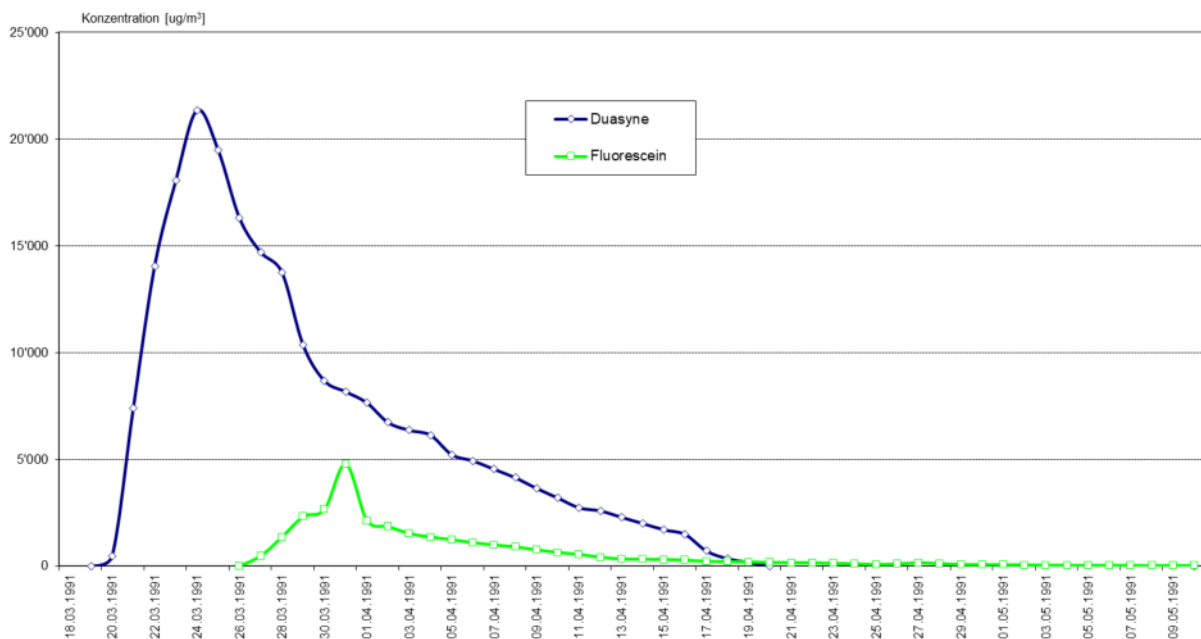


Abbildung 5.2: Farbstoffnachweis Markierversuche GWF Wees

Feldimpfung A (Fluorescein, Abb. 5.2)

Der Farbstoff Fluorescein konnte 9 Tage nach der Impfung, am Morgen des 27. März, zum ersten Mal in den Wasserproben festgestellt werden. Die Farbstoff-Konzentration erreichte am Morgen des 30. März das Maximum von 2.65 mg/m³. Anschliessend konnte der Farbstoff bis zum Versuchsende in abnehmender Konzentration nachgewiesen werden.

Die maximale, bzw. die mittlere Abstandsgeschwindigkeit beträgt 15.7 m/Tag, bzw. 9.6 m/Tag.

Neuauswertung MV

Die für die Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen relevanten mittleren Abstandsgeschwindigkeiten v_{mit} wurden 2001 entsprechend der damaligen Praxis mit dem Medianwert berechnet. Gemäss der aktuellen Wegleitung Grundwasserschutz 2004 wird die mittlere Abstandsgeschwindigkeit heute aus der dominierenden Verweilzeit des Farbstoffes berechnet. Die mittlere Abstandsgeschwindigkeit ergibt sich somit aus dem Zeitpunkt der maximal nachgewiesenen Farbstoffkonzentration im Grundwasser. In der nachfolgenden Tabelle sind die 1991 berechneten mittleren Fliessgeschwindigkeiten den neu berechneten Fliessgeschwindigkeiten gegenübergestellt.

Impfstelle / Farbstoff	mittlere Fliessgeschwindigkeit	
	Berechnung 1991	Berechnung 2021
A / 300 g Fluorescein	9.6	10.5
B / 300 g Eosin	3.8	3.7
C / 200 g Pyranin	3.8	3.6
D / 200 g Rhodamin	2.9	2.8
E / 200 g Amidoflavine	-	-
F / 200 g Duasyne	9.6	14.2

Tabelle 2.1: Tabelle mit dem Vergleich der berechneten mittleren Abstandsgeschwindigkeiten für den Markierversuch 1991

2.2.5 Kernbohrung 2015

Im April 2015 wurde auf dem Grundstück Nr. 200 eine Kernbohrung abgeteuft, um die hydrogeologischen Verhältnisse im Zusammenhang mit einer geplanten Fussgängerunterführung abzuklären. Der geologische Aufbau wurde dabei wie folgt beschrieben: unter der Deckschicht (Strassenkoffer, saubere Auffüllung) folgen bis 5.4 m Tiefe schlecht durchlässige, hauptsächlich feinkörnige Bachablagerungen bzw. Stillwassersedimente. Darunter folgt bis 6.8 m Tiefe verschwemmte Moräne, welche von der hart gelagerten, kompakten Moräne unterlagert wird. Während den Bohrarbeiten wurden keine wasserführenden Schichten angetroffen. Im Piezometer war auch nach intensiven Niederschlägen kein Grundwasser vorhanden.

3. DIE GRUNDWASSERFASSUNG WEES**3.1 Standort**

Die GWF Wees liegt südöstlich vom Dorfzentrum Gonten im Gebiet Wees in der Landwirtschaftszone. Die 1973 erstellte GWF liegt auf dem Grundstück Nr. 1018 (derzeitiger Grundeigentümer: Wasserkorporation Gonten, z.H. Thomas Fässler-Bechtiger, Sonnenrain, Rüegerstrasse 1, 9108 Gonten).



Abb. 3.1: Ansicht GWF Wees
(Foto L&H: 17.2.2021)



Abb. 3.2: OK Filterbrunnen mit Pumpen
(Foto L&H: 17.2.2021)

3.2 Technische Daten

Die GWF besteht aus einem Vertikalfilterbrunnen (Koordinaten: 2'743'946 / 1'243'212) mit einem Durchmesser von 80 cm, welcher sich in einem unterirdischen Bauwerk befindet. Die Oberkante (OK) des Filterbrunnens liegt auf 881.85 m ü.M. Der Brunnen besteht aus 2.5 m Vollrohr, 6 m Filterrohr und 1 m Schlamm sack (Schnitt Filterbrunnen vgl. Anhang Nr. 3). Das Bauwerk ist über zwei feuerverzinkte Deckel mit seitlichem 4-kant Schraubenverschluss zugänglich, zum Einem als Trockenstieg und zum Andern als Revisionsschacht für die Auswechslung der Pumpen.

Im Brunnen sind zwei Unterwasserpumpen mit einer Leistung von je 840 l/min installiert. Die Pumpen sind maximal 6 – 8 Std/Tag in Betrieb, was einer mittleren Förderleistung von 350 m³/Tag bzw. einer Dauerleistung von 245 l/min entspricht. Das Grundwasser wird ins Reservoir Loretto gepumpt, wo es mittels Javelwasser (6%) aufbereitet wird. In der Betriebswarte Loretto (über dem Reservoir liegend) ist eine Online Überwachung der Parameter elektrische Leitfähigkeit, Trübung, Temperatur, SAK-Wert² und SSK-Wert³ vorhanden.

3.3 Grundwasserspiegel

Der Grundwasserspiegel in der GWF Wees wird automatisch aufgezeichnet. Die Abbildung 3.3 zeigt den Verlauf des Grundwasserspiegels in der GWF Wees von Januar 2019 bis Februar 2021.

² SAK-Wert: spektraler Absorptionskoeffizient; oft spricht man auch von UV Absorption oder von DOC; ermöglicht eine Aussage zur Belastung des Rohwassers mit gelösten organischen Kohlenstoffen

³ SSK-Wert: spektraler Schwächungskoeffizient

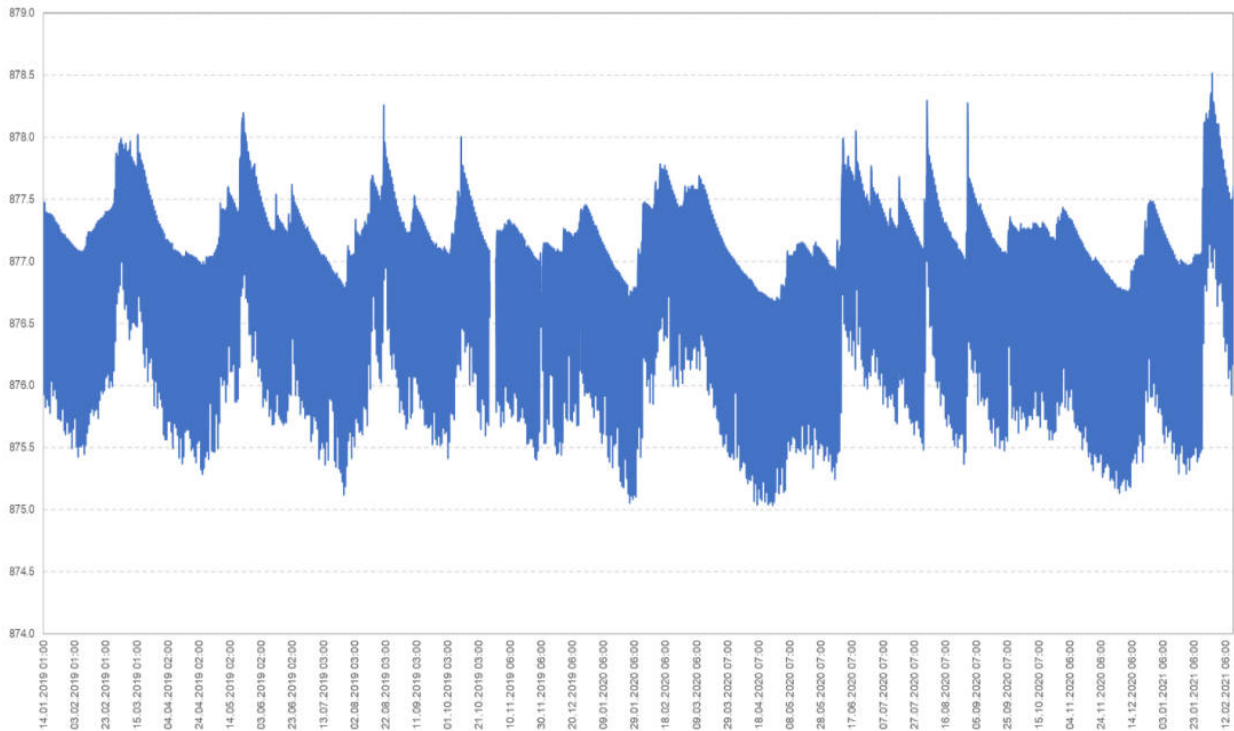


Abb. 3.3: Grundwasserspiegelaufzeichnung in der GWF Wees (Januar 2019 – Februar 2021)

Die Abbildung 3.4 zeigt eine Detail-Aufzeichnung des Grundwasserspiegels vom September 2019. Die Aufzeichnung zeigt deutlich, dass der Grundwasserspiegel bei Pumpbetrieb um ca. 1.5 m sinkt. Die Peaks bei den Absenkungen sind auf ein kurzfristiges Ab- und Anschalten der Pumpen zurückzuführen.

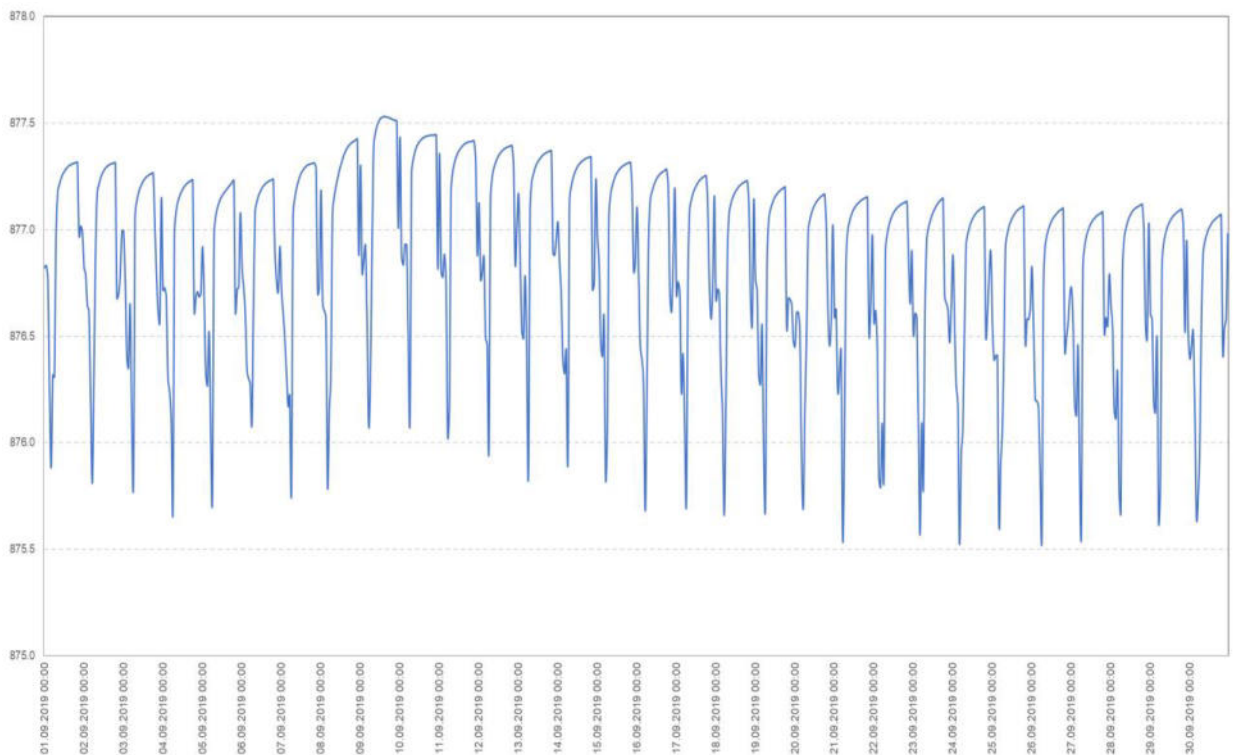


Abb. 3.4: Grundwasserspiegelaufzeichnung in der GWF Wees vom September 2019

3.4 Fördermenge

Die durchschnittliche Fördermenge in der GWF Wees beträgt im Schnitt der letzten zehn Jahre rund 140'000 m³/Jahr (vgl. Tabelle Anhang Nr. 6).

3.5 Konzession

Die Standeskommission des Kantons Appenzell Innerrhoden erteilte mit dem Schreiben vom 18. Februar 2009 der WK Gonten die Konzession zur Grundwasserentnahme von 500 l/min oder maximal 150'000 m³ pro Jahr aus der GWF Wees. Die Konzession ist gültig bis am 3. Februar 2034.

3.6 Wasserbedarf

Die WK Gonten versorgt im Bezirk Gonten sowie einem Teilgebiet vom Bezirk Appenzell aktuell rund 1'550 Personen sowie zahlreiche Landwirtschaftsbetriebe mit ca. 1'500 GVE mit Trink- und Brauchwasser. Der Wasserverbrauch beträgt im Mittel der letzten Jahre rund 170'000 m³/Jahr. Zur Sicherstellung ihres Trink- und Brauchwasserbedarfs nutzt die WK Gonten das frei zufließende Wasser der Quellen Untergehen und Grueb (ca. 20%) sowie die GWF Wees (ca. 80%). Ein Notwasseranschluss kann zur Wasserversorgung Appenzell eingerichtet werden. Die Daten der Wasserbeschaffung der WK Gonten sind im Anhang Nr. 6 zusammengestellt.

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) und in der Verordnung über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV) werden für die einzelnen Untersuchungsparameter Erfahrungs- und Toleranzwerte für Trinkwasser angegeben. Die Erfahrungswerte bezeichnen Konzentrationen, die 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

4.2.1 Allgemeine Bemerkungen

Für die Beurteilung der Wasserqualität standen uns vom geförderten Rohwasser der GWF Wees 31 bakteriologische und 21 chemische Wasserproben aus den Jahren 2012 – 2020 zur Verfügung. Die Daten sind im Anhang Nr. 7 zusammengestellt.

4.2.2 Bakteriologische Analysen

Von den 31 zur Verfügung stehenden Rohwasserproben mussten zwölf wegen ungenügender bakteriologischer Qualität beanstandet werden. Es konnten die Fäkalbakterien Escherichia coli und Enterokokken in geringer Anzahl nachgewiesen werden, welche aus den Exkrementen von Warmblütern stammen. Gemäss Lebensmittelbuch dürfen im Rohwasser weder Escherichia coli noch Enterokokken nachweisbar sein.

4.2.3 Chemische Analysen

Die Temperatur schwankt zwischen 7 und 15 °C und der pH-Wert zwischen 7.25 und 7.40. Die Abbildung 4.1 zeigt einen Vergleich der Leitfähigkeit und dem Grundwasserspiegel in der GWF Wees.

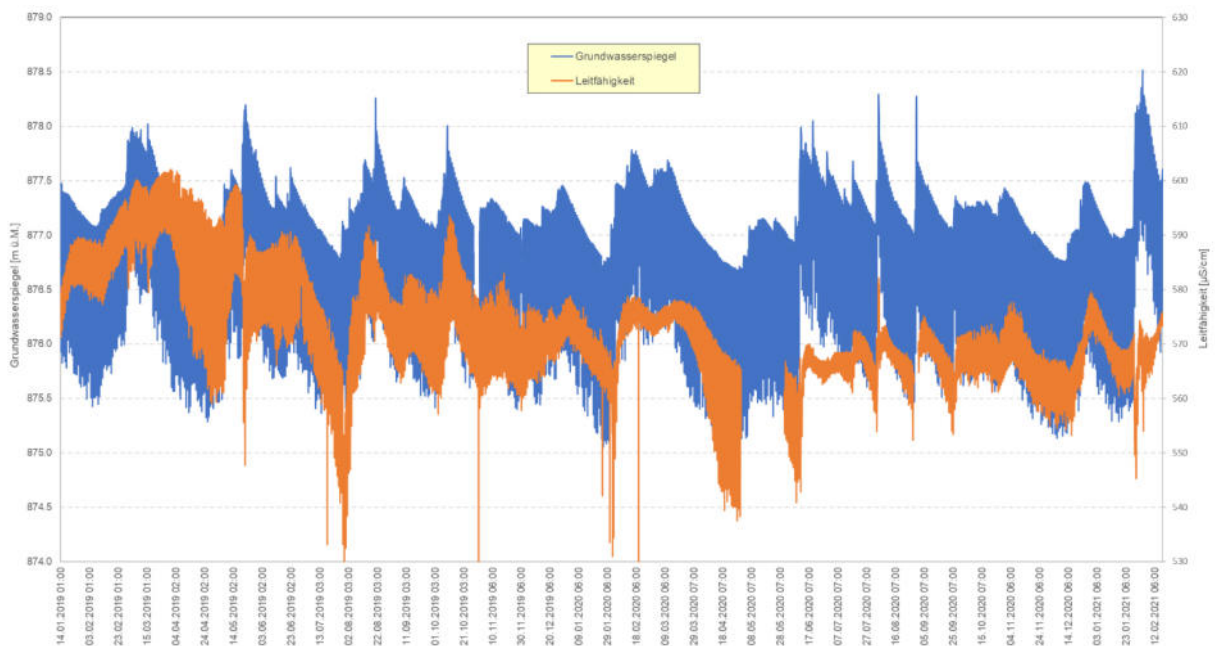


Abb. 4.1: Aufzeichnung Leitfähigkeit und Grundwasserspiegel in der GWF Wees

Die durchschnittliche Gesamthärte beträgt rund 31°fH, womit das Grundwasser als ziemlich hart bezeichnet wird.

Die Nitratkonzentration schwankt zwischen 6 und 12 mg/l, die Chloridkonzentration zwischen 9 und 14 mg/l und die Sulfatkonzentration zwischen 5 und 11 mg/l. Beim Verlauf der Sulfatkonzentration (vgl. Abb. 4.2) ist ein leichter Trend zu höheren Werten erkennbar. Die gemessenen Nitrat-, Sulfat- und Chloridkonzentrationen liegen immer unter den einzuhaltenden Grenzwerten.

In einzelnen Wasserproben wurde Chrom-VI in geringen Konzentrationen um 0,3 µg/l nachgewiesen, der Grenzwert gemäss TBDV von 20 µg/l wurde deutlich eingehalten. Eine mögliche Ursache für die Chrom-VI-Nachweise könnten imprägnierte Holzschwellen der Bahnlinie sein.

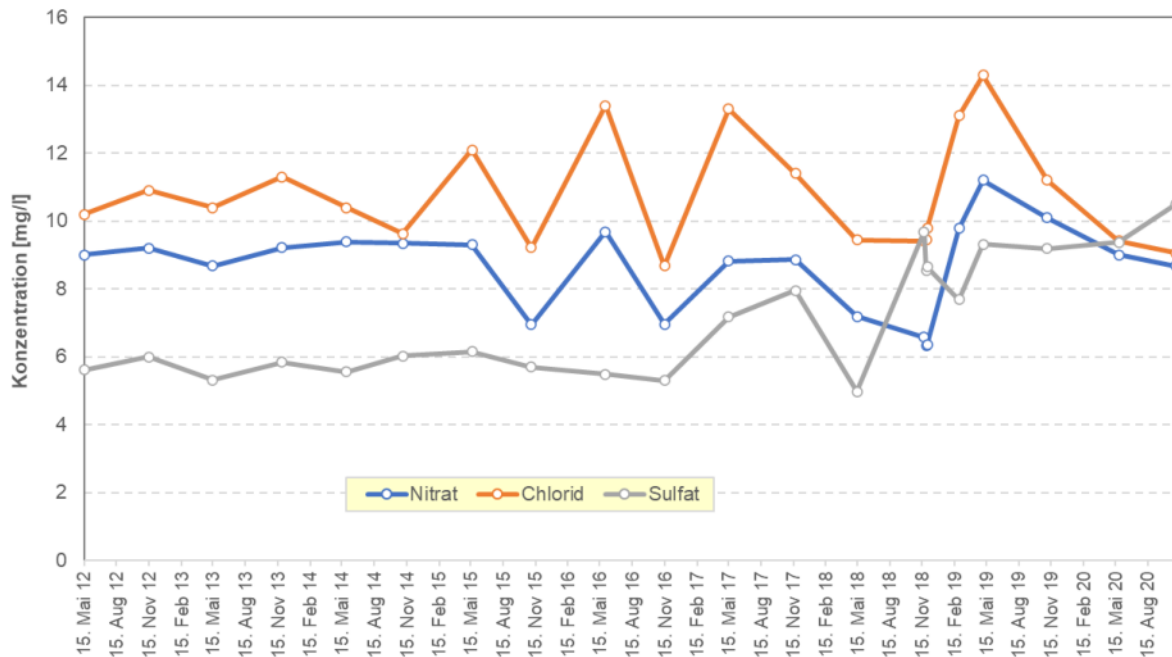


Abb. 4.2: Nitrat-, Chlorid- und Sulfatkonzentrationen in der GWF Wees (2012 – 2020)

4.2.4 Pflanzenschutzmittel

Das Grundwasser wurde in den Jahren 2012 – 2020 19mal auf diverse Pflanzenschutzmittel analysiert. Dabei konnten verschiedene Stoffe nachgewiesen werden (vgl. Tabelle Anhang Nr. 7). Die gemäss TBDV geltenden Grenzwerte (0.1 µg/l für Einzelstoffe, 0.5 µg/l für Summe aller Stoffe) wurden in keiner Probe überschritten. Die Abbildung 4.3 zeigt den Verlauf von einigen nachgewiesenen Pflanzenschutzmitteln. Daraus ist ersichtlich, dass die Konzentrationen in den letzten Jahren abnehmen.

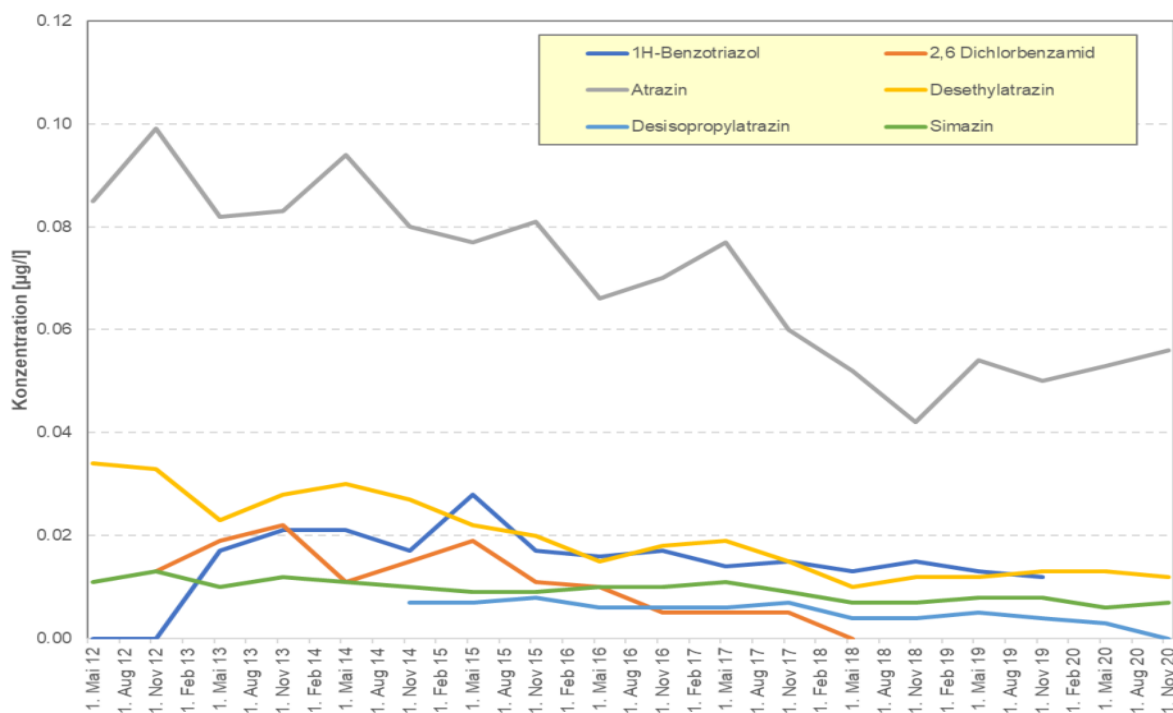


Abb. 4.3: Pflanzenschutzmittel-Nachweise in der GWF Wees (2012 – 2020)

4.3 Empfehlung für weiteres Vorgehen

Zur Sicherstellung einer einwandfreien bakteriologischen Trinkwasserqualität muss das Grundwasser weiterhin aufbereitet werden.

Das Rohwasser ist gemäss Schutzzonenreglement regelmässig untersuchen zu lassen. Die bakteriologische Qualität des Grundwassers (Rohwasser) ist vierteljährlich zu untersuchen. Aufgrund der Gefahrenherde im Einzugsgebiet sollte die chemische Qualität mindestens einmal jährlich umfassend untersucht werden, z.B. allgemeine chemische Parameter inkl. Pflanzenschutzmittel, VOC, Schwermetalle.

5. DIE GRUNDWASSERSCHUTZZONEN

5.1 Dimensionierung der Grundwasserschutzzonen

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. 8 unter 'Erläuterungen zu den Grundwasserschutzzonen'.

5.1.2 Veränderungen bisherige Schutzzonen - neue Schutzzonen

Die neuen Schutzzonen stützen sich auf die bisherigen, rechtskräftig ausgeschiedenen Schutzzonen. Die Überprüfung der Schutzzonen unter Berücksichtigung der Wegleitung Grundwasserschutz 2004 erforderten eine Anpassung der hydrogeologischen und praktischen Grundwasserschutzzonen:

- Aufgrund der neuen Berechnungen der mittleren Fliessgeschwindigkeiten (Neubeurteilung der Markierversuche gemäss Wegleitung 2004) musste die Zone S2 gegen Nordosten, Südosten und Süden vergrössert werden. Im Norden konnte die Zone S2 minimal verkleinert werden.
- Die Zone S3 wurde aufgrund der Neubeurteilung der Markierversuche gegen Südosten vergrössert, gegen Norden, Nordosten, Südwesten, Westen und Nordwesten verkleinert.

Die Veränderungen zwischen den bisherigen Schutzzonen und den neuen Schutzzonen sind im Plan im Anhang Nr. 9 ersichtlich.

5.1.3 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 Zone S1 wurde aufgrund der geringmächtigen Deckschicht mit einem Abstand von mindestens 15 m ab Fassungsschacht ausgeschieden. Gegen die Schwarz wurde die Zone S1 bis zum Bach ausgedehnt.

Innerhalb dieser Fläche sind nur Nutzungen zulässig, die der Wasserversorgung dienen. Der unverletzten Humusdecke kommt eine wichtige Schutz- und Reinigungsfunktion zu. Die Zone S1 ist markiert.

5.1.4 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 Berechnung der Fließgeschwindigkeit des Grundwassers (MV 1991) wurde der Abstand vom Fassungsschacht bis zum Rand der Zone S2 in Zuströmrichtung mit maximal 184 m dimensioniert.

5.1.5 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 Fassungsschacht bis zum äusseren Rand der Zone S3 mit maximal 275 m dimensioniert.

5.2 Gefahrenherde

Schmutzwasserleitungen

Innerhalb der Zonen S2 und S3 sind einwandige und doppelwandige Schmutzwasserleitungen vorhanden.

Massnahmen:

Die doppelwandigen Schmutzwasserleitungen sind jährlich visuell auf Leckverluste zu kontrollieren.

Die einwandigen Schmutzwasserleitungen müssen innert Jahresfrist und nachher alle fünf Jahre auf ihre Dichtheit geprüft werden. Allfällige Mängel sind umgehend zu beheben.

Strassen

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

Die Zufahrtsstrasse zur Liegenschaft Zürcher (Grundstück Nr. 202), welche in den Zonen S2 und S3 liegt, ist gekiest. Die Strasse ist mit einem allgemeinen Fahrverbot mit Zusatz "Zubringerdienst gestattet" versehen.

Die beiden Abzweiger ab der Dorfstrasse, welche in den Zonen S2 und S3 liegen, sind geteert und verfügen über eine Entwässerung. Die Strassen stehen dem allgemeinen Verkehr offen.

Massnahmen:

keine Massnahmen

Parkplätze

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

Der **Parkplatz auf dem Grundstück Nr. 1027** liegt in der Zone S3 und ist asphaltiert.

Massnahmen:

Gemäss dem Gewässerschutzgesetz und der Wegleitung Grundwasserschutz können in der Zone S3 grosse Parkplatzanlagen fallweise von der zuständigen Behörde zugelassen werden, eine Bewilligung nach Art. 32 der Gewässerschutzverordnung ist erforderlich. Massnahmen sind insbesondere ein dichter Belag, Randbordüren und Ableitung des Wassers.

Der Parkplatz in der Zone S3 muss die in Art. 32 der Gewässerschutzverordnung aufgeführten Bedingungen (dichter Belag, Randbordüren, Ableitung des Wassers) erfüllen.

Gleisanlage

Das Bahngleis der Appenzeller Bahn (AB) verläuft auf einer Länge von rund 150 m durch die Zone S2 und 70 m in der Zone S3.

Massnahmen:

Keine weiteren Massnahmen vordringlich.

Die Vegetationskontrolle auf und an den Gleisanlagen hat nach der Richtlinie "Chemische Vegetationskontrolle auf und an Gleisanlagen" zu erfolgen. Bei einer Erneuerung des Unterbaus des Bahntrasses hat dies gemäss der Richtlinie "Entwässerung von Eisenbahnanlagen" zu erfolgen.

Öltanks

Im Gebäude Assek. Nr. 788 auf dem Grundstück Nr. 1002 (Zone S3) ist ein 16'000 Liter Heizöltank im Keller des Gebäudes vorhanden.

In der Remise Assek. Nr. 812 auf dem Grundstück Nr. 202 in der Zone S3 sind zwei 1'500 Liter Dieseltanks für das Betanken von landwirtschaftlichen Fahrzeugen vorhanden. Die beiden Kunststofftanks befinden sich je in einer 100%-Auffangwanne über einem Betonboden.

Im Gebäude Assek. Nr. 843 auf dem Grundstück Nr. 1050 in der Zone S3 ist ein 10'640 Liter Heizöltank im Keller des Gebäudes vorhanden.

Massnahmen:

In der Zone S3 sind gemäss Gewässerschutzverordnung (GSchV Anhang 4 Ziff 221) freistehende Lagerbehälter mit Heiz- oder Dieselöl zur Energieversorgung von Gebäuden oder Betrieben für höchstens zwei Jahre bis 30 m³ erlaubt und bewilligungspflichtig.

Diese Anlagen müssen alle zehn Jahre durch eine Fachperson kontrolliert werden. Die Inhaber von Anlagen müssen dafür sorgen, dass die zum Schutz der Gewässer erforderlichen baulichen und apparativen Vorrichtungen erstellt, regelmässig kontrolliert und einwandfrei betrieben werden (Art. 22 Abs. 1 GSchG).

Dieseltanks für das Betanken von landwirtschaftlichen Fahrzeugen: keine weiteren Massnahmen

Landwirtschaftliche Anlagen

Auf dem Grundstück Nr. 202 beim Gebäude Assek. Nr. 168 sind in der Zone S3 zwei Güllebehälter und ein Mistlager vorhanden. Im Gebäude befinden sich drei Grünfuttersilos, deren Silosaft von Hand aus den Schöpfschächten geschöpft wird.

Massnahmen:

Die Güllebehälter und deren Zuleitungen sowie der Mistlagerplatz in der Zone S3 sind innert einem Jahr und nachher alle fünf Jahre auf ihre Dichtheit prüfen zu lassen. Allfällige Mängel sind umgehend zu beheben.

Silos: keine weiteren Massnahmen

Oberflächengewässer

Die Schwarz fliesst mit einem minimalen Abstand von 32 m östlich der Fassung Richtung Südwest.

Der Markierversuch 1991 hat gezeigt, dass die Schwarz rasch in den von der GWF Wees genutzten Grundwasserleiter infiltriert. Die sehr kurze Verweildauer des Bachinfiltrats im Grundwasserleiter (< 1 Tag) genügt nicht, um Schadstoffe auf dem Weg zur Fassung durch die Filterwirkung und Selbstreinigung im Untergrund zu entfernen.

Bei einer Verschmutzung der Schwarz, beispielsweise durch Industrieabwässer, Strassenwasser oder oberflächlich abgeschwemmte Düngemittel, stellt der Bach eine Gefahr für die Trinkwasserversorgung dar.

Massnahmen:

Es ist darauf zu achten, dass keine Schadstoffe in die Schwarz gelangen.

5.3 Nutzungseinschränkungen

In der Zone S2 dürfen keine flüssigen Hof- und Recyclingdünger (wie z.B. Gülle) und Holzschutzmittel⁴ ausgebracht bzw. verwendet werden. Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln muss nach den Vorgaben des Bundes erfolgen⁵.

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

6. ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN


Die WK Gonten fördert in der GWF Wees durchschnittlich rund 140'000 m³ Grundwasser pro Jahr und sichert somit rund 80% des gesamten Wasserverbrauchs. Zum Schutz des Grundwassers müssen Wasserversorgungen Schutz zonen um Grundwasserfassungen ausscheiden. Die Schutz zonen haben die Aufgabe, das Grundwasser im Einzugsgebiet von Trinkwasserfassungen vor Verunreinigungen zu schützen. Die WK Gonten beauftragte unser Büro, die rechtskräftigen Grundwasserschutz zonen gemäss der Wegleitung Grundwasserschutz 2004 zu überarbeiten.

Das in der GWF Wees geförderte Grundwasser wird regelmässig in bakteriologischer und chemischer Hinsicht kontrolliert. In chemischer Hinsicht weist das Grundwasser - soweit untersucht - eine einwandfreie Qualität auf. Von den 31 zur Verfügung stehenden Rohwasserproben mussten zwölf wegen ungenügender bakteriologischer Qualität beanstandet werden. Das aufbereitete Grundwasser ist von einwandfreier Qualität.

Dem vorliegenden Bericht liegen die Unterlagen von 2001 zu Grunde. Die Überprüfung der Grundwasserschutz zonen unter Berücksichtigung der Wegleitung Grundwasserschutz 2004 sowie der uns zur Verfügung stehenden Daten (Fördermengen, Wasserqualität etc.) ergab, dass die Schutz zonen S2 und S3 stellenweise verkleinert bzw. vergrössert werden müssen.

Bazenheid, 14. Oktober 2021

GEOLOGIEBÜRO
LIENERT & HAERING AG



Christoph Haering
Dipl. Geologe ETH

⁴ ChemRRV vom 18. Mai 2005; Anhang 2.4

⁵ ChemRRV vom 18. Mai 2005; Anhang 2.4 und Pflanzenschutzmittelverordnung vom 18. Mai 2005

ANHANG

- Nr. 1: Verwendete Unterlagen
- Nr. 2: Bohrprofil Rotary Bohrung 4 (1971)
- Nr. 3: Schnitt Filterbrunnen GWF Wees
- Nr. 4: Markierversuche im Einzugsgebiet der GWF Wees 1991; Situation 1 : 1'000
- Nr. 5: Markierversuche im Einzugsgebiet der GWF Wees 1991; Daten
- Nr. 6: Wasserbeschaffung WK Gonten
- Nr. 7: Trinkwasser-Untersuchungen, inkl. Grenz- und Toleranzwerte sowie Erläuterungen
- Nr. 8: Erläuterungen zu den Grundwasserschutzzonen
- Nr. 9: Vergleich bisherige Schutzzonen – neue Schutzzonen

Verwendete Unterlagen

**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

BUNDESAMT FÜR UMWELT, BAFU, UND BUNDESAMT FÜR VERKEHR, BAV

- 2014: Entwässerung von Eisenbahnanlagen; Richtlinie
- 2016: Chemische Vegetationskontrolle auf und an Gleisanlagen; Richtlinie

DR. O. LIENERT

- 1987: Grundwasserschutzzonen GWF Wees
- 1990: Resultate der VLF-Messungen im Gebiet Wees

DR. P. NÄNNY

- 1971/72: Bericht über die Ergebnisse der Sondierbohrungen Nr. 1-4 im Gebiet Jakobsbad-Gonten
Vorschlag für die Erstellung einer Grundwasserfassung inkl. Pumpversuch 29.3.-17.4.1972

GEOLOGIEBÜRO LIENERT & HAERING AG

- 2001: Grundwasserschutzzonen um die Grundwasserfassung Wees
- 2015: Projekt «Fussgängerunterführung Fussballplatz», Gonten

GESETZSAMMLUNG DES KANTONS APPENZEL INNERRHODEN

- 1993: Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (EG GSchG)
- 1993: Verordnung zum Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (VEG GSchG)

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 APPENZEL INNERRHODEN

- Gewässerschutzkarte
- Muster-Schutzzonenreglement
- 2021: Vorprüfung: Grundwasserschutzzone für die Grundwasserfassung Wees in Gonten

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.Gallen - Appenzel, 1 : 25'000
- 1993: Hydrogeologische Karte der Schweiz, Blatt Nr. 5 Toggenburg, 1 : 100'000, inkl. Erläuterungen

WÄLLI AG INGENIEURE

- 2016: Bezirk Gonten – Wasserversorgung; Generelle Wasserversorgungsplanung GWP

WASSERKORPORATION GONTEN

- Angaben zur Wasserbeschaffung
- Chemische und bakteriologische Trinkwasseranalysen
- Archiv-Unterlagen

Bohrprofil Rotary Bohrung 4 (1971)

Rotary-Bohrung 4 Gonten (Zürcher)

1:100

$k_m = 1.00 \cdot 10^{-3} \text{ m/sec}$

Ausführung: 15.11.1971

Datum	Materialbezeichnung				Bohr- u. Ausbau-garnitur	
	T ab OK Pfehl	Profil- zeichnung	H.ü.M	Benennung des Bodenmaterials	Bohr- garnitur	Ausbau- garnitur
	m	k in m/sec	m		φ in mm	
15.11.71	0.00			Humus	φ 191 mm	1.60 m Vollrohr
	0.20			Lehm mit wenig Kies		
$k_m = 1.00 \cdot 10^{-3} \text{ m/sec}$ 10.77 m	1.10				φ 191 mm	10.90 m Fillerrohr φ 114 mm
	1.77					
	5.30			Kies mit Sand, einzelne Blöcke		
	8.35					
	10.35					
12.50			Lehm, gelb			
16.60						

Schnitt Filterbrunnen GWF Wees

BOHR-HÖHE Ü.M. ART	TIEFE AB TERRAIN	SCHICHTSTÄRKE	BESCHREIBUNG DES BOHRGUTES	USCS-KLASSIFIKATION	PROFIL	VERROHRUNG DER BOHRUNG UND AUSBAU	KERN-AUSBEUTE	UNTERSUCHUNGEN, W.-SP. etc.	
ca. 881.90	0.20	0.20	Humus			Bohrgut		21.3.1973 -1.70	
	0.70	0.50	Feinsand/Silt, wenig Kies, lehmhaltig			2.50 voll			
	2.40	1.70	Kies/Sand, lehmhaltig			600 Schlitzbrückenfilter verzinkt			
	3.80	1.40	Grabbies, wenig Sand, Steine bis ca. ϕ 10 cm			100 Schlamm-sack			
			5.55	Kies/Sand, mit etwas Nagelfluh, Steine bis ca. ϕ 10 cm					
		9.35	0.50	Lehm/Sand/Kies, Steine bis ca. ϕ 12 cm, sehr fest gelagert					
ca. 872.05	9.85								


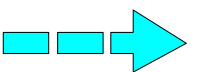


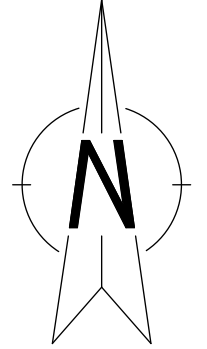
**Markierversuche im Einzugsgebiet
der GWF Wees 1991;**

Situation 1 : 1'000

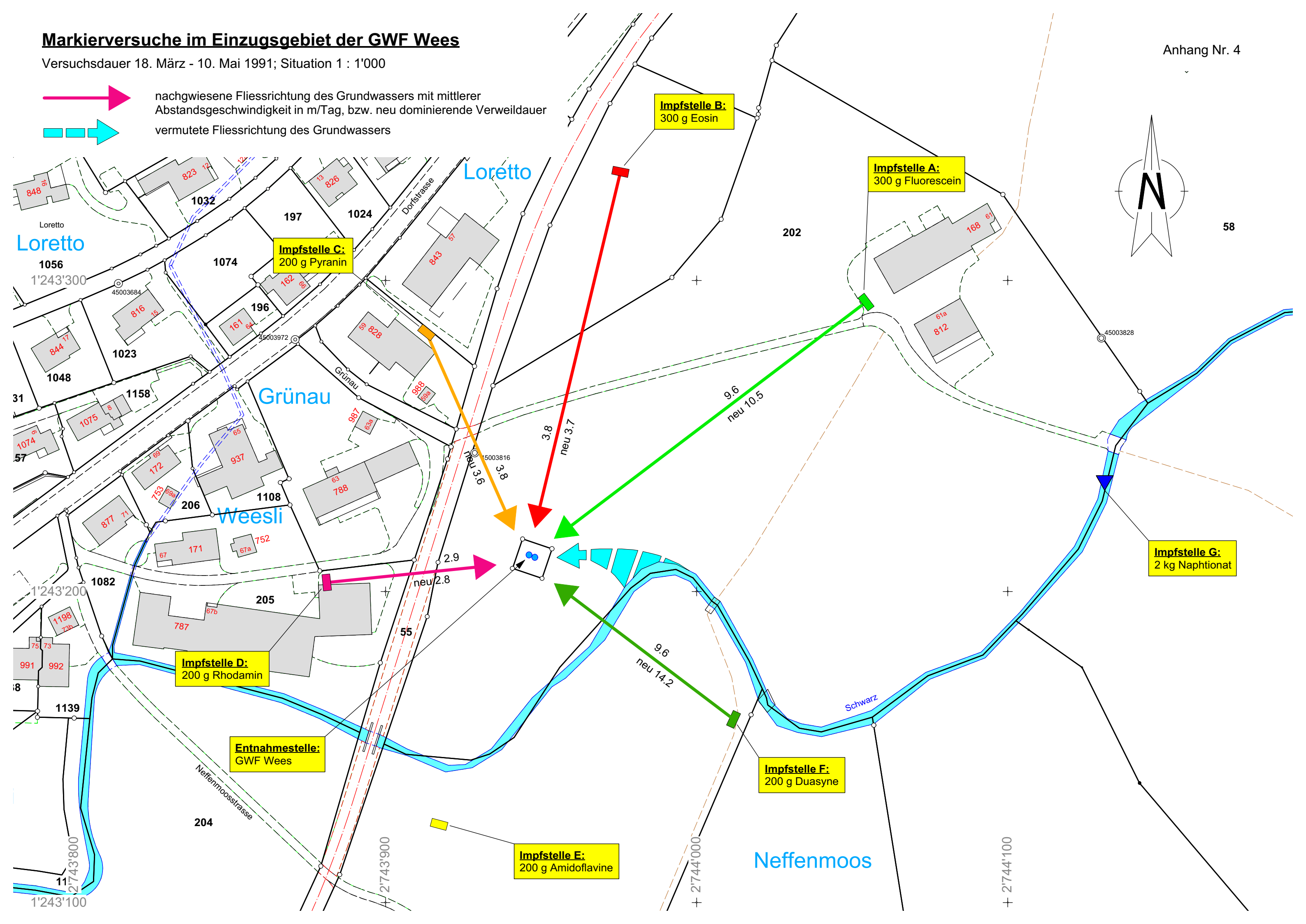
Markierversuche im Einzugsgebiet der GWF Wees

Versuchsdauer 18. März - 10. Mai 1991; Situation 1 : 1'000

-  nachgewiesene Fliessrichtung des Grundwassers mit mittlerer Abstandsgeschwindigkeit in m/Tag, bzw. neu dominierende Verweildauer
-  vermutete Fliessrichtung des Grundwassers



58



Markierversuche im Einzugsgebiet der GWF Wees 1991;

Daten

Farbstoff-Nachweis Markierungsversuche PW Wees, Bezirk Gonten

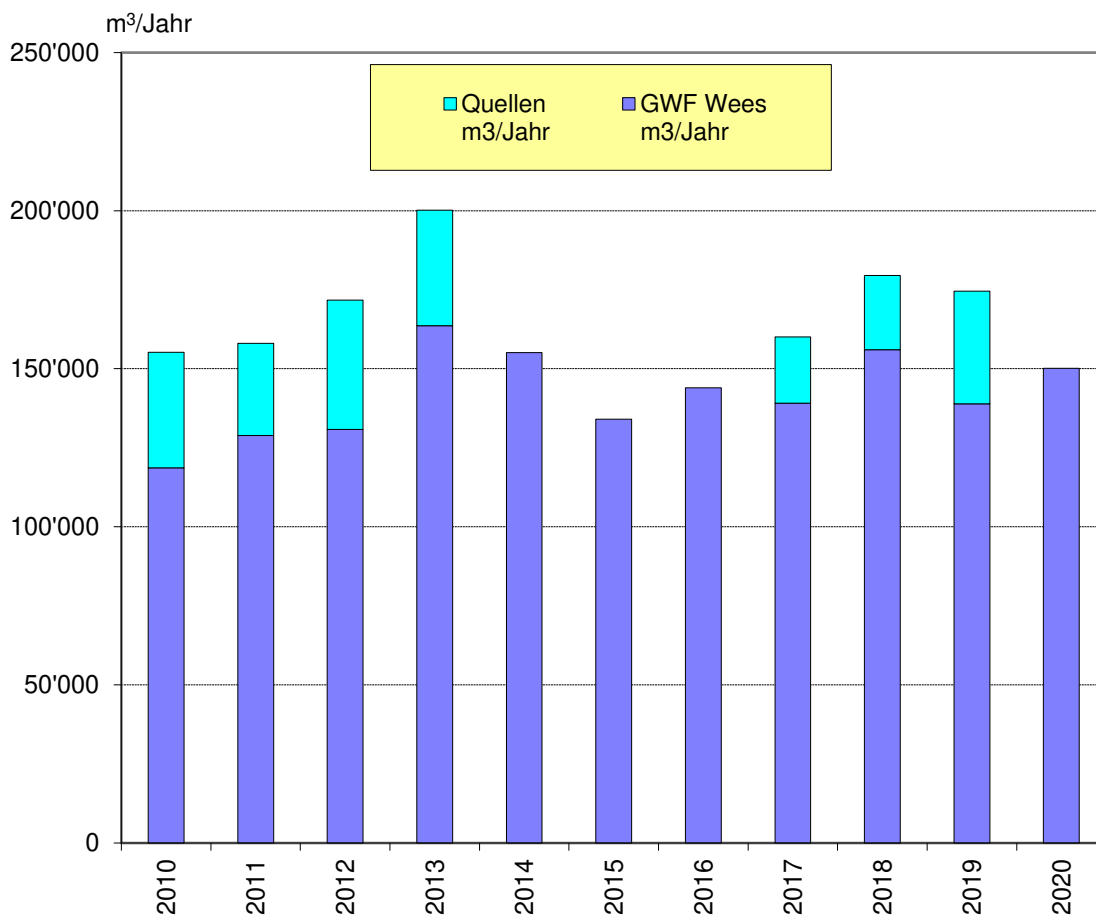
18. März bis 10. Mai 1991

Impfstelle		G	F	A	C	D	B
Datum	Zeit	Naphtionat ug/m ³	Duasyne ug/m ³	Fluorescein ug/m ³	Pyranin ug/m ³	Rhodamin ug/m ³	Eosin ug/m ³
18. Mär 91	8:00						
	19:00	0					
19. Mär 91	6:00	242					
	18:00	386	0				
20. Mär 91	6:00	531	473				
	18:00	458	3'369				
21. Mär 91	6:00	361	7'406				
	18:00	271	8'409				
22. Mär 91	6:00	192	14'030				
	18:00	96	15'400				
23. Mär 91	12:00	31	18'060				
24. Mär 91	12:00	0	21'360				
25. Mär 91	8:00		19'490				
26. Mär 91	8:00		16'320	0			
27. Mär 91	8:00		14'710	470			
28. Mär 91	8:00		13'770	1'360			
29. Mär 91	8:00		10'360	2'310			
30. Mär 91	8:00		8'690	2'650			
1. Apr 91	8:00		7'658	2'120			
2. Apr 91	8:00		6'732	1'840			
3. Apr 91	8:00		6'368	1'520	0		
4. Apr 91	8:00		6'137	1'350	16		
5. Apr 91	8:00		5'225	1'230	35	0.0	
6. Apr 91	8:00		4'934	1'090	42	3.1	
8. Apr 91	8:00		4'140	890	46	4.5	
9. Apr 91	8:00		3'642	750	51	7.8	
10. Apr 91	8:00		3'193	630	37	13.0	
11. Apr 91	8:00		2'733	540	32	9.2	
12. Apr 91	8:00		2'590	410	25	6.3	0
13. Apr 91	8:00		2'289	325	18	4.1	16
15. Apr 91	8:00		1'703	300	12	1.7	37
16. Apr 91	8:00		1'480	270	6	0.7	55
17. Apr 91	8:00		705	215	3	0.0	63
18. Apr 91	8:00		352	205	0		80
19. Apr 91	8:00		173	185			91
20. Apr 91	8:00		0	160			102
22. Apr 91	8:00			149			130
23. Apr 91	8:00			122			114
24. Apr 91	8:00			102			95
25. Apr 91	8:00			62			76
26. Apr 91	8:00			94			57
27. Apr 91	8:00			149			42
29. Apr 91	8:00			67			29
1. Mai 91	8:00			56			15
3. Mai 91	8:00			32			11
6. Mai 91	8:00			21			0
8. Mai 91	8:00			17			
10. Mai 91	8:00			12			

Wasserbeschaffung WK Gonten

Wasserbeschaffung WK Gonten

Jahr	GWF Wees m3/Jahr	Quellen m3/Jahr	Total m3/Jahr	Anteil GWF %
2010	118'702	36'486	155'188	76.5
2011	128'879	29'205	158'084	81.5
2012	130'854	40'864	171'718	76.2
2013	163'599	36'577	200'176	81.7
2014	155'136			
2015	134'007			
2016	144'000			
2017	139'149	20'897	160'046	86.9
2018	156'069	23'467	179'536	86.9
2019	138'864	35'726	174'590	79.5
2020	150'100			
Minimum	118'702	20'897	155'188	76.2
Maximum	163'599	40'864	200'176	86.9
Mittelwert	141'760	31'889	171'334	81.3



Trinkwasser-Untersuchungen inkl. Grenz- und Toleranzwerte sowie Erläuterungen

TRINKWASSER - UNTERSUCHUNGEN GWF WEES

Probedatum		15. Mai 12	13. Nov 12	14. Mai 13	26. Nov 13	28. Mai 14	4. Nov 14	19. Mai 15	6. Okt 15	3. Nov 15	31. Mai 16	14. Nov 16
------------	--	------------	------------	------------	------------	------------	-----------	------------	-----------	-----------	------------	------------

Allgemeine Parameter

Wassertemperatur	°C	9.2	10.2	9.3	9.9	9.3	14.6			10.7	9.5	9.8
Trübung	TE/F	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1		<0.1	0.33	0.15
pH-Wert		7.25	7.25	7.35	7.35	7.3	7.4	7.4		7.4	7.3	7.25
Leitfähigkeit	µS/cm	537	542	536	526	525	536	554		530	549	531
Gesamt-Härte	°fH	31.8	31.8	31.6	31	30.4	31.6	32.6		31.2	31.8	30.2
Karbonat-Härte	°fH			30.2	29.3							
Resthärte	°fH			1.4	1.7							
Säureverbrauch	mmol/l			6.04	5.86							
Sauerstoff	mg/l											
DOC	mg/l											

Bakteriologische Analyse

Gesamt-Keimzahl	KBE/ml 30 °C	0	7	0	0	8	4	1	3	13	4	1
Escherichia coli	KBE/100 ml	n.n.	1	n.n.	n.n.	1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	1	n.n.
Enterokokken	KBE/100 ml	n.n.	1	n.n.	n.n.	1	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.

Anorganische Verbindungen und Metalle

Ammonium	mg/l			n.n.	n.n.							
Nitrit	mg/l			n.n.	n.n.							
Nitrat	mg/l	9.01	9.2	8.68	9.22	9.39	9.35	9.3		6.94	9.68	6.96
Chlorid	mg/l	10.2	10.9	10.4	11.3	10.4	9.63	12.1		9.22	13.4	8.68
Sulfat	mg/l	5.62	5.99	5.31	5.84	5.56	6.02	6.15		5.7	5.49	5.3
Phosphat	mg/l											
Eisen	mg/l			n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.		n.n.
Mangan	mg/l			n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.		n.n.
Calcium	mg/l			93.3	92.9	93.2	85.8	91.4		88.9		94.1
Magnesium	mg/l			16.9	16.8	17.6	15.9	17		17.1		17.3
Natrium	mg/l			6.86	8.05	8.51	7.28	8.17		8.7		8.9
Kalium	mg/l			2.88	3.38	3.29	3.06	3.18		3.08		3.32
Zink	mg/l			n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.		n.n.
Chrom-VI	µg/l											
Bor	mg/l			n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.		n.n.		n.n.

Erfahrungswert bzw. Toleranzwert überschritten:

TRINKWASSER - UNTERSUCHUNGEN GWF WEES

Probedatum		15. Mai 17	2. Okt 17	20. Nov 17	9. Apr 18	14. Mai 18	6. Aug 18	20. Nov 18	26. Nov 18	29. Nov 18	3. Dez 18	5. Feb 19
------------	--	------------	-----------	------------	-----------	------------	-----------	------------	------------	------------	-----------	-----------

Allgemeine Parameter

Wassertemperatur	°C	9.3		10.1		9.8		10.5	9	9		
Trübung	TE/F	0.11		0.12		0.14		<0.1	0.11	<0.1		
pH-Wert		7.3		7.3		7.35		7.35	7.4	7.35		
Leitfähigkeit	µS/cm	550		548		515		500	501	498		
Gesamt-Härte	°fH	31.6		31.8		29.8		29.2	29.4	29.4		
Karbonat-Härte	°fH							27.8	27.8	28.1		
Resthärte	°fH							1.4	1.6	1.3		
Säureverbrauch	mmol/l							5.56	5.56	5.62		
Sauerstoff	mg/l											
DOC	mg/l							0.592				

Bakteriologische Analyse

Gesamt-Keimzahl	KBE/ml 30 °C	5	5	2	14	1	2	2			66	4
Escherichia coli	KBE/100 ml	n.n.	2	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.			5	n.n.
Enterokokken	KBE/100 ml	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	1	n.n.			n.n.	1

Anorganische Verbindungen und Metalle

Ammonium	mg/l							0.033	0.035	0.028		
Nitrit	mg/l							n.n.	n.n.	<0.033		
Nitrat	mg/l	8.82		8.86		7.19		6.58	6.32	6.37		
Chlorid	mg/l	13.3		11.4		9.44		9.41	9.45	9.79		
Sulfat	mg/l	7.18		7.96		4.98		9.68	8.54	8.65		
Phosphat	mg/l							<0.01				
Eisen	mg/l	n.n.		n.n.								
Mangan	mg/l	n.n.		n.n.								
Calcium	mg/l	87.5		99.9								
Magnesium	mg/l	16.2		16.4								
Natrium	mg/l	8.86		8.69								
Kalium	mg/l	<2.87		2.96								
Zink	mg/l	n.n.		n.n.								
Chrom-VI	µg/l					0.29		0.24				
Bor	mg/l	n.n.		n.n.								

Erfahrungswert bzw. Toleranzwert überschritten:

TRINKWASSER - UNTERSUCHUNGEN GWF WEES

Probedatum		27. Feb 19	1. Apr 19	6. Mai 19	3. Jun 19	7. Okt 19	4. Nov 19	2. Dez 19	4. Feb 20	25. Mai 20	3. Aug 20	5. Okt 20
------------	--	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------------	-----------	-----------

Allgemeine Parameter

Parameter	Einheit	27. Feb 19	1. Apr 19	6. Mai 19	3. Jun 19	7. Okt 19	4. Nov 19	2. Dez 19	4. Feb 20	25. Mai 20	3. Aug 20	5. Okt 20
Wassertemperatur	°C	7					10.9			10.3		
Trübung	TE/F	<0.1		<0.1			<0.1			0.16		
pH-Wert		7.3		7.35			7.25			7.35		
Leitfähigkeit	µS/cm	532		525			514			509		
Gesamt-Härte	°fH	29.2		30			29.8					
Karbonat-Härte	°fH	29.5		28.2								
Resthärte	°fH	n.n.		1.8								
Säureverbrauch	mmol/l	5.9		5.64								
Sauerstoff	mg/l									7.4		
DOC	mg/l			0.539								

Bakteriologische Analyse

Parameter	Einheit	27. Feb 19	1. Apr 19	6. Mai 19	3. Jun 19	7. Okt 19	4. Nov 19	2. Dez 19	4. Feb 20	25. Mai 20	3. Aug 20	5. Okt 20
Gesamt-Keimzahl	KBE/ml 30 °C		0	0	1	51	1	0	10	16	>300	0
Escherichia coli	KBE/100 ml		n.n.	n.n.	n.n.	3	n.n.	n.n.	n.n.	1	19	n.n.
Enterokokken	KBE/100 ml		n.n.	n.n.	n.n.	3	n.n.	1	1	7	30	n.n.

Anorganische Verbindungen und Metalle

Parameter	Einheit	27. Feb 19	1. Apr 19	6. Mai 19	3. Jun 19	7. Okt 19	4. Nov 19	2. Dez 19	4. Feb 20	25. Mai 20	3. Aug 20	5. Okt 20
Ammonium	mg/l	<0.026		n.n.								
Nitrit	mg/l	n.n.		n.n.								
Nitrat	mg/l	9.78		11.2			10.1			9		
Chlorid	mg/l	13.1		14.3			11.2			9.41		
Sulfat	mg/l	7.69		9.31			9.19			9.38		
Phosphat	mg/l			n.n.								
Eisen	mg/l			n.n.			n.n.			n.n.		
Mangan	mg/l			n.n.			n.n.			n.n.		
Calcium	mg/l			93.9			86.5			91.1		
Magnesium	mg/l			17.1			15.3			17.2		
Natrium	mg/l			8.67			8.11			11		
Kalium	mg/l			<2.87			<2.87			<2.87		
Zink	mg/l			n.n.			n.n.			n.n.		
Chrom-VI	µg/l									0.24		
Bor	mg/l			n.n.			n.n.			n.n.		

Erfahrungswert bzw. Toleranzwert überschritten:

TRINKWASSER - UNTERSUCHUNGEN GWF WEES

Probedatum		2. Nov 20											
-------------------	--	------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Allgemeine Parameter

Wassertemperatur	°C	10.8											
Trübung	TE/F	0.16											
pH-Wert		7.35											
Leitfähigkeit	µS/cm	519											
Gesamt-Härte	°fH												
Karbonat-Härte	°fH												
Resthärte	°fH												
Säureverbrauch	mmol/l												
Sauerstoff	mg/l	7.3											
DOC	mg/l												

Bakteriologische Analyse

Gesamt-Keimzahl	KBE/ml 30 °C	0											
Escherichia coli	KBE/100 ml	n.n.											
Enterokokken	KBE/100 ml	n.n.											

Anorganische Verbindungen und Metalle

Ammonium	mg/l												
Nitrit	mg/l												
Nitrat	mg/l	8.68											
Chlorid	mg/l	9.06											
Sulfat	mg/l	10.5											
Phosphat	mg/l												
Eisen	mg/l												
Mangan	mg/l												
Calcium	mg/l												
Magnesium	mg/l												
Natrium	mg/l												
Kalium	mg/l												
Zink	mg/l												
Chrom-VI	µg/l	0.38											
Bor	mg/l												

Erfahrungswert bzw. Toleranzwert überschritten:

TRINKWASSER - UNTERSUCHUNGEN GWF WEES

Pflanzenschutz-mittel und Indikatorstoffe		15. Mai 12	13. Nov 12	14. Mai 13	26. Nov 13	28. Mai 14	4. Nov 14	19. Mai 15	3. Nov 15	31. Mai 16	14. Nov 16	15. Mai 17	20. Nov 17	14. Mai 18	20. Nov 18	6. Mai 19	4. Nov 19	18. Feb 20	25. Mai 20	2. Nov 20
1H-Benzotriazol	µg/l	<0.015	<0.015	0.017	0.021	0.021	0.017	0.028	0.017	0.016	0.017	0.014	0.015	0.013	0.015	0.013	0.012			0.012
2,6 Dichlorbenzamid	µg/l		0.013	0.019	0.022	0.011	0.015	0.019	0.011	0.01	0.005	0.005	0.005	<0.003						
5-Methyl-1H-Benzotriazol	µg/l											0.021	0.021							
Acesulfam	µg/l						<0.01	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.							
Aspartam	µg/l						n.n.													
Atrazin	µg/l	0.085	0.099	0.082	0.083	0.094	0.08	0.077	0.081	0.066	0.07	0.077	0.06	0.052	0.042	0.054	0.05		0.053	0.056
Desethylatrazin	µg/l	0.034	0.033	0.023	0.028	0.03	0.027	0.022	0.02	0.015	0.018	0.019	0.015	0.01	0.012	0.012	0.013		0.013	0.012
Desisopropylatrazin	µg/l		<0.02				0.007	0.007	0.008	0.006	0.006	0.006	0.007	0.004	0.004	0.005	0.004		0.003	<0.005
Chlorothalonil Metabolit R417888	µg/l																	n.n.	n.n.	n.n.
Chlorothalonil Metabolit R417811	µg/l																	n.n.	<0.05	<0.05
Chlorothalonil Metabolit SYN507900	µg/l																	n.n.	n.n.	n.n.
Cyclamat	µg/l						n.n.													
Neohesperidin-Dihydrochalkon	µg/l						n.n.													
Neotam	µg/l						n.n.													
Propazin	µg/l	<0.005			<0.005			<0.005		0.005		<0.005								
Saccharin	µg/l																			
Simazin	µg/l	0.011	0.013	0.01	0.012	0.011	0.01	0.009	0.009	0.01	0.01	0.011	0.009	0.007	0.007	0.008	0.008		0.006	0.007
Sucralose	µg/l						n.n.													
Terbutylazin	µg/l	<0.003	0.003					<0.003	<0.003		<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003		<0.003	
Terbutryn	µg/l									n.n.					0.004				0.004	

Grenz- und Toleranzwerte

Grenz- und Toleranzwerte		Schweizerisches Lebensmittelbuch SLMB	TBDV	Gewässerschutzverordnung GSchV
Parameter	Einheit	Erfahrungswert für Trinkwasser	Anforderungen an Trinkwasser	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		
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	
Aerobe mesophile Keime: nach Aufbereitung	KBE/ml		20	
Aerobe mesophile Keime: im Netz	KBE/ml		300	
Escherichia Coli	KBE/100 ml		0	
Enterokokken	KBE/100 ml		0	
Anorganische Verbindungen und Metalle				
Ammonium	NH ₄ mg/l	bis 0.05	0.1	
Nitrit	NO ₂ mg/l	bis 0.01	0.1	
Nitrat	NO ₃ mg/l	bis 25	40	25
Sulfat	SO ₄ mg/l	bis 50		40
Phosphat	PO ₄ mg/l	bis 0.05	1	
Chlorid	Cl mg/l	bis 20		40
Fluorid	F mg/l	bis 0.5	1.5	
Selen	Se mg/l	bis 0.001	0.01	
Eisen gelöst	Fe mg/l	bis 0.05		
Eisen gesamt	Fe mg/l		0.2	
Mangan gelöst	Mn mg/l	bis 0.02		
Mangan gesamt	Mn mg/l		0.05	
Aluminium	Al ₃ mg/l	bis 0.05	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.

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

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

C) Einschränkungen in den Schutzzonen

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

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

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

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

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

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

D) Anforderungen an den Schutzzonenplan

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

Vergleich bisherige Schutzzonen – neue Schutzzonen

Grundwasserschutzzonen um die Grundwasserfassung Wees

Vergleich bisherige Schutzzonen - neue Schutzzonen; Situation 1 : 2'000

	bisherige Schutzzonen	neue Schutzzonen
Zone S1		
Zone S2		
Zone S3		

