

Beilage A zum Planungs- und Mitwirkungsbericht



Baugeologie und Geo-Bau-Labor AG
Bolettastrasse 1, 7000 Chur
Tel +41 81 257 18 60 Büro
Tel +41 81 257 18 61 Labor
info@baugeologie.ch
www.baugeologie.ch

GEMEINDE BONADUZ

Wasserversorgung

Ausscheidung detaillierter Quellschutzzonen:

- **Hydrogeologischer Bericht**
- **Schutzzonenplan**
- **Schutzzonenreglement**

Chur, 25.11.2021

BG 3572

VORPRÜFUNGSEXEMPLAR

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen	3
1.1	Auftraggeberin	3
1.2	Situation und Aufgabenstellung.....	3
1.3	Vorgehen	3
1.4	Unterlagen	3
1.5	Gesetze und Verordnungen	4
2	Quellenfassungen.....	5
2.1	Überblick Quellen, geografische Lage.....	5
2.2	Tektonisch-geologische Lage	5
2.3	Hydrogeologie und Quellfassungen	5
3	Untersuchungen des Quellwassers.....	6
3.1	Quellmessungen (Schüttung, Temperatur)	6
3.2	Einzugsgebietsgrösse	6
3.3	Mikrobiologische Untersuchungen	7
3.4	Chemische Untersuchungen.....	7
4	Markierversuche	7
4.1	Konzept und Durchführung	7
4.2	Resultate	7
4.3	Interpretation.....	7
5	Detaillierte Schutzzonenausscheidung.....	8
5.1	Generelle Bedeutung	8
5.2	Dimensionierungskriterien (allgemein, ohne Bezug zum Untersuchungsgebiet) ..	9
5.3	Schutzzonen für die genutzten Quellen in der Gemeinde Bonaduz.....	9
5.4	Betroffene Parzellen	10
6	Konflikte und Gefährdung.....	10
7	Massnahmen und Empfehlungen	11

Beilagen

1	Auszug aus der Gewässerschutzkarte, Übersicht 1:10'000 (A3)
2	Hydraulisches Schema (A3)
3.1 - 3.7	Kataster der Quellfassungen
4.1 - 4.15	Quellmessungen
5.1 - 5.8	Resultate der mikrobiologischen Untersuchungen
6.1 - 6.7	Resultate der chemischen Analysen
7	Übersicht der Markierversuche 1:5'000 (A3)
8.1 - 8.7	Verzeichnis der Impfstellen
9.1 - 9.2	Resultate der Markierversuche
10.1 - 10.10	Detailpläne S1 und Fassungspläne 1:500 (A4)

Beilagen ohne Nummer:

- Detaillierter Schutzzonenplan 1:2'500
- Ergänzendes Anhang zum Schutzzonenreglement

1 Vorbemerkungen

1.1 Auftraggeberin

Gemeinde Bonaduz, Hauptstrasse 25, 7402 Bonaduz

1.2 Situation und Aufgabenstellung

Gemäss den Vorschriften im Gewässerschutzgesetz [1.5.1] (GSchG, SR 814.20, Art. 20) sollen für alle Quellen, die Wasserversorgungen im öffentlichen Interesse speisen, detaillierte Schutzzonen ausgeschieden werden. Die Pflicht zur Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen obliegt in Graubünden den Gemeindevorständen [1.5.5] (KGSchG, BR 815.100, Art. 24).

Die Wasserversorgung Bonaduz wird aus mehreren Quellen gespeist.

Da es sich bei der Alp Sut um einen lebensmittelverarbeitenden Betrieb handelt, stehen die Quellen Il Bot in öffentlichem Interesse und es müssen ebenfalls detaillierte Schutzzonen ausgeschieden werden.

1.3 Vorgehen

Die hydrogeologische Untersuchung und die Ausscheidung detaillierter Quellschutzzonen erfolgten in folgenden Schritten:

- Sichten vorhandener hydrogeologischer Unterlagen und geologischer Berichte
- Geologisch-hydrogeologische Beurteilung der Quellen, deren näherer und weiterer Umgebung (Herkunftsgebiet des Quellwassers), sowie der Fassungsschächte
- Ausführen und Auswerten von Markierversuchen
- Auswerten von Schüttungsmessungen
- Abschätzen der Grösse der Einzugsgebiete der Quellen
- Abschätzen der Abstandsgeschwindigkeiten im Einzugsgebiet der jeweiligen Quellen
- Dimensionieren der hydrogeologischen Schutzzonen
- Ausarbeiten praktischer Schutzzonen S1, S2 und S3, unter Berücksichtigung von Parzellengrenzen, Verkehrswegen etc., wo dies sinnvoll möglich ist (Schutzzonenplan)
- Verfassen des hydrogeologischen Berichts
- Erstellen eines Schutzzonenreglements mit Anmerkungen zu gewässerschutztechnischen Sanierungsmassnahmen für die einzelnen Quellen (Grundlage: Musterreglement des ANU GR [1.4.2])

1.4 Unterlagen

AMT FÜR NATUR UND UMWELT GR (ANU GR)

1.4.1 Gewässerschutzkarte Graubünden (abgerufen am 4.12.2019)

1.4.2 Muster Schutzzonenreglement für detaillierte Schutzzonenausscheidung (Version 1.1 vom 18.6.2018)

1.4.3 Kataster der belasteten Standorte Graubünden (Abfrage vom 20.11.2018)

1.4.4 Wasserversorgungsatlas, Ausschnitt Quellen Salums Leo und Il Bot, 1:1'000 (Abfrage vom 14.5.2019)

BUNDESAMT FÜR UMWELT (BAFU)

1.4.5 Wegleitung Grundwasserschutz; Vollzug Umwelt (2004)

1.4.6 Grundwasserschutzzonen bei Lockergesteinen. Ein Modul der Vollzugshilfe Grundwasserschutz (2012)

1.4.7 Hydrologischer Atlas der Schweiz (www.hades.unibe.ch)

BUNDESAMT FÜR LANDESTOPOGRAFIE SWISSTOPO

1.4.8 Geologische Vektordatensätze GeoCover V2, Datenstand vom 4.9.2019

BUNDESAMT FÜR WASSER UND GEOLOGIE (BWG)

1.4.9 Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern (2003)

1.4.10 Tektonische Karte der Schweiz 1:500'000 (2005)

- GEMEINDE BONADUZ
- 1.4.11 Quellschüttungs- und Temperaturmessungen, diverse Quellwasseranalysen (mikrobiologisch und chemisch)
- INGENIEURBÜRO KÄLIN, CHUR
- 1.4.12 Quelfassung "Vieli" Ost, Plan Nr. 881-1, Ausführungsexemplar, Situation 1:500 (Januar 1971)
- ULI LIPPUNER AG, SARGANS
- 1.4.13 Quellgebiet Fontauna Nera, Ausführungsplan, 1:500, 24.9.2002
- 1.4.14 Sanierung Quelle Paliu Fravi, Plan des ausgeführten Werks, Situation 1:200 (27.11.2018)
- 1.4.15 QS - Wasserversorgung Bonaduz/Rhäzüns, Hydraulisches Schema (30.6.2017)
- BAUGEOLOGIE UND GEO-BAU-LABOR AG, CHUR
- 1.4.16 Diverse weitere Schutzzonenprojekte in Graubünden, geologische und hydrogeologische Projekte in Bonaduz

1.5 Gesetze und Verordnungen

- BUNDESRECHT
- 1.5.1 Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG) vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. Januar 2017) SR 814.20
- 1.5.2 Gewässerschutzverordnung des Bundesrates (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. Juni 2018) SR 814.201
- 1.5.3 Bundesgesetz über die Landwirtschaft (LwG, Landwirtschaftsgesetz) vom 29. April 1998 (Stand am 1. Januar 2018) SR 910.1
- 1.5.4 Verordnung über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (Pflanzenschutzmittelverordnung, PSMV) vom 12. Mai 2010 (Stand am 1. Juli 2018) SR 916.161
- KANTONALES RECHT
- 1.5.5 Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Kantonales Gewässerschutzgesetz, KGSchG) vom 8.6.1997 (Stand am 1.1.2016) BR 815.100
- 1.5.6 Verordnung zum Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Kantonale Gewässerschutzverordnung, KGSchV) vom 27. Januar 1997 (Stand am 1.1.2016) BR 815.200
- 1.5.7 Landwirtschaftsverordnung vom 28. März 2000; Art. 22: Gewässerschutz in der Landwirtschaft (Stand am 1.12.2012) BR 910.050

2 Quellenfassungen

2.1 Überblick Quellen, geografische Lage

Die Quellen liegen westlich des Siedlungsgebietes von Bonaduz in Höhenlagen zwischen ca. 730 und 1'350 müM.

Tabelle 1: Quellen der Wasserversorgungen

Quelle	Koordinaten der Quelle	Höhe	Wasserversorgung
Il Bot II	2'747'191 / 1'183'390	1'340	Alp Sut
Il Bot III	2'747'209 / 1'183'342	1'345	
Vargas (auch Vargias)	2'746'978 / 1'183'785	1'310	Prau Grond und private Maiensässe
Salums Friedrich Nord*	2'747'402 / 1'184'835	955	Öffentliche Wasserversorgung Gemeinde Bonaduz
Salums Friedrich Süd*	2'747'386 / 1'184'802	965	
Salums Vieli Ost*	2'747'507 / 1'184'814	955	
Salums Vieli West*	2'747'461 / 1'184'831	955	
Salums Leo	2'747'447 / 1'184'959	898	
Paliu Fravi	2'747'545 / 1'185'188	815	
Fontauna Nera I	2'747'289 / 1'185'523	740	
Fontauna Nera II	2'747'251 / 1'185'417	755	
Fontauna Nera III	2'747'335 / 1'185'562	734	

* Die Quellen Friedrich und Vieli münden in dieselbe Brunnenstube, wo den Zuleitungen Buchstaben G bis L zugeordnet sind; Restlos geklärt werden konnte die Zuordnung nicht, gemäss hydraulischem Schema erscheint folgende Zuordnung am logischsten: G: Salums Vieli West, H: Salums Vieli Ost, I: Salums Friedrich Süd, K und L: Salums Friedrich Nord

2.2 Tektonisch-geologische Lage

Die Quellen entspringen entweder den Ablagerungen des Flimser Bergsturzes (Fontauna Nera), lokaler Felssturzmasse (Paliu Fravi, Quellen Salums) oder den Bündnerschiefern der unterpenninischen Grava-Decke (Vargas, Il Bot). Die Bündnerschiefer fallen flach bis mässig steil gegen Südosten bis Süden ein, mit lokalen Abweichungen infolge Verfaltung der Gesteinschichten [1.4.8, 1.4.16]

2.3 Hydrogeologie und Quellfassungen

Nachstehend sind die hydrogeologischen Dispositionen der Quellen kurz beschrieben. Informationen zu den Fassungen sind den Katasterblättern in Beilage 3 und den Plänen in Beilage 10 zu entnehmen.

2.3.1 Quelle Fontauna Nera

Die Quellen liegen in der Randzone von Ablagerungen des Flimser Bergsturzes. Die Ablagerungen sind hier vermutlich geringmächtig und das Grundwasser, vornehmlich Hangwasser von Süden (vgl. Vernässungen im Gebiet Fontauna Sogn Martin), wird auf der Oberfläche der darunterliegenden Bündnerschiefer gestaut. Die Talverengung zwingt das Wasser zum Austreten an die Oberfläche.

2.3.2 Quellen Paliu Fravi und Salums

Die Quellen liegen in den Ablagerungen des Sturzes von Salums, deren Untergrenze nicht bekannt ist. Die Sturzablagerungen sind vermutlich mehrphasig mit feinkörnigen Trennschichten, auf denen das Hangwasser gestaut wird. Die Quellen Salums Friedrich und Vieli befinden sich entlang der Ausbisslinie einer solchen Stauerschicht. Die Quellen Paliu Fravi und Salums Leo liegen in mit Bachschutt verfüllten Rinnen.

Die Quelle Paliu Fravi wurde 2019 neu gefasst.

2.3.3 Quelle Vargas

Die Quelle Vargas liegt in einer kleinen Höhle zwischen Bündnerschieferblöcken, ohne eigentliches Fassungsbauwerk. Das Hangwasser fliesst vermutlich innerhalb der Lockergesteinsbedeckung entlang Zonen erhöhter Durchlässigkeit, welche beim Quellaustritt keine Fortsetzung haben, sodass das Wasser im grobblockigen Bündnerschieferschutt an der Oberfläche austritt.

2.3.4 Quellen II Bot

Die Quellen II Bot bestehen aus ursprünglich drei Fassungen, wobei die Fassung II Bot I kaum mehr Wasser liefert und aufgrund der nahe oberhalb vorbeiführenden Alpstrasse zukünftig nicht mehr genutzt wird. Die beiden weiteren Quellen II und III treten auf der Bündnerschiefer-Fels-oberfläche aus geringmächtigem Hangschutt zu Tage.

3 Untersuchungen des Quellwassers

3.1 Quellmessungen (Schüttung, Temperatur)

Die Quellen der Wasserversorgung Bonaduz sind bezüglich Temperatur und Quellschüttung hervorragend dokumentiert. Monatliche Messungen seit 2016 sind in der Beilage 4 aufgeführt.

Die Schüttungsquotienten (maximale Schüttung/minimale Schüttung) geben Hinweise auf die hydrogeologische Qualität von Quellen. Niedrige Schüttungsquotienten weisen auf grössere Reservoirs hin, die längere Trockenperioden gut ausgleichen, während grosse Quotienten auf eher kleine Reservoirs und kurze Aufenthaltszeiten des Wassers im Untergrund deuten.

Die Quellen Fontauna Nera I und II, sowie Salums Leo und die Fassungen I und L der Quellen Salums Friedrich weisen sehr gute Werte unter 5 auf. Schlechtere Werte über 10 zeigen die Quellen Fontauna Nera III, Paliu Fravi, sowie die Fassungen G und K der Quellen Salums Friedrich.

Die Wassertemperaturen sind mehrheitlich unauffällig, lediglich in der Quelle Paliu Fravi wurden 2016 im Herbst erhöhte Wassertemperaturen um 12° C gemessen.

3.2 Einzugsgebietsgrösse

Die Grösse der Einzugsgebiete kann rechnerisch abgeschätzt werden. Zunächst wird die jährlich versickernde Wassermenge wie folgt bestimmt:

$$I = N - ETP - Q_o \times f_{Qo}$$

(I: effektive Versickerung, N: Niederschlag, ETP: Evapotranspiration, Q_o: Oberflächenabfluss, f_{Qo}: Abflussfaktor, der sagt, welcher Anteil oberflächlich abfließt).

Danach errechnen sich die Flächen der jeweiligen Einzugsgebiete grob gemäss folgender Formel:

$$F = Q_{\text{Jahr}} / I$$

(F: Fläche des Einzugsgebietes, Q_{Jahr}: jährliche Gesamtschüttung der Quelle)

Werte für N, ETP und Q_o stammen aus [1.4.7]. Q_{Jahr} ist aus der mittleren Quellschüttung hochgerechnet. f_{Qo} richtet sich nach der Oberflächenbeschaffenheit der Einzugsgebiete. Die eingesetzten Werte orientieren sich an folgenden Richtwerten: Wald (0.1), Wiesen und Felder (0.2), Brachland (0.5), Fels und unbefestigte Strassen (0.7), Siedlungsgebiet und befestigte Strassen (0.9).

Die auf diese Weise ermittelten Flächen sind als Mindestwerte zu betrachten; nicht berücksichtigte, ungefasste Quellen im selben Einzugsgebiet führen zu einer Unterschätzung der Flächen. Quellen sollten gemeinsam betrachtet werden, wenn sie im selben Einzugsgebiet liegen. Die Methode liefert dennoch einen wertvollen Hinweis auf die Grössenordnung des Einzugsgebiets. In Tabelle 2 sind die errechneten Einzugsgebietsgrössen aufgeführt.

Tabelle 2: Errechnete Einzugsgebietsgrössen

Einzugsgebiet für Quellen	Mittlere Quellschüttung	Theor. Grösse des Einzugsgebiets
Fontauna Nera	368 l/min	22.7 ha
Paliu Fravi	168 l/min	10.4 ha
Salums	254 l/min	15.7 ha
Vargas	3 l/min	0.1 ha
II Bot	7 l/min	0.4 ha

Die Summe der Flächen ist kleiner als das zur Verfügung stehende, topografisch abgeschätzte Einzugsgebiet der Quellen (grob gesagt das gesamte Gebiet unterhalb der scharfen Geländekante der Crappa Salums). Dies entspricht der Erwartung unter Berücksichtigung der Fontauna Sogn Martin und des Flachmoors Veier, welche einen Teil des topografisch abgeschätzten Einzugsgebiets entwässern. Die Einzugsgebietsgrößen sind damit in einer plausiblen Größenordnung. Bei den Quellen Vargas und Il Bot sind die für die mittleren Quellschüttungen theoretisch erforderlichen Einzugsgebieten sogar kleiner als die Schutzzonen.

3.3 Mikrobiologische Untersuchungen

Uns liegen mikrobiologische Untersuchungen von 2017 bis 2020 vor. Die Proben waren überwiegend einwandfrei. Eine Ausnahme ist die Quelle Salums Friedrich, wo im Juli 2019 eine leichte Überschreitung des Grenzwertes bei den aeroben, mesophilen Keimen festgestellt wurde. Im September 2020 wurden geringfügige Grenzwertüberschreitungen von *E. coli* und Enterokokken festgestellt. In der Quelle Il Bot waren ebenfalls im September 2020 zu viele aerobe, mesophile Keime festgestellt worden.

3.4 Chemische Untersuchungen

Jede Quelle wurde chemisch untersucht. Die analysierten Parameter sind mehrheitlich unauffällig. Den niedrigsten Nitratgehalt aller Quellen haben die Quellen Il Bot. Eine Beeinflussung durch den Alpbetrieb besteht hier offensichtlich nicht.

Bei der Quelle Fontauna Nera I ist der Chloridgehalt gegenüber den anderen Quellen erhöht (immer noch unbedenklich). Hierbei handelt es sich eher um einen nicht näher bestimmten (lokalen) künstlichen Eintrag.

4 Markierversuche

4.1 Konzept und Durchführung

Markierversuche dienen dazu, die Zuflussrichtungen und Abstandsgeschwindigkeiten des zu den Quellen sickenden Wassers zu ermitteln.

Eine Übersicht zu den Markierversuchen ist in Beilage 7 gegeben, Details zu den Impfstellen liegen als Beilage 8 bei.

Die Auswahl der Impfstellen erfolgte vornehmlich an Stellen, von denen aus Gefährdungen für die Quellen ausgehen können (Strassen, Güllenkasten). Dazu wurden mittels Bagger 1.2 bis 2 m tiefe Schlitzte ausgehoben. Die Schlitzte wurden mit rund 100 l Wasser vorgespült, bevor wir die Markierstoffe in den Schlitz gegeben haben. Danach wurde mit 800 bis 1'500 l nachgespült.

Für die Quelle Paliu Fravi wurde der Markierstoff direkt in den Bach auf Prau Videun eingegeben, um zu klären, ob vom Bach eine schnelle Verbindung zur Quelle besteht.

Die Beprobung erfolgte mit zunehmenden Abständen bis 40 Tage nach Markierstoffeingabe durch Mitarbeiter der Wasserversorgung Bonaduz. Die Proben wurden bei Nano Trace Technologies spektrofluorometrisch untersucht.

4.2 Resultate

Von keiner der sieben Impfstellen konnte innerhalb der Beobachtungsperiode Markierstoff in den Quellen nachgewiesen werden (Beilage 9).

4.3 Interpretation

Wenn kein Markierstoffnachweis möglich ist, darf nicht ohne weiteres darauf geschlossen werden, dass keine Verbindung zwischen den Impfstellen und den Quellen besteht. Im Folgenden wird deshalb auf die einzelnen Markierstellen eingegangen:

Bei den beiden Impfstellen A und D für die Quellen Fontauna Nera konnte der Markierstoff nur mässig bis schlecht in den Untergrund gespült werden. Bei der Impfstelle A (Mengia Zoppa) wurde der Markierstoff in der ungesättigten Zone im eigentlichen Grundwasserleiter platziert, sodass das Ergebnis Rückschlüsse auf die Durchlässigkeitsverhältnisse im Untergrund zulässt. Wir gehen von Abstandsgeschwindigkeiten von weniger als 60 m pro 10 Tage aus. Bei der Impfstelle D ist es wahrscheinlicher, dass der Markierstoff über der grundwasserführenden Einheit stecken blieb.

Bei der Quelle Paliu Fravi (Impfstelle C, im Bach) fand oberflächlich sicher ein schneller Transport des Markierstoffs in die Nähe der Quelle statt; von dort versickerte das Wasser offensichtlich nicht in die Quelle. Es kann davon ausgegangen werden, dass vom Bach auf Prau Videun kein Wasser rasch in die Quelle gelangt.

Bei den Versuchen für die Quellen Salums (Impfstelle B) und Vargas (Impfstelle E) wurde in direkter Falllinie über den Quellen geimpft. Der Markierstoff versickerte gut im Untergrund, welcher jeweils den Grundwasserleiter darstellte. Hier darf angenommen werden, dass die Abstandsgeschwindigkeiten im Untergrund niedrig sind (< 70 m pro 10 Tage).

Bei der Impfstelle F für die Quellen Il Bot versickerte das Wasser schlecht. Zwar wurde die grundwasserstauende Schicht, die Felsoberfläche erreicht, die Deckschicht (feinkörniger Boden) entspricht jedoch nicht dem Grundwasserleiter der Quellen (Hangschutt). Es ist anzunehmen, dass der Markierstoff den Grundwasserleiter gar nicht erreicht hat. Wasser und Schadstoffe, die in der Fläche südsüdwestlich der Alp Sut versickern, erreichen die Quellen Il Bot mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht.

Für die Quellen Il Bot und Vargas wurde beim Güllekasten auf der Alp Sut Markierstoff in den Untergrund gespült (Impfstelle G) und Wasser lief gut ab. Das Ausbleiben des Markierstoffs darf dahingehend interpretiert werden, dass mit grosser Wahrscheinlichkeit keine direkte Verbindung vom Güllekasten auf der Alp Sut zu den Quellen besteht.

5 Detaillierte Schutzzonenausscheidung

5.1 Generelle Bedeutung

Nach [1.4.5] sollen Gewässerschutzbereiche, Grundwasserschutzzonen und Grundwasserschutzzonareale gewährleisten, dass die Entnahme von Wasser aus bestehenden, geplanten und möglichen Fassungen zum Zwecke der Trink- und Brauchwasserversorgung heute und in Zukunft sichergestellt ist. Der Schutz bezieht sich in erster Linie auf die Qualität des Wassers; er umfasst aber auch mit der Quantität zusammenhängende Belange.

Als Entscheidungsgrundlage für die Schutzzonenausscheidung dienen die Resultate der Feldaufnahmen und der Markierversuche und die daraus abgeleiteten hydrogeologischen Modelle. Abgestützt auf diesen Daten werden vorerst hydrogeologische Schutzzonen ausgeschieden. Diese richten sich nach den Kenntnissen über die Fliessverhältnisse im Untergrund. Ausgehend davon werden danach die sogenannten praktischen Schutzzonen festgelegt. Sie orientieren sich zusätzlich an topografischen und raumplanerischen Gegebenheiten wie Waldgrenzen, Verkehrswegen, markanten Geländepunkten oder Parzellengrenzen. Sie sollen die praktische Umsetzung erleichtern und helfen, den Verlauf der Schutzzonen im Gelände zu erkennen. Die praktischen Schutzzonen stellen die rechtskräftige Abgrenzung dar.

Die Hauptbestandteile der detaillierten Schutzzonenausscheidung sind der Schutzzonenplan mit den Zonen S1 (Fassungsbereich), S2 (engere Schutzzone) und S3 (weitere Schutzzone) sowie das dazugehörige Schutzzonenreglement, welches die Nutzungsbeschränkungen in den verschiedenen Zonen festlegt. Der Schutzzonenplan und das dazugehörige Reglement werden nach einer Prüfung durch das ANU GR von der Gemeinde erlassen und von der Regierung genehmigt. Zu den von der Schutzzonenausscheidung betroffenen Parzellen wird im Grundbuch ein entsprechender Vermerk eingetragen.

5.2 Dimensionierungskriterien (allgemein, ohne Bezug zum Untersuchungsgebiet)

5.2.1 Zone S1 (Fassungsbereich)

Die Zone S1 soll verhindern, dass Grund- oder Quellwasserfassungen, sowie deren unmittelbare Umgebung beschädigt oder verschmutzt werden. Die Zone S1 umfasst daher den Bereich um die eigentliche Fassung, nicht aber zwingend die Brunnenstube, Sammelschächte, Teile der Ableitungen und dergleichen (intakte Leitungs- und Sammelsysteme werden vorausgesetzt). Unter diesen Randbedingungen liegt die Grenze der Zone S1 rund 10 bis 20 m in Zuströmrichtung vom äussersten Ende der Fassungsanlage entfernt. In steilem Gelände können, wegen der Gefahr des Einschwemmens von Schadstoffen, auch grössere Zonen S1 nötig sein.

5.2.2 Zone S2 (engere Schutzzone)

Die Grösse der Zone S2 soll so gewählt werden, dass ein Wasserteilchen vom äusseren Rand der Zone S2 bis zum Rand der Zone S1 **mindestens 10 Tage im Boden** verweilt. Dies entspricht der Aufenthaltsdauer, bei welcher humanpathogene Bakterien weitgehend unschädlich werden und keine grösseren Verschmutzungen in der Quelle verursachen. Die Grösse der Zone wird basierend auf Markierversuchen und weiteren hydrogeologischen Kenngrössen definiert.

Die Länge der Zone S2 innerhalb des Zuflussbereiches, ab der Grenze von S1, muss **mindestens 100 m** betragen [1.5.2].

5.2.3 Zone S3 (weitere Schutzzone)

Grundsätzlich hängt die Dimensionierung der Zone S3 von der Grösse der Zone S2 ab. Es handelt sich um eine Pufferzone zwischen der Zone S2 und dem umgebenden Grundwasser. Der Abstand vom äusseren Rand der Zone S2 bis zum äusseren Rand der Zone S3 ist in der Regel gleich gross zu wählen, wie der Abstand von der Zone S1 bis zum äusseren Rand der Zone S2.

5.2.4 Nutzungsbeschränkungen

Innerhalb der detaillierten Quellschutzzonen gelten für die betroffenen Parzellen resp. Grundstücke rechtlich verbindliche Nutzungsdirektiven, welche im Grundbuch festgehalten werden. Die konkreten Nutzungsbeschränkungen werden im separat erstellten Schutzzonenreglement, welches von der Gemeinde erlassen und von der Regierung genehmigt wird, festgehalten.

5.3 Schutzzonen für die genutzten Quellen in der Gemeinde Bonaduz

Aufgrund der Feldaufnahmen und der Resultate der Markierversuche gehen wir davon aus, dass bei den Quellen Fontauna Nera I und III, Paliu Fravi, allen Quellen Salums, Vargas und Il Bot die massgeblichen Abstandsgeschwindigkeiten der Zuflüsse kleiner als 100 m pro 10 Tage sind. Die Schutzzonengrösse orientiert sich deshalb am gesetzlich vorgeschriebenen Minimum von 100 m für die Zone S2 in Zuströmrichtung [1.5.2].

Für die Quellen Fontauna Nera I und II ergibt sich eine gemeinsame Zone S2, welche im Norden bis an den ins Gebiet Mengia Zoppa führenden Flurweg reicht. Im Westen endet die Zone S2 am Waldrand.

Für die Quelle Fontauna Nera II muss angenommen werden, dass die Vernässungen im Gebiet Fontauna Sogn Martin der Quelle Fontauna Nera II zufließen. Deshalb umfasst die Zone S2 diese Vernässungen. Hangaufwärts begrenzt die Forststrasse die Zone S2.

Bei der Quelle Paliu Fravi umfasst die Zone S2 den Talkessel in Richtung Prau Videun. Betroffen ist hier auch Gemeindegebiet von Rhäzüns. Selbst der Fassungsstrang reicht bis an die Gemeindegrenze. Die praktische Zone S3 schliesst sich an die Schutzzonen der Quellen Salums an.

Die Schutzzonen für die Quellen Salums sind vereinigt. Die obere Begrenzung der Zone S2 richtet sich nach der obersten Quelfassung Salums Friedrich Süd und reicht bis an die oberste Schlaufe der Forstrasse im Gebiet.

Für die Quellen Vargas und Il Bot werden die Zonen S2 auf die Minimalausdehnung von 100 m dimensioniert. Die obere Begrenzung der praktischen Zone S2 der Quelle Vargas wurde an die Alpstrasse gelegt.

5.4 Betroffene Parzellen

Von den Schutzzonen sind folgende Parzellen betroffen:

Tabelle 3: Betroffene Parzellen in der Gemeinde Bonaduz

Parzelle	S1	S2	S3
1827			x
1828			x
1829		x	x
1830	x	x	x
1831			x
1832			x
1833		x	x
1834	x	x	
1851	x	x	x
1853	x	x	x
1854		x	x
1855	x	x	x
1857			x
3002	x	x	x
3003	x	x	x

Tabelle 4: Betroffene Parzellen in der Gemeinde Rhäzüns

Parzelle	S1	S2	S3
2001	x	x	x

6 Konflikte und Gefährdung

Nutzungskonflikte und Massnahmen sind im Anhang 2 zum Schutzzonenreglement aufgeführt. Es gibt verhältnismässig wenige Nutzungskonflikte, von denen sich die meisten auf einfache Weise lösen lassen. In einer kurzen Besprechung mit dem Leiter der Werkbetriebe konnten schnell Lösungen gefunden werden: z. B. wird eine gefährdete Quelle (Il Bot I) nicht mehr für die Trinkwasserversorgung genutzt und mehrere Forstwege erwiesen sich als so wenig genutzt, dass die Aufgabe der Wege zugunsten der erhöhten Sicherheit für die Wasserversorgung problemlos ist. Andere Forststrassen sind so selten benutzt, dass grosse Sanierungsmassnahmen unverhältnismässig wären.

Ein Konflikt von grosser Tragweite stellt die Kiesentnahme wenige Meter neben der Fassung Fontauna Nera I dar. Die schützende Deckschicht wurde hier grossflächig entfernt und die zum Abbau benutzten Maschinen stellen mit ihren Treib- und Schmierstoffen eine Gefahr für die Quelle dar. Eine Havarie mit auslaufendem Treibstoff würde die sehr gute Quelle langfristig unbenutzbar machen. Die Kiesentnahme muss deshalb an dieser Stelle aufgegeben werden. Allenfalls ist an einer anderen Stelle ausserhalb der Schutzzonen eine neue Kiesentnahme möglich.

7 Massnahmen und Empfehlungen

- Der Kiesabbau in der Zone S2 bei der Quelle Fontauna Nera ist aufzugeben
- Die Zonen S1 sind dauerhaft zu markieren und in der Regel zu umzäunen

Baugeologie und Geo-Bau-Labor AG



C. Cantieni, MSc ETH, Geologe

Sachbearbeiter

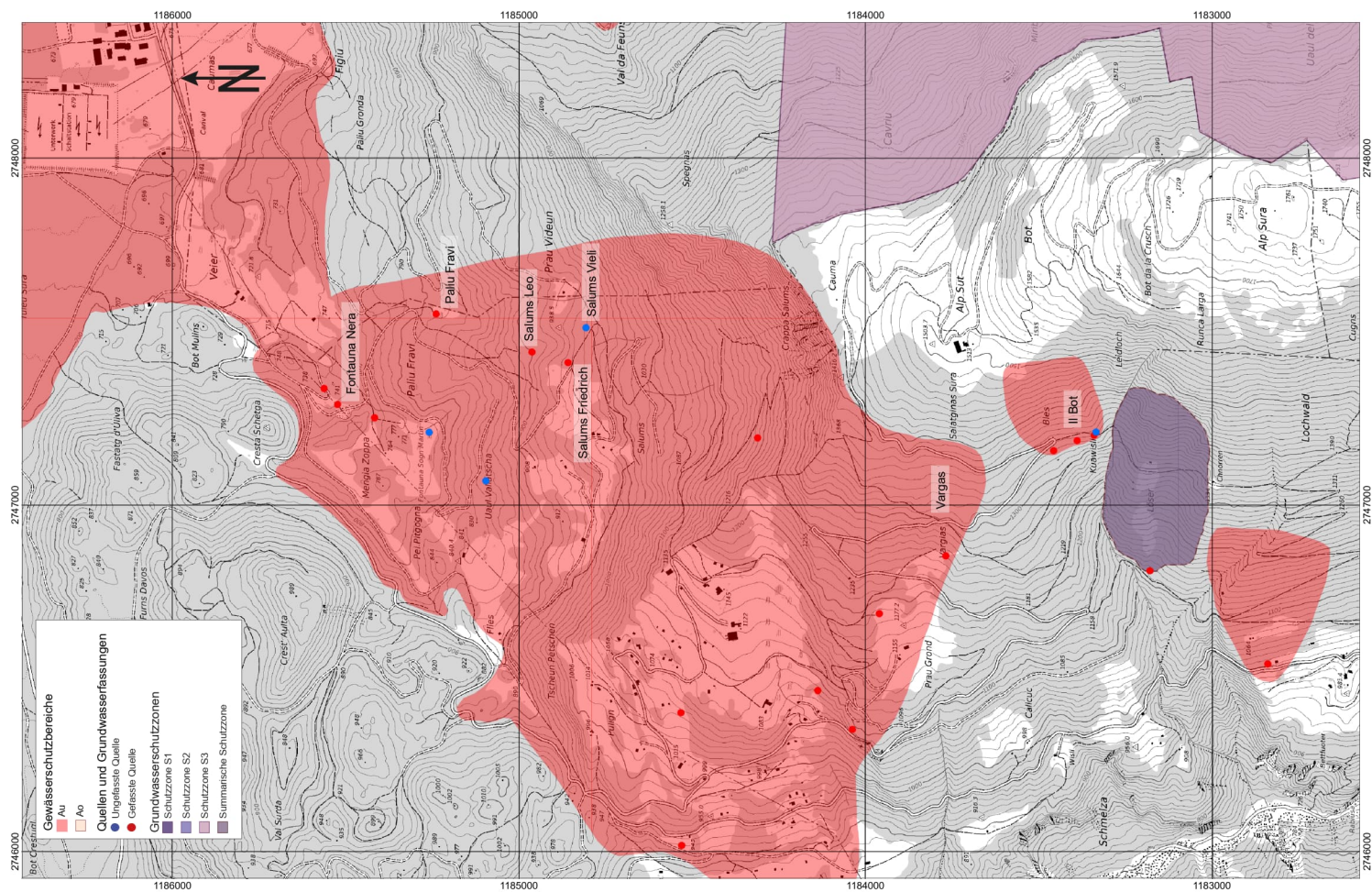


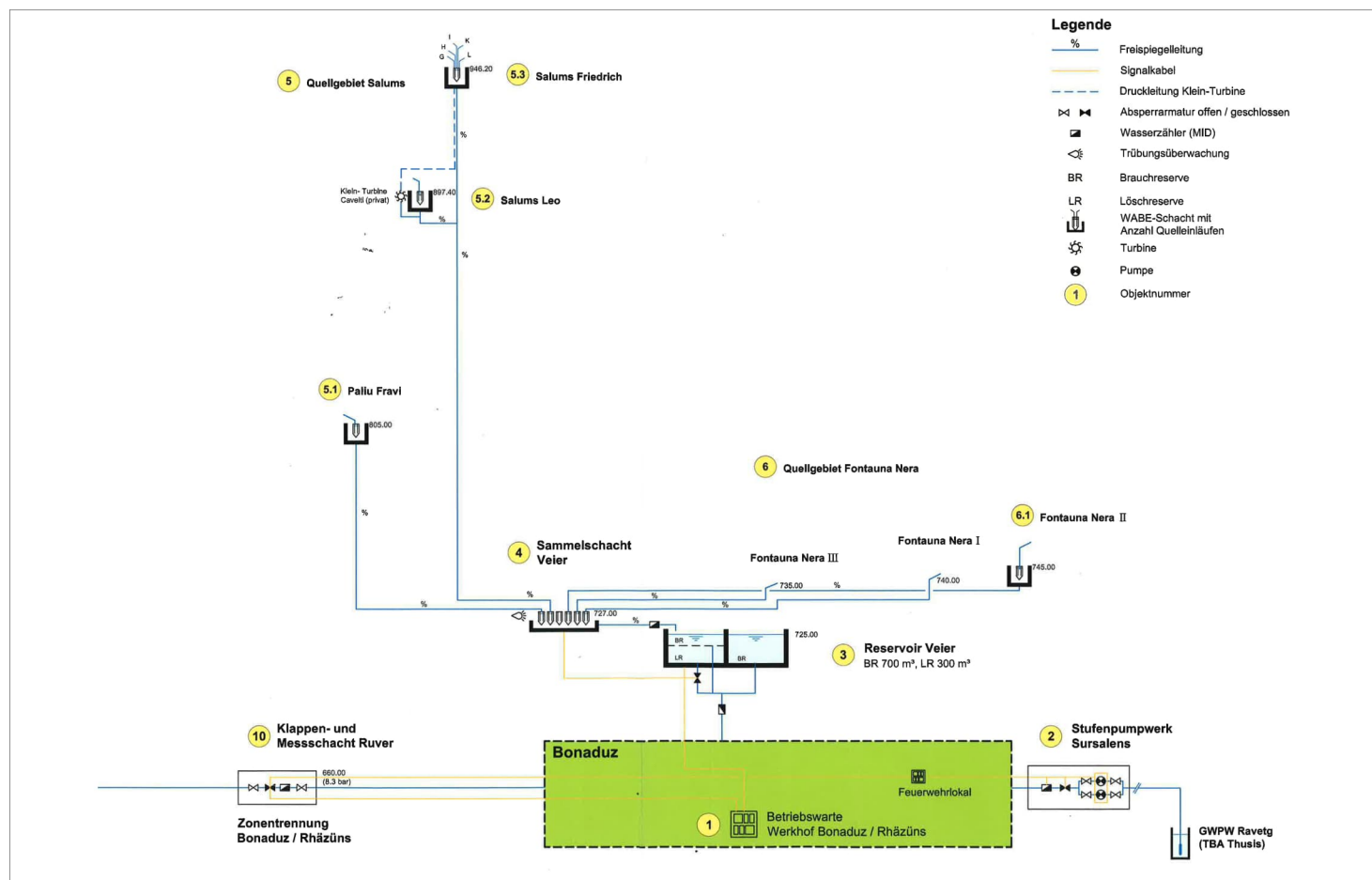
D. Gaar, Dr. phil.-nat., Geologe CHGEOL

Verteiler

.pdf Gemeinde Bonaduz, Markus Caluori (markus.caluori@crestault.ch)

Zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem ISO 9001:2015, Reg Nr 12313 (SQS)
Akkreditierte Prüfstelle, ISO/IEC 17025:2005, STS 0342





Quelfassungen Salums Friedrich (Nord und Süd), Vieli Ost und West
Protokoll der Begehung vom 28.4.2014

Ortsbezeichnung	:	Salums
Parzellen-Nummer	:	1854
Quellen-Eigentümer	:	Gemeinde Bonaduz
Grundstück-Eigentümer	:	Gemeinde Bonaduz
Koordinaten/Kote	:	Brunnenstube: 2 747 410 / 1 184 858; 945 müM
Baujahr	:	Saniert ca. 2005
Beschrieb der Fassungsstelle und Fassungsstränge	:	Runder Betonschacht mit Haubendeckel, Zylinderschloss und Leiter. 5 Zuleitungen G bis L münden in Wabenbehälter
Mängel	:	--
Ableitung / Einspeisung	:	Ableitung ins Reservoir; Überlauf ins Gelände
Genauer Messpunkt	:	Zuleitungen G bis L
Temperatur Wasser [°C]	:	G: 6.7 H: 6.6 I: 6.9 K: 6.6 L: 6.7
Elektrische Leitfähigkeit [μ S/cm]	:	G: 504 H: 503 I: 507 K: 505 L: 505
Schüttung [l/min]	:	G: 22 H: 45 I: 92 K: 31 L: 23
Geologisch-hydrogeologische Charakterisierung von Fassungsstelle und Einzugsgebiet	:	Steiles Waldgelände, Unterlage Bündnerschiefer, Bedeckung aus Gehängeschutt
Hydrogeologische Qualität der Quelle	:	Mässig bis gut
Emissionen im Einzugsgebiet	:	Forstwirtschaft und –strassen, Maiensässhütten, Weiden (Rinder), Pferdeweide unmittelbar oberhalb Quelfassung
Befund der Gefährdung	:	mässig hoch bis hoch (Maiensässe, Pferdeweide)
Anwesende	:	M. Caluori, P. Oberholzer
Bemerkungen, Foto, Skizze	:	



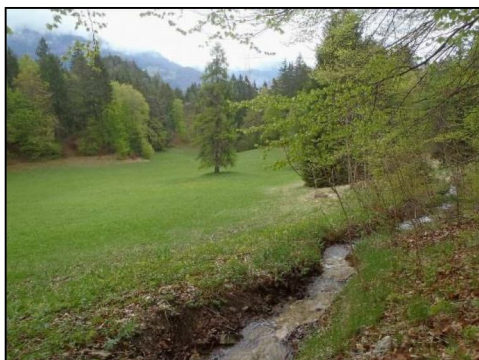
Quelle Salums Leo
Protokoll der Begehung vom 28.4.2014

Ortsbezeichnung	:	Salums
Parzellen-Nummer	:	1855
Quellen-Eigentümer	:	Gemeinde Bonaduz
Grundstück-Eigentümer	:	Gemeinde Bonaduz
Koordinaten/Kote	:	Brunnenstube: 2 747 447 / 1 184 959; 898 müM
Baujahr	:	Saniert ca. 2005
Beschrieb der Fassungsstelle und Fassungsstränge	:	Runder Betonschacht mit Haubendeckel, Zylinderschloss und Leiter. 1 Zuleitung, Wabenbehälter
Mängel	:	--
Ableitung / Einspeisung	:	Ableitung ins Reservoir, Überlauf ins Gelände
Genauer Messpunkt	:	Zuleitung
Temperatur Wasser [°C]	:	7.1
Elektrische Leitfähigkeit [μ S/cm]	:	531
Schüttung [l/min]	:	57
Geologisch-hydrogeologische Charakterisierung von Fassungsstelle und Einzugsgebiet	:	Steiles Waldgelände, Unterlage Bündnerschiefer, Bedeckung aus Gehängeschutt
Hydrogeologische Qualität der Quelle	:	gut
Emissionen im Einzugsgebiet	:	Forstwirtschaft und –strassen, Maiensässhütten, Weiden (Rinder)
Befund der Gefährdung	:	mässig hoch
Anwesende	:	M. Caluori, P. Oberholzer
Bemerkungen, Foto, Skizze	:	



Quellgruppe Fontauna Nera
Protokoll der Begehung vom 28.4.2014

Ortsbezeichnung	: Fontauna Nera
Parzellen-Nummer	: 3003
Quellen-Eigentümer	: Gemeinde Bonaduz
Grundstück-Eigentümer	: Gemeinde Bonaduz
Koordinaten/Kote	: Fassung 1: 2 747 289 / 1 185 523; 740 müM Fassung 2: 2 747 251 / 1 185 417; 755 müM Fassung 3: 2 747 335 / 1 185 563; 734 müM
Baujahr :	Sammelschacht (Wabenstube): 2005
Beschrieb der Fassungsstelle und Fassungsstränge	: Fassungen sind im Gelände nicht erkennbar; Ableitung in die Wabenstube neben dem Reservoir
Mängel	: --
Ableitung / Einspeisung	: Ableitung ins Reservoir
Genauer Messpunkt	: Zuleitung
Temperatur Wasser [°C]	: 1: 9.1 2: 7.6 3: 8.1
Elektrische Leitfähigkeit [μ S/cm]	: 1: 543 2: 509 3: 551
Schüttung [l/min]	: 1: 97 2: 292 3: 27.9
Geologisch-hydrogeologische Charakterisierung von Fassungsstelle und Einzugsgebiet	: Hügeliges Gelände im Übergang zwischen Bündnerschiefer im S und Bergsturzablagerungen im N; Hangfussverschwemmungen und Bachschuttfächer in den Senken und Tälern. Tuffablagerungen entlang eines Bachlaufs durch eine sumpfige Ebene bei Fontauna Sogn Martin
Hydrogeologische Qualität der Quelle	: Sehr gut (I und II) bis mässig (III)
Emissionen im Einzugsgebiet	: Forstwirtschaft und –strassen, Sumpf und Bach bei Fassung 3; Kiesgrube und Materialablagerung auf Fassung 1
Befund der Gefährdung	: hoch
Anwesende	: M. Caluori, P. Oberholzer
Bemerkungen, Foto, Skizze	:



Oben links: Wiese von Sogn Martin

Oben rechts: Sumpf unterhalb der Wiese

Unten links: Materialablagerung (Schnittholz, Bauschutt) auf der Fassung 1

Quelle Paliu Fravi
Protokoll der Begehung vom 15.5.2019

Ortsbezeichnung	:	Paliu Fravi
Parzellen-Nummer	:	3003
Quellen-Eigentümer	:	Gemeinde Bonaduz
Grundstück-Eigentümer	:	Gemeinde Bonaduz
Koordinaten/Kote	:	Unteres Ende Fassung: 2 747 540 / 1 185 213; 808 müM Brunnenstube: 2 747 550 / 1 185 259; 808 müM
Baujahr	:	Saniert, inkl. Fassung 2018
Beschrieb der Fassungsstelle und Fassungsstränge	:	Runder Betonschacht, H=5 m, mit Haubendeckel, Zylinderschloss und Leiter. 1 Zuleitung, Wabenbehälter, Naturboden
Mängel	:	--
Ableitung / Einspeisung	:	Ableitung ins Reservoir
Genauer Messpunkt	:	Brunnenstube
Temperatur Wasser [°C]	:	7.0
Elektrische Leitfähigkeit [μ S/cm]	:	418
Schüttung [l/min]	:	-
Geologisch-hydrogeologische Charakterisierung von Fassungsstelle und Einzugsgebiet	:	Steiles Waldgelände, Unterlage Bündnerschiefer, Bedeckung aus Gehängeschutt. Aufforstung rund um Fassung
Hydrogeologische Qualität der Quelle	:	mässig
Emissionen im Einzugsgebiet	:	Forstwirtschaft und –strassen
Befund der Gefährdung	:	gering
Anwesende	:	M. Caluori, D. Gaar
Bemerkungen, Foto, Skizze	:	



Quelle Vargas
Protokoll der Begehungen vom 15.5.2019 und 22.7.2020

Ortsbezeichnung	:	Vargas / Vargias
Parzellen-Nummer	:	3002
Quellen-Eigentümer	:	Gemeinde Bonaduz
Grundstück-Eigentümer	:	Gemeinde Bonaduz
Koordinaten, Kote	:	2 746 979 / 1 183 785, ca. 1310 müM
Baujahr	:	-
Beschrieb der Fassungsstelle und Fassungsstränge	:	Quellwasseraustritt im Wald zwischen Blöcken, Wasser fliesst in ein eingelegtes Rohr, eine eigentliche Fassung besteht nicht.
Mängel	:	Fassung nicht überdeckt, offene "Höhle" zwischen Blöcken
Ableitung / Einspeisung	:	Haus auf Prau Grond, Überlauf von dort für verschiedene Maiensässe in Scombras und Parstogn
Genauer Messpunkt	:	erster Schacht nach Quelle
Temperatur Wasser [°C]	:	7.9 (22.7.2020)
Elektrische Leitfähigkeit [μ S/cm]	:	372 (22.7.2020)
Schüttung [l/min]	:	nicht erfasst
Geologisch-hydrogeologische Charakterisierung von Fassungsstelle und Einzugsgebiet	:	Hydrogeologische Verhältnisse nicht restlos geklärt - vermutlich fliesst das Hangwasser innerhalb der Lockergesteinsbedeckung entlang Zonen erhöhter Durchlässigkeit, welche keine Fortsetzung haben, sodass das Wasser an der Oberfläche austritt.
Hydrogeologische Qualität der Quelle	:	mässig
Emissionen im Einzugsgebiet	:	Alpstrasse, Alpweide
Befund der Gefährdung	:	mässig
Anwesende	:	M. Caluori, D. Gaar
Bemerkungen, Foto, Skizze	:	



Quelle II Bot II
Protokoll der Begehungen vom 15.5.2019 und 22.7.2020

Ortsbezeichnung	:	Bles
Parzellen-Nummer	:	3002
Quellen-Eigentümer	:	Gemeinde Bonaduz
Grundstück-Eigentümer	:	Gemeinde Bonaduz
Koordinaten, Kote	:	2 747 191 / 1 183 390
Baujahr	:	ca. 1998 saniert
Beschrieb der Fassungsstelle und Fassungsstränge	:	1 Fassungsstrang, Zuleitung von II Bot III
Mängel	:	Bodenebener Schacht, Flacher Deckel, Grundablass zu klein, Wasser kann nicht vollständig ausgeleitet werden
Ableitung / Einspeisung	:	Ableitung nach Pumpstation II Bot von da wird das Wasser nach Bedarf zur Sennerei Alp Sut gepumpt.
Genauer Messpunkt	:	Fassungsschacht
Temperatur Wasser [°C]	:	5.6 (15.5.2019), 11.2 (22.7.2020)
Elektrische Leitfähigkeit [μ S/cm]	:	505 (22.7.2020)
Schüttung [l/min]	:	11 (15.5.2019)
Geologisch-hydrogeologische Charakterisierung von Fassungsstelle und Einzugsgebiet	:	Hangwasser auf der Bündnerschieferoberfläche
Hydrogeologische Qualität der Quelle	:	mässig
Emissionen im Einzugsgebiet	:	Alpweide
Befund der Gefährdung	:	gering
Anwesende	:	M. Caluori, D. Gaar
Bemerkungen, Foto, Skizze	:	



Quelle II Bot III
Protokoll der Begehungen vom 15.5.2019 und 22.7.2020

Quellennummer	:	-
Ortsbezeichnung	:	Bles
Parzellen-Nummer	:	3002
Quellen-Eigentümer	:	Gemeinde Bonaduz
Grundstück-Eigentümer	:	Gemeinde Bonaduz
Koordinaten, Kote	:	2 747 209 / 1 183 342
Baujahr	:	ca. 1998 saniert
Beschrieb der Fassungsstelle und Fassungsstränge	:	3 Fassungsstränge in sehr steiler Rinne
Mängel	:	Bodenebener Schacht, Flacher Deckel, Grundablass zu klein, Wasser kann nicht vollständig ausgeleitet werden
Ableitung / Einspeisung	:	Ableitung nach Pumpstation II Bot von da wird das Wasser nach Bedarf zur Sennerei Alp Sut gepumpt.
Genauer Messpunkt	:	Fassungsschacht
Temperatur Wasser [°C]	:	5.8 (15.5.2019), 11.0 (22.7.2020)
Elektrische Leitfähigkeit [µS/cm]	:	466 (15.5.2019), 508 (22.7.2020)
Schüttung [l/min]	:	Links: 33 Mitte: 5 Rechts: <1 (15.5.2019)
Geologisch-hydrogeologische Charakterisierung von Fassungsstelle und Einzugsgebiet	:	Hangwasser auf der Bündnerschieferoberfläche
Hydrogeologische Qualität der Quelle	:	mässig
Emissionen im Einzugsgebiet	:	Alpweide
Befund der Gefährdung	:	gering
Anwesende	:	M. Caluori, D. Gaar
Bemerkungen, Foto, Skizze	:	



Quelle Funtauna Nera I

Messstelle Schacht Veier

	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]
Anzahl Messungen	45	43
Mittelwert	104.3	8.8
Minimum	74.5	7.6
Maximum	166.2	10.1
Quotient (=Max./Min.)	2	1

Datum	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]	Visuelle Prüfung	Bemerkung
12.01.2016	83.1		klar	
15.02.2016	90.0	7.8	klar	
16.03.2016	85.0	7.9	klar	
19.04.2016	103.8	9.3	klar	
12.05.2016	112.5	8.8	klar	
20.06.2016			klar	Quellschüttung nicht messbar. Sehr viel Wasser nach starkem Gewitter vom 16./17. Juni
13.07.2016	142.1	9.0	klar	
23.08.2016	96.4	10.1	klar	
14.09.2016	83.1	10.1	klar	
14.10.2016	90.0		klar	
10.11.2016	98.2	8.4	klar	
20.12.2016	85.7	8.0	klar	
11.01.2017	85.0	9.1	klar	
24.02.2017	83.1	8.3	klar	
20.03.2017	79.4	7.6	klar	
19.04.2017	90.0	8.0	klar	
22.05.2017	74.5	9.4	klar	
20.06.2017	77.1	9.4	klar	
13.07.2017	77.1	9.9	klar	
25.08.2017	74.5	9.6	klar	
20.09.2017	90.0	8.4	klar	
16.10.2017	83.7	9.2	klar	
15.11.2017	67.5	9.0	klar	
16.12.2017	68.4	8.9	klar	
17.01.2018	154.3	8.4	klar	
14.02.2018	166.2	8.4	klar	
28.03.2018	166.2	8.4	klar	
12.04.2018	154.3	9.0	klar	
15.05.2018	131.7	9.4	klar	
16.06.2018	120.0	8.5	klar	
17.07.2018	120.0	8.7	klar	
30.08.2018	98.2	8.9	klar	
19.09.2018	83.1	8.6	klar	
24.10.2018	72.0	8.6	klar	

GEMEINDE BONADUZ
Wasserversorgung
Ausscheidung detaillierter Quellschutzzonen
Quellmessungen

Beilage 4.2
BG 3572

Datum	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]	Visuelle Prüfung	Bemerkung
15.11.2018	90.0	7.8	klar	
13.12.2018	87.8	7.2	klar	
22.01.2019	92.3	9.0	klar	
26.02.2019	93.9	9.5	klar	
19.03.2019	142.1	8.7	klar	
15.04.2019	150.0	8.9	klar	
20.05.2019	144.0	8.9	klar	
18.06.2019	144.0	9.1	klar	
17.07.2019	114.9	9.2	klar	
21.08.2019	120.0	9.2	klar	
11.09.2019	120.0	8.5	klar	
22.10.2019	108.0	9.0	klar	

Quelle Funtauna Nera II

Messstelle Schacht Veier

	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]
Anzahl Messungen	45	43
Mittelwert	209.3	7.9
Minimum	120.0	5.4
Maximum	415.4	9.8
Quotient (=Max./Min.)	3	2

Datum	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]	Visuelle Prüfung	Bemerkung
12.01.2016	216.0		klar	
15.02.2016	196.4	5.4	klar	
16.03.2016	245.5	6.3	klar	
19.04.2016	415.4	7.6	klar	
12.05.2016	300.0	7.6	klar	
20.06.2016			klar	Quellschüttung nicht messbar. Sehr viel Wasser nach starkem Gewitter vom 16./17. Juni
13.07.2016	270.0	8.1	klar	
23.08.2016	216.0	9.8	klar	
14.09.2016	196.4	9.8	klar	
14.10.2016	161.2		klar	
10.11.2016	135.0	7.7	klar	
20.12.2016	135.0	7.5	klar	
11.01.2017	124.1	8.3	klar	
24.02.2017	135.0	7.6	klar	
20.03.2017	171.4	6.6	klar	
19.04.2017	144.0	7.1	klar	
22.05.2017	120.0	8.4	klar	
20.06.2017	122.7	8.4	klar	
13.07.2017	125.6	9.0	klar	
25.08.2017	118.7	9.1	klar	
20.09.2017	196.4	7.7	klar	
16.10.2017	189.5	8.7	klar	
15.11.2017	154.3	8.5	klar	
16.12.2017	139.4	8.6	klar	
17.01.2018	400.0	7.4	klar	
14.02.2018	360.0	7.4	klar	
28.03.2018	337.5	7.4	klar	
12.04.2018	327.3	8.1	klar	
15.05.2018	291.9	8.2	klar	
16.06.2018	207.7	7.9	klar	
17.07.2018	180.0	7.7	klar	
30.08.2018	138.5	8.2	klar	
19.09.2018	109.1	8.2	klar	
24.10.2018	108.0	8.0	klar	

Datum	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]	Visuelle Prüfung	Bemerkung
15.11.2018	147.9	7.3	klar	
13.12.2018	161.2	6.5	klar	
22.01.2019	192.9	8.3	klar	
26.02.2019	216.0	8.4	klar	
19.03.2019	415.4	7.8	klar	
15.04.2019	317.6	5.7	klar	
20.05.2019	257.1	6.5	klar	
18.06.2019	257.1	8.0	klar	
17.07.2019	207.7	8.3	klar	
21.08.2019	183.1	8.2	klar	
11.09.2019	192.9	7.9	klar	
22.10.2019	180.0	8.4	klar	

Quelle Funtauna Nera III

Messstelle Schacht Veier

	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]
Anzahl Messungen	45	43
Mittelwert	54.1	8.0
Minimum	13.5	6.6
Maximum	337.5	9.9
Quotient (=Max./Min.)	25	2

Datum	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]	Visuelle Prüfung	Bemerkung
12.01.2016	19.6		klar	
15.02.2016	27.7	7.3	klar	
16.03.2016	25.7	7.0	klar	
19.04.2016	40.0	8.4	klar	
12.05.2016	27.0	7.9	klar	
20.06.2016			klar	Quellschüttung nicht messbar. Sehr viel Wasser nach starkem Gewitter vom 16./17. Juni
13.07.2016	32.7	8.2	klar	
23.08.2016	21.6	9.8	klar	
14.09.2016	20.8	9.8	klar	
14.10.2016	15.4		klar	
10.11.2016	15.2	8.0	klar	
20.12.2016	13.5	7.5	klar	
11.01.2017	17.1	8.4	klar	
24.02.2017	23.5	7.7	klar	
20.03.2017	24.0	6.6	klar	
19.04.2017	19.6	7.0	klar	
22.05.2017	18.6	8.3	klar	
20.06.2017	18.0	8.3	klar	
13.07.2017	16.5	9.2	klar	
25.08.2017	16.6	9.3	klar	
20.09.2017	27.1	8.0	klar	
16.10.2017	20.5	8.9	klar	
15.11.2017	16.6	8.8	klar	
16.12.2017	17.1	8.7	klar	
17.01.2018	41.5	6.8	klar	
14.02.2018	40.8	6.8	klar	
28.03.2018	42.7	6.8	klar	
12.04.2018	43.2	7.9	klar	
15.05.2018	33.2	8.0	klar	
16.06.2018	20.8	7.7	klar	
17.07.2018	18.6	7.9	klar	
30.08.2018	15.2	8.5	klar	
19.09.2018	12.9	8.5	klar	
24.10.2018	12.0	8.3	klar	

Datum	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]	Visuelle Prüfung	Bemerkung
15.11.2018	37.9	7.6	klar	
13.12.2018	95.6	6.5	klar	
22.01.2019	93.9	6.2	klar	
26.02.2019	108.0	5.7	klar	
19.03.2019	337.5	4.8	klar	
15.04.2019	270.0	7.6	klar	
20.05.2019	168.8	8.2	klar	
18.06.2019	171.4	8.7	klar	
17.07.2019	54.5	9.0	klar	
21.08.2019	196.4	9.6	klar	
11.09.2019	54.0	9.4	klar	
22.10.2019	72.0	9.9	klar	

GEMEINDE BONADUZ
Ausscheidung detaillierter Quellschutzzonen
Quellmessungen

Beilage 4.7
BG 3572

Quelle Paliu Fravi

Messstelle Schacht Veier

	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]
Anzahl Messungen	45	38
Mittelwert	167.7	7.7
Minimum	43.2	4.0
Maximum	720.0	12.1
Quotient (=Max./Min.)	17	3

Datum	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]	Visuelle Prüfung	Bemerkung
12.01.2016	49.1		klar	
15.02.2016	72.0	5.4	klar	
16.03.2016	61.0	4.6	klar	
19.04.2016	245.5	6.6	klar	
12.05.2016	284.2	6.6	klar	
20.06.2016			klar	Quellschüttung nicht messbar. Sehr viel Wasser nach starkem Gewitter vom 16./17. Juni
13.07.2016	360.0	10.4	klar	
23.08.2016	140.3	12.1	klar	
14.09.2016	135.0	12.1	klar	
14.10.2016	67.5		klar	
10.11.2016	60.0	8.6	klar	
20.12.2016	43.2	7.1	klar	
11.01.2017	47.0	7.1	klar	
24.02.2017	49.1	5.8	klar	
20.03.2017	71.1	4.0	klar	
19.04.2017	60.0	5.5	klar	
22.05.2017	93.9	7.2	klar	
20.06.2017	80.0	7.2	klar	
13.07.2017	69.7	9.7	klar	
25.08.2017	53.5	11.4	klar	
20.09.2017	211.8	10.1	klar	
16.10.2017	133.3	9.9	klar	
15.11.2017	86.4	9.5	klar	
16.12.2017	81.8	9.4	klar	
17.01.2018	308.6	3.6	klar	
14.02.2018	300.0	3.6	klar	
28.03.2018	415.4	3.6	klar	
12.04.2018	385.7	5.5	klar	
15.05.2018	337.5		klar	
16.06.2018	320.0		klar	Sanierung (320 lt./min)
17.07.2018	120.0			Sanierung (120lt./min)
30.08.2018	80.0			Sanierung (80lt./min)
19.09.2018	40.0			Sanierung (40lt./min)
24.10.2018	28.4	9.1	klar	

Datum	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]	Visuelle Prüfung	Bemerkung
15.11.2018	49.1	8.2	klar	
13.12.2018	68.8	6.9	klar	
22.01.2019	83.1	6.3	klar	
26.02.2019	98.2	5.0	klar	
19.03.2019	450.0	4.3	klar	
15.04.2019	720.0	5.4	klar	nicht messbar
20.05.2019	337.5	7.4	klar	
18.06.2019	317.6	9.6	klar	
17.07.2019	127.1	9.8	klar	
21.08.2019	174.2	11.1	klar	
11.09.2019	122.7	11.1	klar	
22.10.2019	108.0	10.3	klar	

Quelle Salums Leo

Messstelle Brunnenstube Salums Leo

	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]
Anzahl Messungen	31	29
Mittelwert	77.0	7.3
Minimum	43.5	6.1
Maximum	316.8	9.6
Quotient (=Max./Min.)	7	2

Datum	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]	Visuelle Prüfung	Bemerkung
12.01.2016	44.0		klar	
15.02.2016	48.9	6.4	klar	
16.03.2016	55.8	7.6	klar	
19.04.2016	70.7	6.6	klar	
12.05.2016	86.1	6.1	klar	
20.06.2016			klar	Quellschüttung nicht messbar. Sehr viel Wasser nach starkem Gewitter vom 16./17. Juni
13.07.2016	128.6	8.2	klar	
23.08.2016	82.5	7.4	klar	
14.09.2016	57.4	7.4	klar	
14.10.2016	57.4		klar	
10.11.2016	50.8	7.3	klar	
20.12.2016	46.0	6.3	klar	
24.02.2017	43.5	6.4	klar	
20.03.2017	59.1	6.2	klar	
19.04.2017	52.1	6.1	klar	
22.05.2017	53.5	7.3	klar	
20.06.2017	51.1	7.3	klar	
13.07.2017	51.1	7.8	klar	
25.08.2017	55.0	8.9	klar	
20.09.2017	67.9	8.4	klar	
16.10.2017	316.8	9.6	klar	
28.03.2018	109.1	6.4	klar	
17.07.2018	232.9	7.8	klar	
30.08.2018	45.0	7.9	klar	
24.10.2018	37.7	7.2	klar	
15.11.2018	39.2	7.8	klar	
13.12.2018	41.3	6.5	klar	
15.04.2019	165.0	6.6	klar	
17.07.2019	66.7	7.8	klar	
21.08.2019	59.5	8.2	klar	
11.09.2019	56.0	7.5	klar	
22.10.2019	55.0	7.9	klar	

Quelle Salums Friedrich
Zuleitung alle
Messstelle Brunnenstube Salums Friedrich

	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]
Anzahl Messungen	31	29
Mittelwert	177.4	6.9
Minimum	100.9	5.8
Maximum	564.5	8.4
Quotient (=Max./Min.)	6	1

Datum	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]	Visuelle Prüfung	Bemerkung
12.01.2016	110.8		klar	
15.02.2016	134.4	6.5	klar	
16.03.2016	170.8	6.2	klar	
19.04.2016	225.8	6.2	klar	
12.05.2016	351.6	5.8	klar	
20.06.2016			klar	Quellschüttung nicht messbar. Sehr viel Wasser nach starkem Gewitter vom 16./17. Juni
13.07.2016	378.0	7.6	klar	
23.08.2016	225.8	7.7	klar	
14.09.2016	132.0	7.7	klar	
14.10.2016	132.0		klar	
10.11.2016	117.5	6.3	klar	
20.12.2016	100.9	6.6	klar	
24.02.2017	112.0	6.4	klar	
20.03.2017	136.2	6.5	klar	
19.04.2017	119.2	6.1	klar	
22.05.2017	195.0	6.5	klar	
20.06.2017	138.4	6.5	klar	
13.07.2017	143.7	6.0	klar	
25.08.2017	130.0	7.5	klar	
20.09.2017	260.0	8.4	klar	
16.10.2017	218.3	7.8	klar	
28.03.2018	289.9	7.0	klar	
17.07.2018	124.3	7.9	klar	
30.08.2018	89.4	6.9	klar	
24.10.2018	70.3	7.0	klar	
15.11.2018	104.6	7.4	klar	
13.12.2018	97.5	5.8	klar	
15.04.2019	564.5	6.1	klar	
17.07.2019	171.6	7.2	klar	
21.08.2019	163.1	7.5	klar	
11.09.2019	156.0	6.6	klar	
22.10.2019	136.2	7.8	klar	

GEMEINDE BONADUZ
Ausscheidung detaillierter Quellschutzzonen
Quellmessungen

Beilage 4.11
BG 3572

Quelle Salums Friedrich
Zuleitung G
Messstelle Brunnenstube Salums Friedrich

	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]
Anzahl Messungen	31	29
Mittelwert	23.2	6.9
Minimum	8.3	5.6
Maximum	115.4	8.6
Quotient (=Max./Min.)	14	2

Datum	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]	Visuelle Prüfung	Bemerkung
12.01.2016	8.3		klar	
15.02.2016	9.7	5.9	klar	
16.03.2016	12.5	6.3	klar	
19.04.2016	25.4	6.2	klar	
12.05.2016	44.1	5.6	klar	
20.06.2016			klar	Quellschüttung nicht messbar. Sehr viel Wasser nach starkem Gewitter vom 16./17. Juni
13.07.2016	50.0	7.5	klar	
23.08.2016	23.8	7.8	klar	
14.09.2016	13.8	7.8	klar	
14.10.2016	13.8		klar	
10.11.2016	10.2	6.7	klar	
20.12.2016	9.0	6.3	klar	
24.02.2017	8.4	6.4	klar	
20.03.2017	12.2	6.2	klar	
19.04.2017	10.7	6.0	klar	
22.05.2017	20.3	6.4	klar	
20.06.2017	13.9	6.4	klar	
13.07.2017	14.0	6.1	klar	
25.08.2017	13.2	8.0	klar	
20.09.2017	30.2	8.6	klar	
16.10.2017	25.0	8.1	klar	
28.03.2018	31.3	6.5	klar	
17.07.2018	15.0	7.9	klar	
30.08.2018	10.7	6.9	klar	
24.10.2018	6.7	7.1	klar	
15.11.2018	8.4	7.5	klar	
13.12.2018	95.5	6.2	klar	
15.04.2019	115.4	5.9	klar	
17.07.2019	16.1	7.1	klar	
21.08.2019	23.1	7.6	klar	
11.09.2019	15.8	7.0	klar	
22.10.2019	12.5	7.7	klar	

Quelle Salums Friedrich
Zuleitung H
Messstelle Brunnenstube Salums Friedrich

	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]
Anzahl Messungen	31	29
Mittelwert	35.6	6.9
Minimum	18.1	5.6
Maximum	104.2	8.6
Quotient (=Max./Min.)	6	2

Datum	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]	Visuelle Prüfung	Bemerkung
12.01.2016	18.8		klar	
15.02.2016	28.8	6.0	klar	
16.03.2016	38.0	6.1	klar	
19.04.2016	48.4	6.1	klar	
12.05.2016	71.4	5.6	klar	
20.06.2016			klar	Quellschüttung nicht messbar. Sehr viel Wasser nach starkem Gewitter vom 16./17. Juni
13.07.2016	75.0	7.5	klar	
23.08.2016	46.9	7.8	klar	
14.09.2016	26.3	7.8	klar	
14.10.2016	26.3		klar	
10.11.2016	19.2	6.8	klar	
20.12.2016	18.1	6.2	klar	
24.02.2017	18.3	6.5	klar	
20.03.2017	30.0	6.8	klar	
19.04.2017	25.4	5.9	klar	
22.05.2017	42.9	6.4	klar	
20.06.2017	31.3	6.4	klar	
13.07.2017	32.0	6.0	klar	
25.08.2017	24.1	7.9	klar	
20.09.2017	57.9	8.6	klar	
16.10.2017	47.8	8.0	klar	
28.03.2018	52.6	6.3	klar	
17.07.2018	25.0	7.7	klar	
30.08.2018	15.8	7.2	klar	
24.10.2018	11.1	7.3	klar	
15.11.2018	21.4	7.7	klar	
13.12.2018	18.3	6.4	klar	
15.04.2019	104.2	6.0	klar	
17.07.2019	34.1	7.2	klar	
21.08.2019	34.1	7.7	klar	
11.09.2019	32.3	7.1	klar	
22.10.2019	28.8	7.8	klar	

Quelle Salums Friedrich
Zuleitung |
Messstelle Brunnenstube Salums Friedrich

	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]
Anzahl Messungen	31	29
Mittelwert	66.2	6.8
Minimum	36.6	6.0
Maximum	140.2	7.9
Quotient (=Max./Min.)	4	1

Datum	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]	Visuelle Prüfung	Bemerkung
12.01.2016	40.5		klar	
15.02.2016	55.6	6.4	klar	
16.03.2016	58.8	6.6	klar	
19.04.2016	75.0	6.7	klar	
12.05.2016	132.7	6.0	klar	
20.06.2016			klar	Quellschüttung nicht messbar. Sehr viel Wasser nach starkem Gewitter vom 16./17. Juni
13.07.2016	118.1	7.3	klar	
23.08.2016	85.7	7.1	klar	
14.09.2016	53.6	7.1	klar	
14.10.2016	53.6		klar	
10.11.2016	46.9	6.0	klar	
20.12.2016	36.6	6.3	klar	
24.02.2017	37.5	7.2	klar	
20.03.2017	55.6	6.6	klar	
19.04.2017	57.7	6.5	klar	
22.05.2017	88.2	6.9	klar	
20.06.2017	57.7	6.9	klar	
13.07.2017	59.3	6.0	klar	
25.08.2017	63.0	7.3	klar	
20.09.2017	94.9	7.9	klar	
16.10.2017	90.9	7.3	klar	
28.03.2018	109.5	7.1	klar	
17.07.2018	50.0	7.8	klar	
30.08.2018	36.6	6.5	klar	
24.10.2018	29.4	6.4	klar	
15.11.2018	41.7	7.1	klar	
13.12.2018	36.6	6.5	klar	
15.04.2019	140.2	6.3	klar	
17.07.2019	66.1	7.2	klar	
21.08.2019	63.6	7.2	klar	
11.09.2019	64.1	6.4	klar	
22.10.2019	53.6	7.2	klar	

Quelle Salums Friedrich
Zuleitung K
Messstelle Brunnenstube Salums Friedrich

	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]
Anzahl Messungen	31	29
Mittelwert	28.0	7.1
Minimum	7.7	5.5
Maximum	166.7	8.6
Quotient (=Max./Min.)	22	2

Datum	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]	Visuelle Prüfung	Bemerkung
12.01.2016	10.3		klar	
15.02.2016	11.4	6.7	klar	
16.03.2016	16.2	6.5	klar	
19.04.2016	38.5	6.4	klar	
12.05.2016	85.7	5.5	klar	
20.06.2016			klar	Quellschüttung nicht messbar. Sehr viel Wasser nach starkem Gewitter vom 16./17. Juni
13.07.2016	92.0	7.5	klar	
23.08.2016	33.3	7.6	klar	
14.09.2016	16.7	7.6	klar	
14.10.2016	16.7		klar	
10.11.2016	10.1	7.1	klar	
20.12.2016	8.6	7.0	klar	
24.02.2017	7.7	7.5	klar	
20.03.2017	13.8	6.8	klar	
19.04.2017	11.2	6.3	klar	
22.05.2017	24.6	6.5	klar	
20.06.2017	16.0	6.5	klar	
13.07.2017	16.1	6.1	klar	
25.08.2017	12.1	7.5	klar	
20.09.2017	41.4	8.6	klar	
16.10.2017	29.5	8.3	klar	
28.03.2018	60.5	6.5	klar	
17.07.2018	12.4	7.8	klar	
30.08.2018	7.0	7.0	klar	
24.10.2018	5.8	7.3	klar	
15.11.2018	9.3	7.9	klar	
13.12.2018	11.3	6.8	klar	
15.04.2019	166.7	5.9	klar	
17.07.2019	22.7	7.3	klar	
21.08.2019	23.5	7.6	klar	
11.09.2019	20.5	7.1	klar	
22.10.2019	15.5	8.2	klar	

Quelle Salums Friedrich
Zuleitung L
Messstelle Brunnenstube Salums Friedrich

	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]
Anzahl Messungen	31	29
Mittelwert	19.3	7.0
Minimum	13.8	5.4
Maximum	37.5	8.5
Quotient (=Max./Min.)	3	2

Datum	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]	Visuelle Prüfung	Bemerkung
12.01.2016	18.1		klar	
15.02.2016	16.9	6.1	klar	
16.03.2016	18.3	6.3	klar	
19.04.2016	37.5	6.4	klar	
12.05.2016	23.8	5.4	klar	
20.06.2016			klar	Quellschüttung nicht messbar. Sehr viel Wasser nach starkem Gewitter vom 16./17. Juni
13.07.2016	26.5	7.8	klar	
23.08.2016	22.4	7.6	klar	
14.09.2016	18.1	7.6	klar	
14.10.2016	18.1		klar	
10.11.2016	15.0	6.3	klar	
20.12.2016	14.9	6.4	klar	
24.02.2017	13.8	6.9	klar	
20.03.2017	18.1	6.2	klar	
19.04.2017	17.2	6.2	klar	
22.05.2017	20.8	6.8	klar	
20.06.2017	18.3	6.8	klar	
13.07.2017	18.9	7.1	klar	
25.08.2017	16.7	7.8	klar	
20.09.2017	21.4	8.5	klar	
16.10.2017	20.0	7.6	klar	
28.03.2018	23.8	6.6	klar	
17.07.2018	16.9	8.2	klar	
30.08.2018	14.4	7.1	klar	
24.10.2018	13.2	7.0	klar	
15.11.2018	15.5	7.4	klar	
13.12.2018	14.3	6.2	klar	
15.04.2019	30.0	6.1	klar	
17.07.2019	19.7	7.6	klar	
21.08.2019	18.8	7.8	klar	
11.09.2019	18.4	7.0	klar	
22.10.2019	17.4	7.7	klar	

Vargas

	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]
Anzahl Messungen	13	
Mittelwert	3.0	
Minimum	1.7	
Maximum	4.3	
Quotient (=Max./Min.)	3	

[illegible]

BG 3572

Messstelle Brunnenstube/Pumpstation

	Schüttung [l/min]	Wasser- temperatur [°C]
Anzahl Messungen	13	
Mittelwert	7.1	
Minimum	1.0	
Maximum	21.0	
Quotient (=Max./Min.)	22	

[illegible]

Fontauna Nera I

[illegible]

Resultate der mikrobiologischen Untersuchungen

Quelle

Fontauna Nera II

	Aerobe, mesophile Keime [KBE/ml]	Escherichia coli [KBE/100ml]	Enterokokken
Anzahl Untersuchungen	3	3	3
Anzahl Überschreitungen	0	0	0
Maximum	0	0	0
Anforderung (max)	100	nn	nn

[illegible]

Resultate der mikrobiologischen Untersuchungen

Quellen

Fontauna Nera III

	Aerobe, mesophile Keime [KBE/ml]	Escherichia coli [KBE/100ml]	Enterokokken
Anzahl Untersuchungen	3	3	3
Anzahl Überschreitungen	0	0	0
Maximum	0	0	0
Anforderung (max)	100	nn	nn

[illegible]

Resultate der mikrobiologischen Untersuchungen

Quelle

Paliu Fravi

	Aerobe, mesophile Keime [KBE/ml]	Escherichia coli [KBE/100ml]	Enterokokken
Anzahl Untersuchungen	3	3	3
Anzahl Überschreitungen	0	0	0
Maximum	0	0	0
Anforderung (max)	100	nn	nn

[illegible]

Salums Leo

	Aerobe, mesophile Keime [KBE/ml]	Escherichia coli [KBE/100ml]	Enterokokken
Anzahl Untersuchungen	3	3	3
Anzahl Überschreitungen	0	0	0
Maximum	0	0	0
Anforderung (max)	100	nn	nn

[illegible]

Resultate der mikrobiologischen Untersuchungen

Quellen

Salums Friedrich

	Aerobe, mesophile Keime [KBE/ml]	Escherichia coli [KBE/100ml]	Enterokokken
Anzahl Untersuchungen	3	3	3
Anzahl Überschreitungen	1	1	1
Maximum	106	1	1
Anforderung (max)	100	nn	nn

[illegible]

Resultate der mikrobiologischen Untersuchungen

Quellen

Vargas

	Aerobe, mesophile Keime [KBE/ml]	Escherichia coli [KBE/100ml]	Enterokokken
Anzahl Untersuchungen	2	2	2
Anzahl Überschreitungen	0	0	0
Maximum	0	0	0
Anforderung (max)	100	nn	nn

[illegible]

Resultate der mikrobiologischen Untersuchungen

Quellen

II Bot

	Aerobe, mesophile Keime [KBE/ml]	Escherichia coli [KBE/100ml]	Enterokokken
Anzahl Untersuchungen	3	3	3
Anzahl Überschreitungen	1	0	0
Maximum	185	0	0
Anforderung (max)	100	nn	nn

[illegible]

Fontauna Nera I

		26.09.2019	28.09.2020		Anforderungen gemäss TBDV			
Ammonium	[mg/l]	<0.01	<0.01		max. 0.1			
Bicarbonat	[mg/l]	289	292					
Chlorid	[mg/l]	19.4	25.9					
Gesamthärte	[°fH]	30.3	31.6					
Nitrat	[mg/l]	4.60	5.00		max. 40			
Resthärte	[°fH]	6.55	7.66					
Säureverbrauch	[°fH]	23.7	23.9					
Sulfat	[mg/l]	43.4	44.1					
TOC	[mg/l]	0.220	0.280		max. 1			
Calcium	[mg/l]	77.7	83.4					
Magnesium	[mg/l]	26.4	26.1					
Leitfähigkeit (25° C)	[µS/cm]							
pH-Wert			609					
Temperatur	° C		7.4					
Trübung	NTU		0.17		max. 1			

Fontauna Nera II

		26.09.2019	28.09.2020	Anforderungen gemäss TBDV			
Ammonium	[mg/l]	<0.01	<0.01	max. 0.1			
Bicarbonat	[mg/l]	301	306				
Chlorid	[mg/l]	3.2	2.8				
Gesamthärte	[°fH]	28.7	29.9				
Nitrat	[mg/l]	3.60	2.60	max. 40			
Resthärte	[°fH]	4.02	4.76				
Säureverbrauch	[°fH]	24.7	25.1				
Sulfat	[mg/l]	30.3	32.9				
TOC	[mg/l]	0.318	0.362	max. 1			
Calcium	[mg/l]	89.7	94.2				
Magnesium	[mg/l]	15.4	15.5				
Leitfähigkeit (25° C)	[µS/cm]		535				
pH-Wert			7.56				
Temperatur	° C		8.8				
Trübung	NTU		0.33	max. 1			

Fontauna Nera III

		26.09.2019	28.09.2020	Anforderungen gemäss TBDV			
Ammonium	[mg/l]	<0.01	<0.01	max. 0.1			
Bicarbonat	[mg/l]	310	301				
Chlorid	[mg/l]	2.1	1.9				
Gesamthärte	[°fH]	29.9	29.8				
Nitrat	[mg/l]	4.60	4.30	max. 40			
Resthärte	[°fH]	4.47	5.13				
Säureverbrauch	[°fH]	25.4	24.7				
Sulfat	[mg/l]	32.4	34.0				
TOC	[mg/l]	0.436	0.516	max. 1			
Calcium	[mg/l]	94.2	94.4				
Magnesium	[mg/l]	15.5	15.3				
Leitfähigkeit (25° C)	[µS/cm]		528				
pH-Wert			7.40				
Temperatur	° C		10.3				
Trübung	NTU		0.25	max. 1			

Paliu Fravi

		26.09.2019	28.09.2020	Anforderungen gemäss TBDV			
Ammonium	[mg/l]	<0.01	<0.01	max. 0.1			
Bicarbonat	[mg/l]	254	262				
Chlorid	[mg/l]	<1	<1				
Gesamthärte	[°fH]	25.9	26.9				
Nitrat	[mg/l]	5.20	5.50	max. 40			
Resthärte	[°fH]	5.15	5.42				
Säureverbrauch	[°fH]	20.8	21.5				
Sulfat	[mg/l]	42.4	41.0				
TOC	[mg/l]	0.429	0.580	max. 1			
Calcium	[mg/l]	88.8	92.0				
Magnesium	[mg/l]	9.2	9.6				
Leitfähigkeit (25° C)	[µS/cm]		485				
pH-Wert			7.38				
Temperatur	° C		8.3				
Trübung	NTU		0.2	max. 1			

Salums

		26.09.2019 (alle)	28.09.2020 (Friedrich)	28.09.2020 (Leo)	Anforderungen gemäss TBDV			
Ammonium	[mg/l]	<0.01	<0.01	<0.01	max. 0.1			
Bicarbonat	[mg/l]	270	270	290				
Chlorid	[mg/l]	<1	<1	<1				
Gesamthärte	[°fH]	28.0	28.9	28.8				
Nitrat	[mg/l]	5.70	5.40	6.10	max. 40			
Resthärte	[°fH]	5.89	6.75	5.02				
Säureverbrauch	[°fH]	22.1	22.1	23.8				
Sulfat	[mg/l]	49.3	50.8	46.2				
TOC	[mg/l]	0.175	0.184	0.176	max. 1			
Calcium	[mg/l]	97.1	102.0	96.0				
Magnesium	[mg/l]	9.1	8.2	11.9				
Leitfähigkeit (25° C)	[µS/cm]		507	534				
pH-Wert			7.64	7.73				
Temperatur	° C		8.3	7.9				
Trübung	NTU		0.27	0.17	max. 1			

GEMEINDE BONADUZ
Ausscheidung detaillierter Quellschutzzonen
Resultate der chemischen Analysen

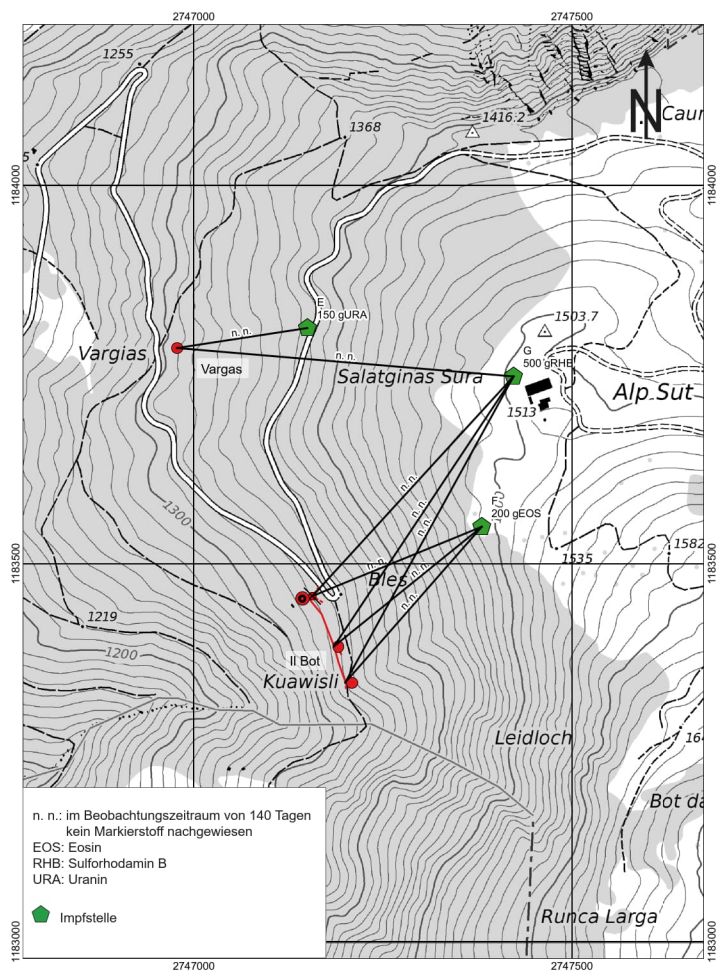
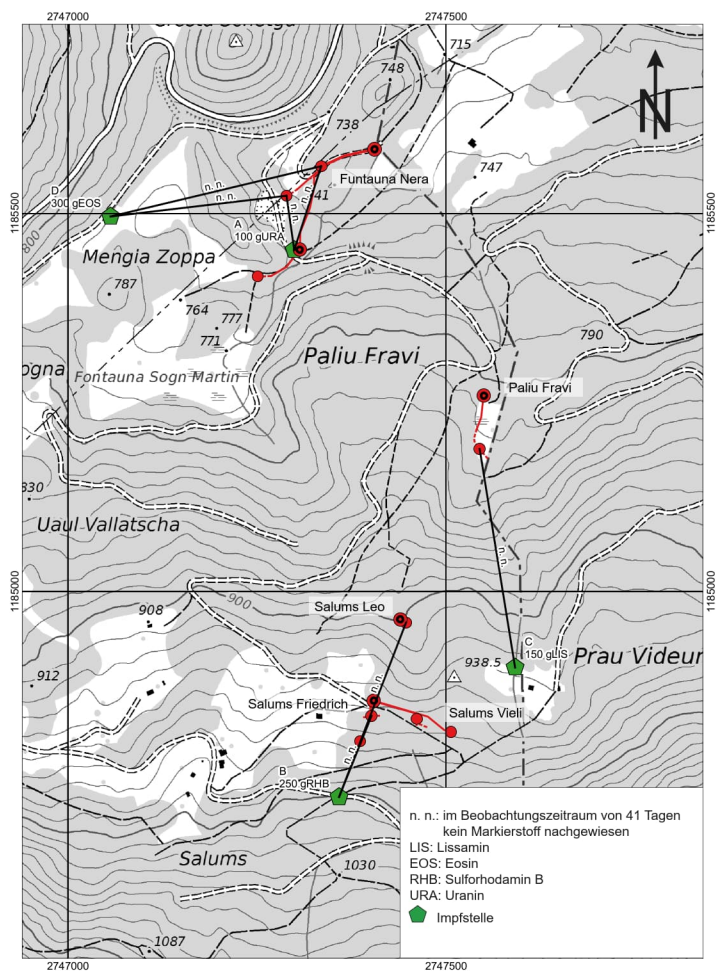
Beilage 6.6
BG 3572

Vargas

		26.09.2019	28.09.2020		Anforderungen gemäss TBDV			
Ammonium	[mg/l]	<0.01	<0.01		max. 0.1			
Bicarbonat	[mg/l]	237	244					
Chlorid	[mg/l]	<1	<1					
Gesamthärte	[°fH]	22.3	23.6					
Nitrat	[mg/l]	4.70	5.60		max. 40			
Resthärte	[°fH]	2.90	3.56					
Säureverbrauch	[°fH]	19.4	20.0					
Sulfat	[mg/l]	20.3	19.2					
TOC	[mg/l]	0.340	0.876		max. 1			
Calcium	[mg/l]	80.1	85.1					
Magnesium	[mg/l]	5.6	5.6					
Leitfähigkeit (25° C)	[µS/cm]		418					
pH-Wert			8.11					
Temperatur	° C		9.5					
Trübung	NTU		0.17		max. 1			

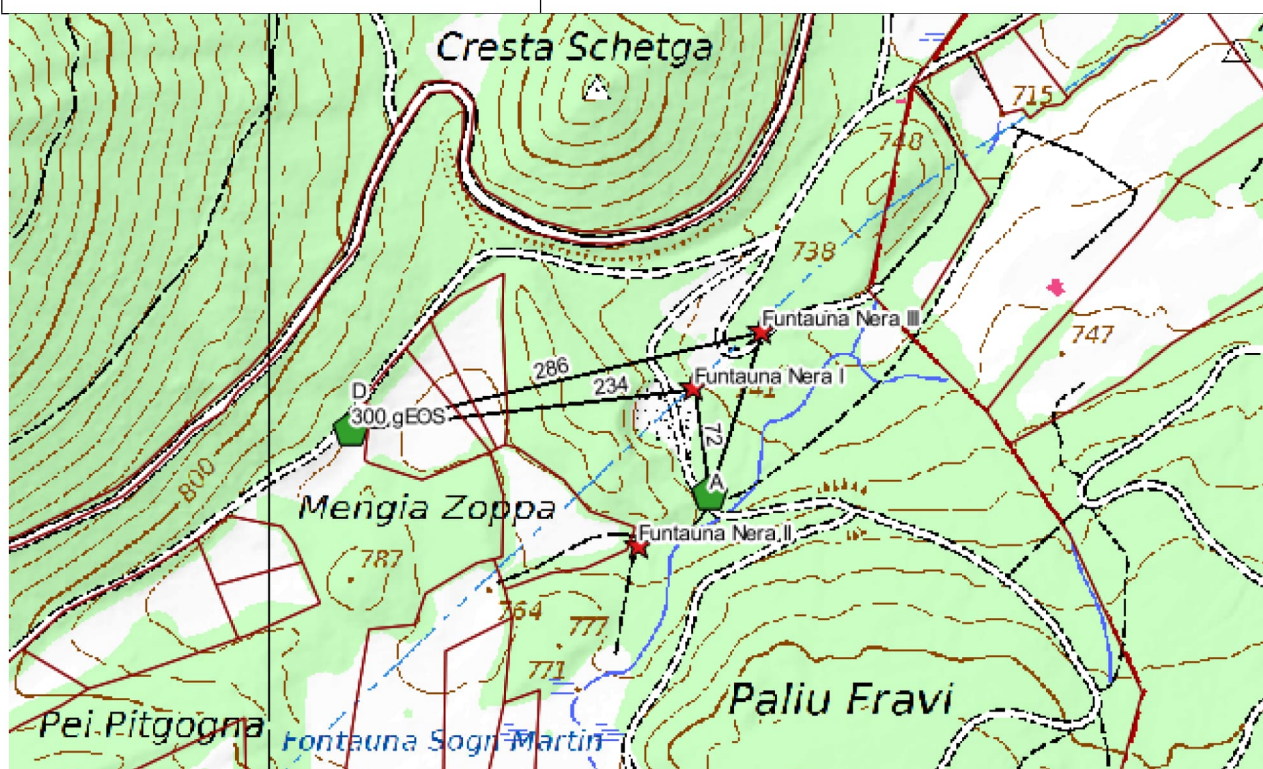
II Bot

		26.09.2019	28.09.2020		Anforderungen gemäss TBDV			
Ammonium	[mg/l]	<0.01	<0.01		max. 0.1			
Bicarbonat	[mg/l]	294	278					
Chlorid	[mg/l]	1.0	<1					
Gesamthärte	[°fH]	27.7	25.2					
Nitrat	[mg/l]	1.80	2.20		max. 40			
Resthärte	[°fH]	3.56	2.40					
Säureverbrauch	[°fH]	24.1	22.8					
Sulfat	[mg/l]	27.6	20.7					
TOC	[mg/l]	0.542	1.150		max. 1			
Calcium	[mg/l]	107.0	97.0					
Magnesium	[mg/l]	2.5	2.4					
Leitfähigkeit (25° C)	[µS/cm]		463					
pH-Wert			8.19					
Temperatur	° C		10.1					
Trübung	NTU		0.75		max. 1			



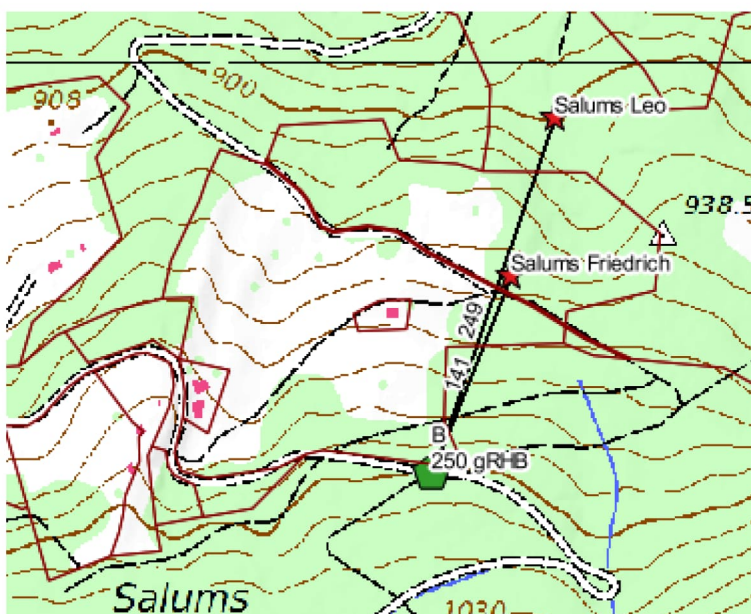
Beschreibung der Impfstelle A

Impfstelle für Quellen	:	Fontauna Nera I und Fontauna Nera III
Ortsbezeichnung Impfstelle	:	
Koordinaten, Kote	:	2'747'299/1'185'452
Ortsbeschreibung	:	
Zufahrt möglich	:	ja
Grabarbeiten	:	Bagger
Wasserzufuhr	:	Wassertransport nötig
Farbstoff vorgesehen (Typ, Menge [g])	:	100 g URA
Parzelle	:	3003
Eingabe Datum	:	8.11.2017
Eingabe Zeit	:	08:40
Vorspülmenge	:	100 l
Nachspülmenge	:	900 l
Ablaufverhalten	:	mässig - schlecht
Geologische Beschreibung Schlitz	:	2 m tief, Bergsturzmaterial (Kies, sandig, siltig; stark feucht)



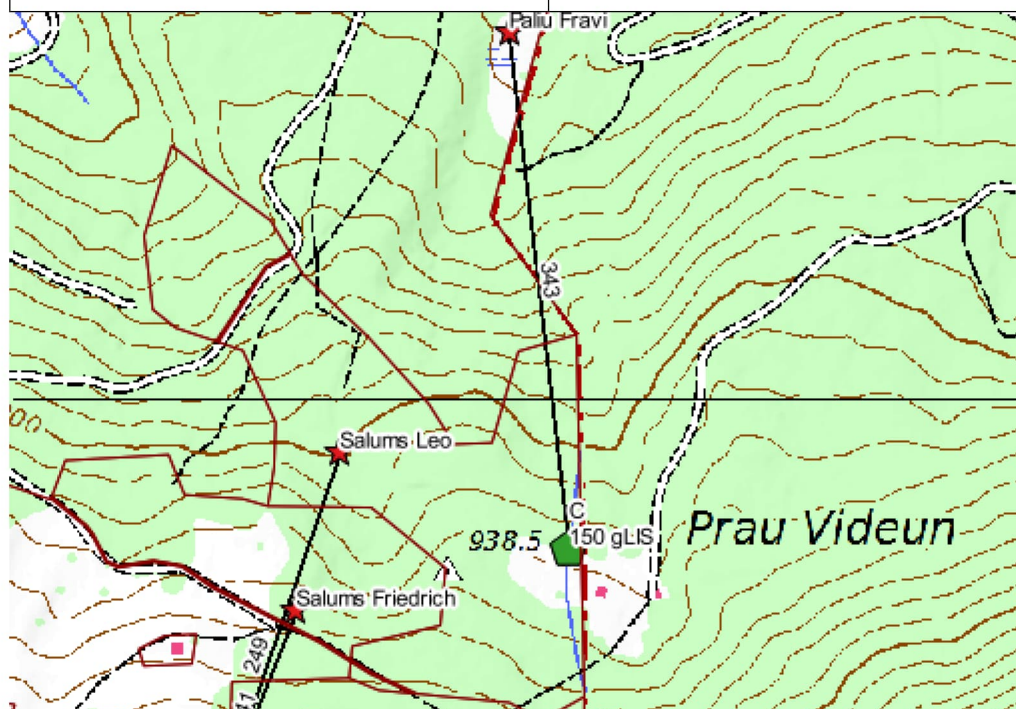
Beschreibung der Impfstelle B

Impfstelle für Quelle	:	Salums Friedrich und Salums Leo
Ortsbezeichnung Impfstelle	:	Salums
Koordinaten, Kote	:	2'747'359/1'184'728
Ortsbeschreibung	:	
Zufahrt möglich	:	Ja
Grabarbeiten	:	Bagger
Wasserzufuhr	:	Wassertransport nötig
Farbstoff vorgesehen (Typ, Menge [g])	:	250 g RHB
Parzelle	:	3002
Eingabe Datum	:	8.11.2017
Eingabe Zeit	:	09:50
Verspülmenge	:	300 l
Nachspülmenge	:	1'500 l
Ablaufverhalten	:	Sehr gut
Geologische Beschreibung Schlitz	:	1.5 m tief, Hangschutt, Kies, sandig, siltig mit Steinen, plattige Bündnerschieferkomponenten



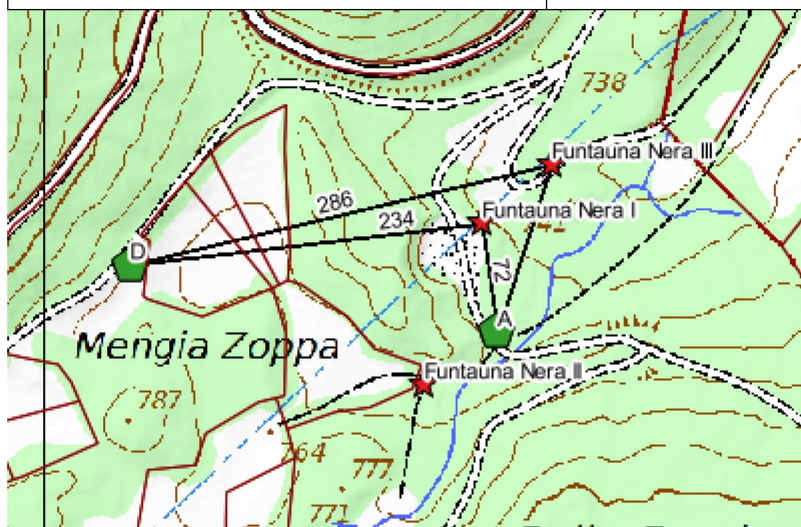
Beschreibung der Impfstelle C

Impfstelle für Quelle	:	Paliu Fravi
Ortsbezeichnung Impfstelle	:	Prau Videun
Koordinaten, Kote	:	2'747'891/1'184'899
Ortsbeschreibung	:	Bach auf Prau Videun
Zufahrt möglich	:	Ja
Grabarbeiten	:	Keine
Wasserzufuhr	:	Eingabe in Oberflächengewässer
Farbstoff vorgesehen (Typ, Menge [g])	:	150 g LIS
Parzelle	:	1855
Eingabe Datum	:	8.11.2017
Eingabe Zeit	:	10:20
Vorspülmenge	:	-
Nachspülmenge	:	-
Ablaufverhalten	:	sehr gut
Geologische Beschreibung Schlitz	:	-



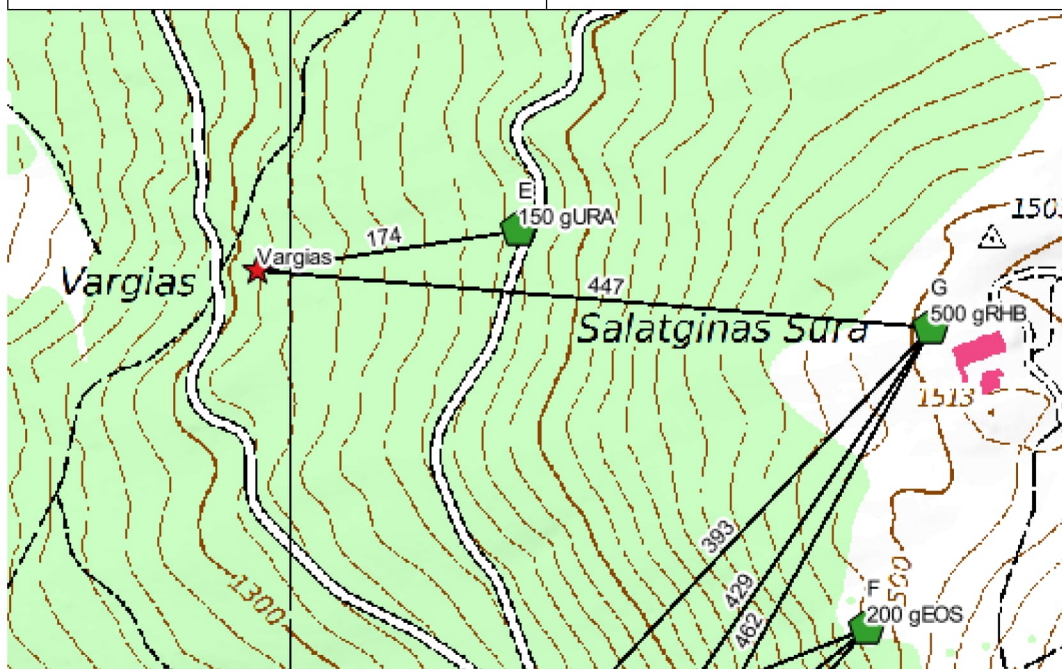
Beschreibung der Impfstelle D

Impfstelle für Quelle	:	Funtauna Nera I und Funtauna Nera III
Ortsbezeichnung Impfstelle	:	Mengia Zoppa
Koordinaten, Kote	:	2'747'056/1'185'496
Ortsbeschreibung	:	Unterhalb Flurstrasse
Zufahrt möglich	:	Ja
Grabarbeiten	:	Bagger
Wasserzufuhr	:	Wassertransport nötig
Farbstoff vorgesehen (Typ, Menge [g])	:	300 g EOS
Parzelle	:	3003
Eingabe Datum	:	8.11.2017
Eingabe Zeit	:	09:10
Vorspülmenge	:	200 l
Nachspülmenge	:	800 l
Ablaufverhalten	:	Schlecht - mässig
Geologische Beschreibung Schlitz	:	2 m tief, Hangschutt, Silt, kiesig sandig, schwach organisch



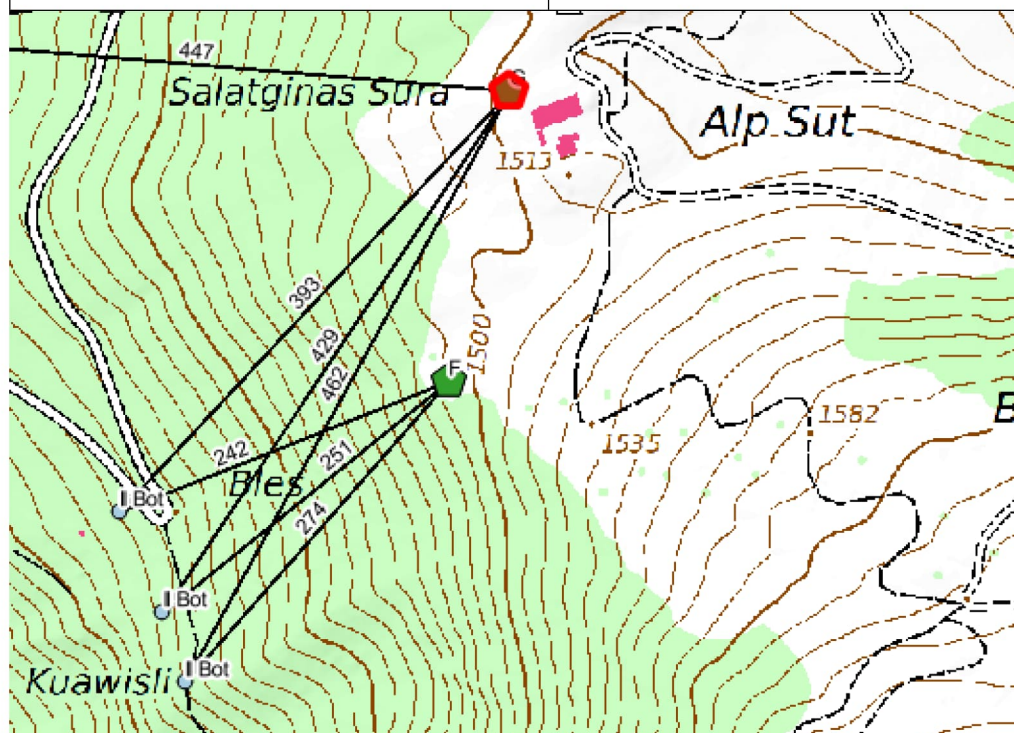
Beschreibung der Impfstelle E

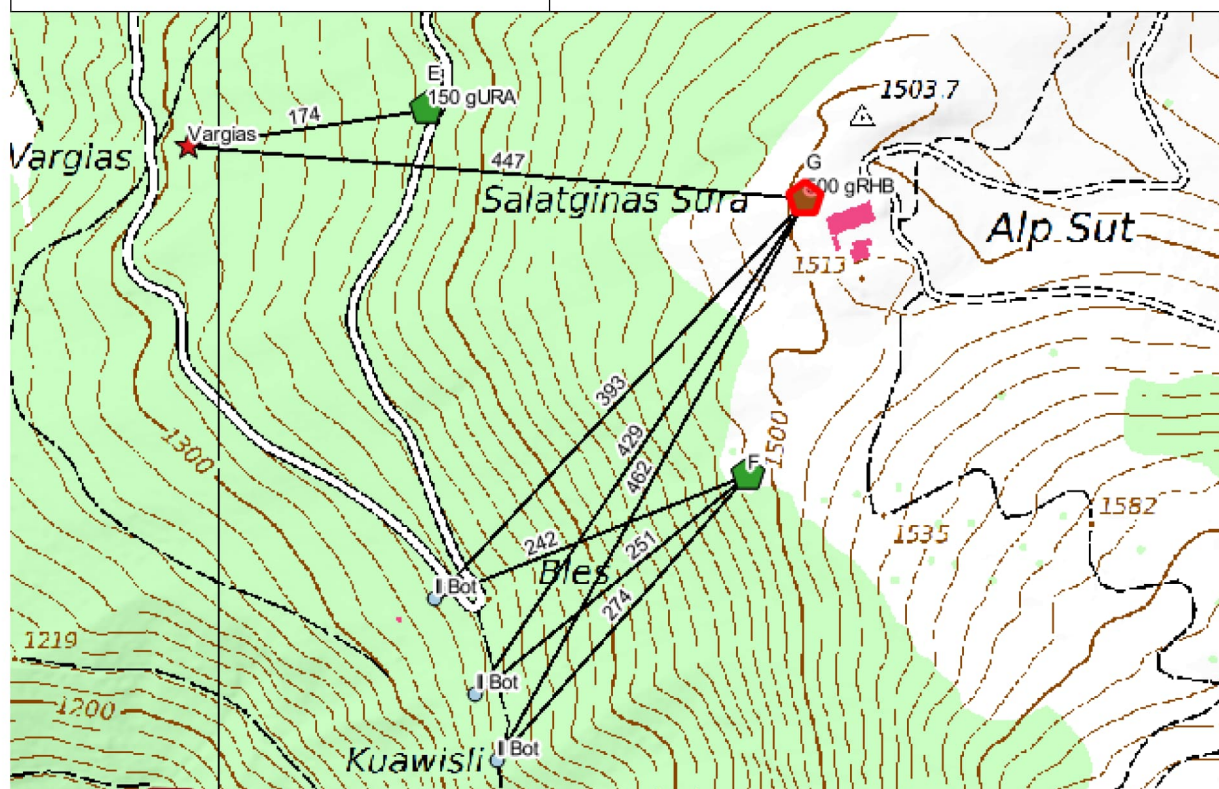
Impfstelle für Quelle	:	Vargas
Ortsbezeichnung Impfstelle	:	Salatginas Sura
Koordinaten, Kote	:	2'747'150/1'183'811
Ortsbeschreibung	:	unterhalb Alpstrasse
Zufahrt möglich	:	ja
Grabarbeiten	:	Bagger
Wasserzufuhr	:	Wassertransport nötig
Farbstoff vorgesehen (Typ, Menge [g])	:	150 g URA
Parzelle	:	3002
Eingabe Datum	:	29.5.2018
Eingabe Zeit	:	15:20
Vorspülmenge	:	50 l
Nachspülmenge	:	950 l
Ablaufverhalten	:	Gut
Geologische Beschreibung Schlitz	:	1.2 m tief, Felsverwitterungsschutt bzw. verwitterte Felsoberfläche



Beschreibung der Impfstelle F

Impfstelle für Quelle	:	II Bot
Ortsbezeichnung Impfstelle	:	Salatginas Sura
Koordinaten, Kote	:	2'747'381/1'183'549
Ortsbeschreibung	:	Waldgrenze
Zufahrt möglich	:	ja
Grabarbeiten	:	Bagger
Wasserzufuhr	:	Wassertransport nötig
Farbstoff vorgesehen (Typ, Menge [g])	:	200 g EOS
Parzelle	:	3002
Eingabe Datum	:	29.5.2018
Eingabe Zeit	:	14:05
Vorspülmenge	:	100 l
Nachspülmenge	:	900 l
Ablaufverhalten	:	schlecht
Geologische Beschreibung Schlitz	:	1.5 m tief, feinkörniger/lehmiger Oberboden, darunter aufgelockerte Felsoberfläche





Tracer-Durchgangskurve (Dye breakthrough)

Letztes Update: 11.1.2018

Baugeologie, FDT Projekt: Markierversuch Bonaduz
PM: Dr. Dorian Gaar

Alle Tracer-Konzentrationen in ng/L (= ppt)
Instrumentenfehler nach Shimadzu GmbH, Schweiz: ± 5% und/oder ± 2 RFI

	Tag	Datum / Zeit	Tage nach Impfung	Paliu Fravi	Salums	Fontauna Nera I		Fontauna Nera III	
Eingesetzte Tracer eingegeben am 13.6.2017				LIS	RHB	URA	EOS	URA	EOS
Eingesetzte Mengen				150 g LIS, 100 g URA, 300 g EOS, 250 g RHB					
	Nullprobe	8. Nov 17	0						
1. Woche	Donnerstag	9. Nov 17	1						
	Freitag	10. Nov 17	2						
	Samstag	11. Nov 17	3						
	Sonntag	12. Nov 17	4						
	Montag	13. Nov 17	5						
	Dienstag	14. Nov 17	6						
	Mittwoch	15. Nov 17	7						
2. Woche	Donnerstag	16. Nov 17	8						
	Freitag	17. Nov 17	9						
	Samstag	18. Nov 17	10						
	Montag	20. Nov 17	12						
3. Woche	Freitag	24. Nov 17	16						
	Dienstag	28. Nov 17	20						
4. Woche	Dienstag	5. Dez 17	27						
5. Woche	Dienstag	12. Dez 17	34						
6. Woche	Dienstag	19. Dez 17	41						

Tracernachweisgrenze in [ppt]

- Tracer eingegeben am 13.6.17
- Tracer detektiert
- Tracer nicht nachgewiesen
- Rückstellproben
- Proben noch nicht erhalten
- LISLisamin
- URAUranin
- EOSEosin
- RHBRhodamin B

Tracer-Durchgangskurve (Dye breakthrough)

Letztes Update: 22.11.2018

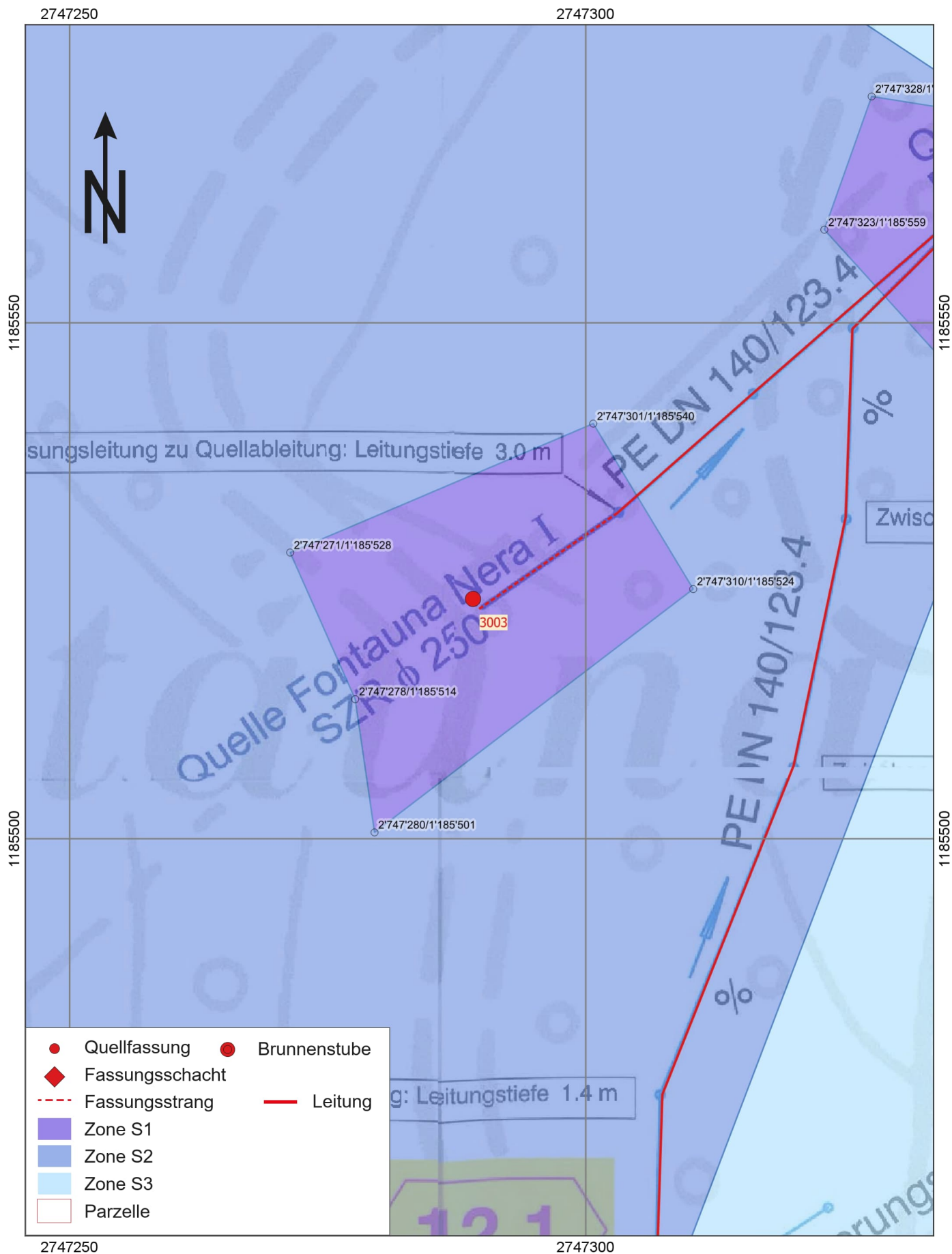
Baugeologie, FDT Projekt: Markierversuch Bonaduz
PM: Dr. Dorian Gaar

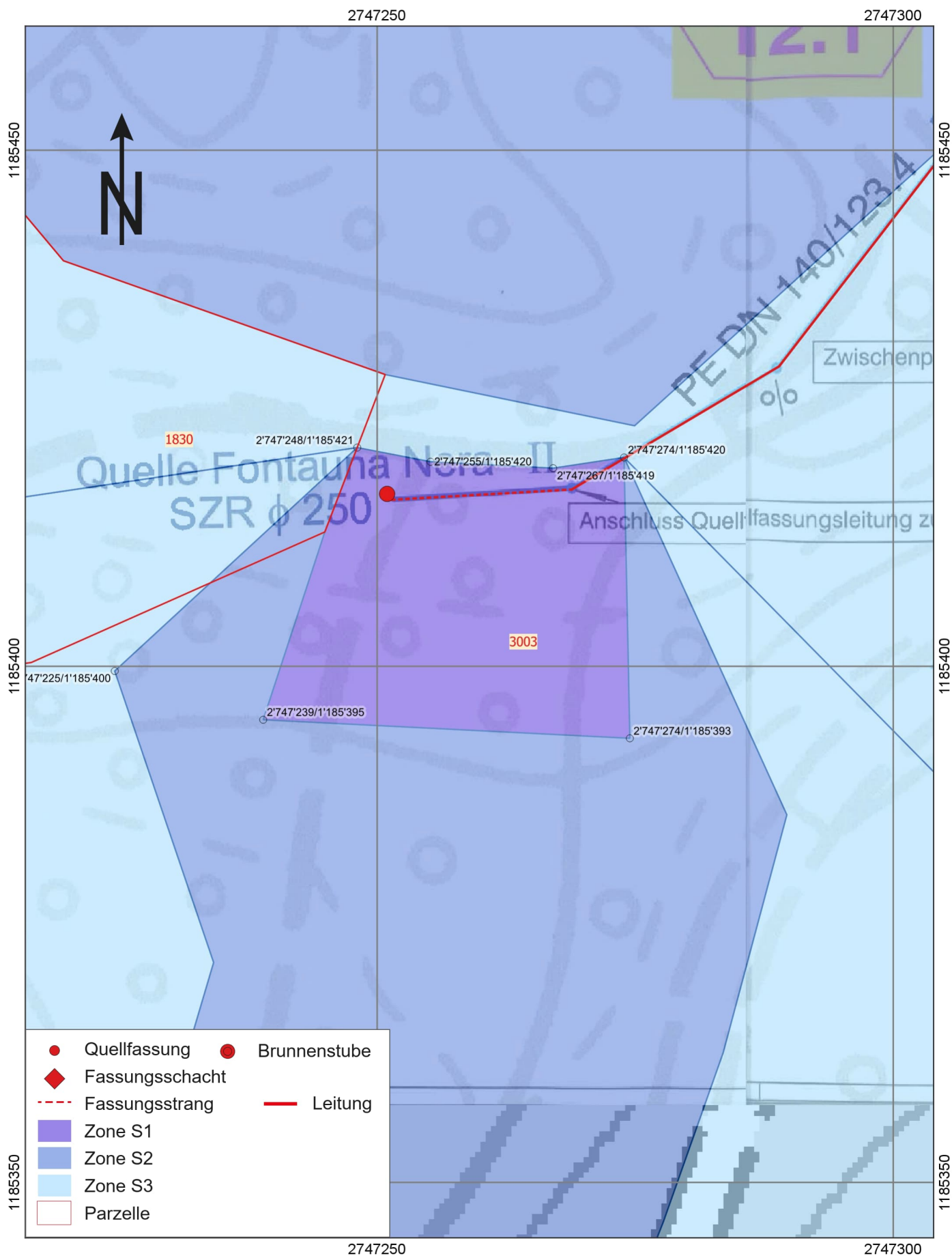
Alle Tracer-Konzentrationen in ng/L (= ppt)
Instrumentenfehler nach Shimadzu GmbH, Schweiz: ± 5% und/oder ± 2 RFI

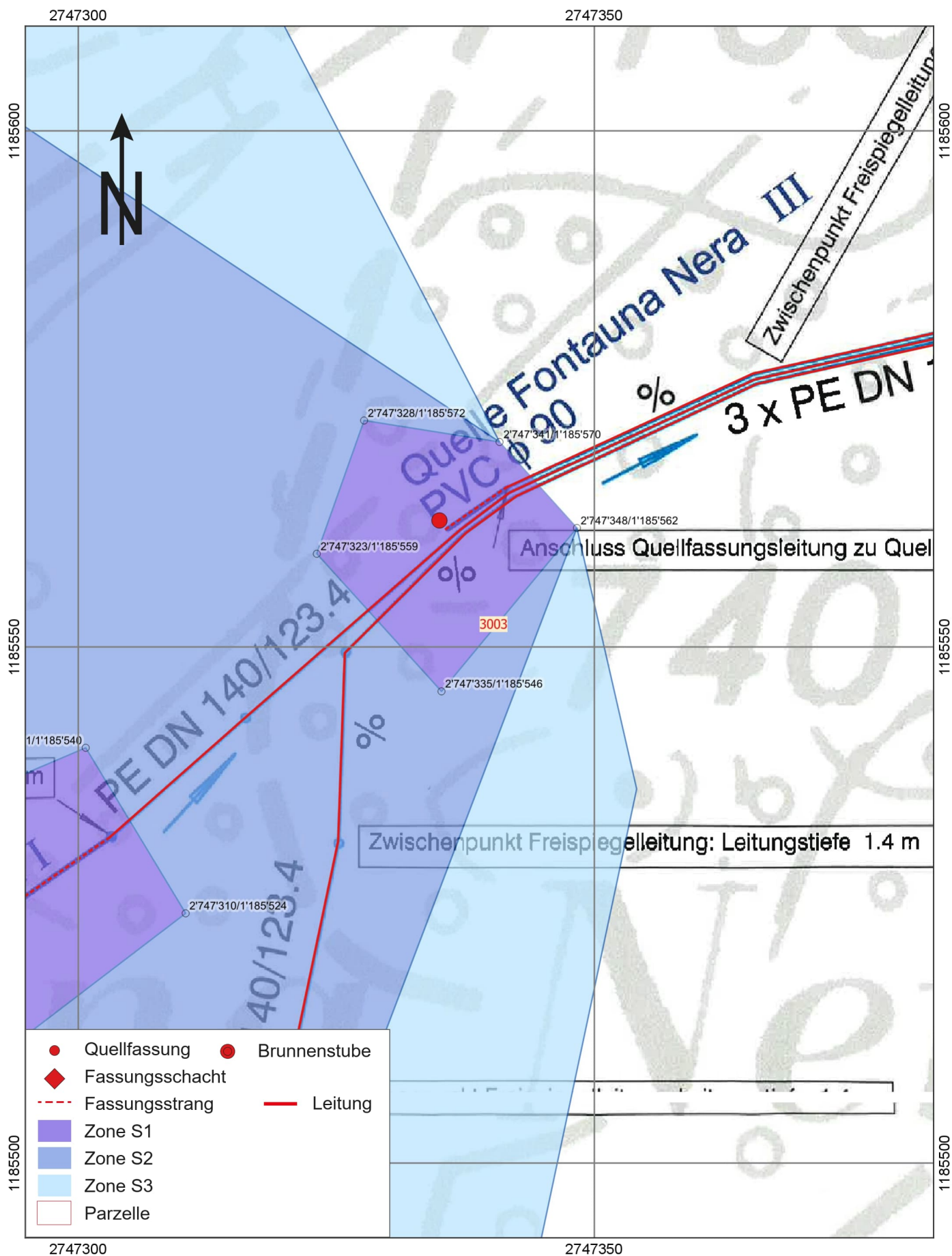
	Tag	Datum / Zeit	Tage nach Impfung	Vargas		Il Bot	
Tracer eingegeben am		29. Mai 18		URA	RHB	EOS	RHB
Eingesetzte Mengen				150 g URA, 200 g EOS, 450 g RHB			
1. Woche	Nullprobe	31. Mai 18	2				
	Freitag	1. Jun 18	3				
	Samstag	2. Jun 18	4				
	Sonntag	3. Jun 18	5				
	Montag	4. Jun 18	6				
	Dienstag	5. Jun 18	7				
	Mittwoch	6. Jun 18	8				
	Donnerstag	7. Jun 18	9				
	Freitag	8. Jun 18	10				
	Sonntag	10. Jun 18	12				
2. Woche	Donnerstag	14. Jun 18	16				
3. Woche	Montag	18. Jun 18	20				
4. Woche	Montag	25. Jun 18	27				
5. Woche	Montag	2. Jul 18	34				
6. Woche	Montag	9. Jul 18	41				
	Dienstag	16. Okt 18	140				

Tracernachweisgrenze in [ppt]

- Tracer eingegeben am 29.5.18
- Tracer detektiert
 - Tracer nicht nachgewiesen
 - Rückstellproben
 - URA
 - EOS
 - RHB
- Uranin
Eosin
Rhodamin B







GEMEINDE BONADUZ
Wasserversorgung
Ausscheidung detaillierter Quellschutzzonen
Detailplan S1 und Fassungsplan Paliu Fravi 1:500 [1.4.14]

Beilage 10.4
BG 3572

