



KANTON ST.GALLEN

GEMEINDE NESSLAU



WASSERVERSORGUNG NESSLAU

GRUNDWASSERSCHUTZZONEN UM DIE QUELLFASSUNGEN NÄPPIS 1 + 2

HYDROGEOLOGISCHER SCHUTZZONENBERICHT

7. Mai 2026



GEOLOGIEBÜRO
LIENERT & HAERING AG

Neue Industriestrasse 81 | CH-9602 Bazenhaid | +41 (0)71 371 17 33
Langäckerstrasse 9 | CH-8589 Sitterdorf | +41 (0)71 461 22 82
info@haering-geo.ch | www.haering-geo.ch

Projektblatt

Projektbeteiligte

Name	Funktion	Tel. direkt	E-Mail
Roland Brunner	Projektleiter	071 566 17 37	roland.brunner@haering-geo.ch
Jonas Maeder	Sachbearbeiter	071 566 17 36	jonas.maeder@haering-geo.ch
Susanne Scheiwiller	QS-Verantwortliche	071 566 17 35	susanne.scheiwiller@haering-geo.ch

Änderungsgeschichte

Version (Datum)	Status / Änderung
23.09.2022	Version 1 / Schutzzonendossier Entwurf z.Hd. WV Krummenau zur Stellungnahme
23.02.2023	Version 2 / Ergänzttes Schutzzonendossier z.Hd. Gemeinde Nesslau für kantonale Vorprüfung
26.02.2025	Version 3 / Überarbeitetes Schutzzonendossier nach kantonaler Vorprüfung z.Hd. WV Nesslau für 2. Vorprüfung
16.09.2025	Version 4 / Überarbeitetes Schutzzonendossier nach 2. Vorprüfung z.Hd. WV Nesslau für Auflage
07.05.2026	Version 5 / Überarbeitetes Schutzzonendossier nach Besprechung mit Grundeigentümer und Pächter vor Auflage

Haftungsbeschränkung

Dieser Bericht wurde von Lienert & Haering AG verfasst. Sein Inhalt sowie die darin getroffenen Feststellungen und Empfehlungen reflektieren nach bestem Wissen und Gewissen den Kenntnisstand von Lienert & Haering AG auf Basis der Informationen, welche Lienert & Haering AG zum Zeitpunkt der Abfassung zur Verfügung standen. Dieser Bericht und Auszüge davon sind ausschliesslich für den Auftraggeber bestimmt. Allfällige Haftungsansprüche gegenüber Dritten, welche sich auf diesen Bericht berufen, werden ausdrücklich abgelehnt.

Die auszugsweise Kopie oder Wiedergabe des Berichts ist nur mit schriftlicher Zustimmung der Lienert & Haering AG erlaubt.

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG.....	1
1.1 Ausgangslage.....	1
1.2 Grundwasserschutz	1
1.3 Auftrag.....	1
1.4 Ausgeführte Arbeiten.....	2
2. VERWENDETE UNTERLAGEN.....	3
3. GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE	4
3.1 Geologische Verhältnisse	4
3.2 Hydrogeologische Verhältnisse	5
4. DIE QUELFFASSUNGEN NÄPPIS.....	5
4.1 Standort.....	5
4.2 Quellenrecht	7
4.3 Technische Daten.....	7
4.4 Trinkwasserbedarf / Quellschüttungen.....	9
5. MARKIERVERSUCHE	10
5.1 Bestimmung der Grundwasser-Fliessverhältnisse	10
5.2 Markierversuche Juni 2001.....	11
5.3 Markierversuche April 2021	11
5.3.1 Versuchsanordnung	11
5.3.2 Auswertung der Wasserproben	13
5.4 Markierversuche Oktober 2021.....	15
5.4.1 Versuchsanordnung	15
5.4.2 Auswertung der Wasserproben	16
5.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen der Markierversuche 2021	16
6. WASSERQUALITÄT.....	17
6.1 Allgemeines.....	17
6.2 Zusammenfassung der Trinkwasseranalysen	17
6.3 Aufbereitung / Probenahme	18
7. DIE GRUNDWASSERSCHUTZZONEN	19
7.1 Wahl der Methodik der Ausscheidung	19
7.2 Methodik DISCO.....	19
7.3 Allgemeine Bemerkungen.....	20
7.4 Grösse hydrogeologisches Fassungseinzugsgebiet	20
7.5 Kartierung Vulnerabilität	21
7.6 Dimensionierung der Schutzzonen	21
7.6.1 Allgemein.....	21
7.6.2 Zone S1.....	21
7.6.3 Zone S2.....	21

7.6.4	Zone S _h	21
7.6.5	Zone S _m	21
7.7	Veränderungen bisherige Schutzzonen – neue Schutzzonen	22
8.	FLIESSGEWÄSSER	22
9.	GEFAHRENKARTE	22
10.	GEFAHRENKATASTER	22
10.1	Gefahrenherde	22
10.2	Nutzungseinschränkungen	23
11.	ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN.....	23

ANHANG

- Nr. 1: Wasserbeschaffung und Wasserverbrauch WV Krummenau
- Nr. 2: Schüttungsmessungen Quelfassungen Näppis
- Nr. 3: Markierversuche 2021 im Einzugsgebiet der Quellen Näppis; Übersichtsplan
- Nr. 4: Markierversuche April 2021 im Einzugsgebiet der Quellen Näppis; Daten
- Nr. 5: Markierversuche Oktober 2021 im Einzugsgebiet der Quellen Näppis; Daten
- Nr. 6: Trinkwasser-Untersuchungen inkl. Höchstwerte sowie Erläuterungen
- Nr. 7: Erläuterungen zu den Grundwasserschutzzonen
- Nr. 8: Ausdehnung hydrogeologisches Fassungseinzugsgebiet
- Nr. 9: Vergleich bisherige Schutzzonen – neue Schutzzonen; Situation

1. EINLEITUNG

1.1 Ausgangslage

Die Wasserversorgung (WV) Krummenau stellte bis Ende 2024 in der Gemeinde Nesslau in einem Grossteil des Dorfes Krummenau und in der Gemeinde Ebnat-Kappel in den Gebieten Blomberg, Letz, Brandholz, Gieselbach, Lüpferwil und Trempel die Wasserversorgung sicher. Dabei wurden rund 530 Personen sowie mehrere Gewerbe- und Landwirtschaftsbetriebe mit Trink- und Brauchwasser versorgt. Zur Sicherstellung des Trink- und Brauchwasserbedarfs nutzte die WV Krummenau das frei zufließende Quellwasser der Quellgebiete Näppis und Fosen. Die jährliche Wasserbeschaffung aus diesen beiden Gebieten betrug im Mittel der letzten Jahre rund 58'000 m³. Fehlendes Trinkwasser wurde von der WV Nesslau bezogen (rund 34'500 m³ pro Jahr). Per 1.1.2025 wurde die WV Krummenau in die Politische Gemeinde Nesslau inkorporiert.

Im vorliegenden Bericht werden die **Quelfassungen Näppis 1 + 2** behandelt. Die mittlere Quellschüttung der beiden Quelfassungen beträgt rund 90 l/min bzw. rund 47'000 m³/Jahr.

1.2 Grundwasserschutz

Öffentliche Wasserversorgungen müssen gemäss Art. 20 des Bundesgesetzes über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) [11] 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. Im Kanton St.Gallen wird die Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen im Vollzugsgesetz zur eidgenössischen Gewässerschutzgesetzgebung (GSchVG; sGS 752.2 [9]) vom 11. April 1996 in den Artikel 29 - 34 sowie in der Verordnung zum Vollzugsgesetz zur eidgenössischen Gewässerschutzgesetzgebung (GSchVV; sGS 752.21 [10]) vom 21. Januar 1997 geregelt. In Art. 29 der GSchVG ist festgehalten, dass die politische Gemeinde die Grundwasserschutzzonen ausscheidet.

Die Schutzzonen um die Quellen Näppis 1 + 2 sowie um die nicht mehr genutzte Quelle Näppis 3 (vgl. Kapitel 4) wurden mit Datum vom 19. September 2001 von der progeo Schächli & Schmid dimensioniert [23]. Die Schutzzonenunterlagen sind seit der Genehmigung durch das Baudepartement am 26. Juni 2002 rechtskräftig. Seit der Erarbeitung der Schutzzonenunterlagen haben verschiedene Grundlagen für die Ausscheidung der Schutzzonen eine Änderung erfahren. So wurde beispielsweise 2004 vom BUWAL (heute BAFU) die Wegleitung Grundwasserschutz [3] herausgegeben, in welcher das Ausscheidungsverfahren umfassend erläutert wird. Im Hinblick auf die rechtliche Handhabung empfiehlt die Wegleitung Grundwasserschutz, *'bestehende Schutzzonenpläne und die zugehörigen Reglemente auf ihre Übereinstimmung mit den Bestimmungen der Wegleitung zu überprüfen und dem neuesten Stand anzupassen'*.

1.3 Auftrag

Im Februar 2021 beauftragte die WK Krummenau unser Büro gemäss unserer Offerte vom 4. Dezember 2020, die Fliessverhältnisse im Einzugsgebiet der Quellen Näppis mit Markierversuchen genauer abzuklären und anschliessend die Grundwasserschutzzonen zu überarbeiten.

1.4 Ausgeführte Arbeiten

Zur Überprüfung der Schutzzonendimensionierung wurden am 21. April 2021 und am 28. Oktober 2021 im Einzugsgebiet der Quellen Näppis Markierversuche durchgeführt. Anschliessend wurde ein erster Entwurf der Grundwasserschutzzonen erstellt.

An einer Besprechung am 8. Februar 2022 mit dem damaligen Verwaltungsrat der WV Krummenau sowie Roland Brunner und Susanne Scheiwiller (beide Geologiebüro Lienert & Haering AG) wurden die Resultate der Markierversuche, die Dimensionierung der Grundwasserschutzzonen und das weitere Vorgehen bezüglich der Schutzzonen diskutiert.

Am 29. Juni 2022 wurden auf Empfehlung unseres Büros die Fassungsleitungen der Quellen Näppis durch die Firma K. Lienhard AG geortet sowie mittels Kamerabefahrung auf deren Zustand und Beschaffenheit kontrolliert. Gleichzeitig wurden die Quellschächte besichtigt und die technischen Fassungsdaten aufgenommen. Anschliessend wurden die Quellschächte und die Fassungsleitungen durch die FKL & Partner AG, Grabs, eingemessen. Gleichzeitig mit der Quellortung wurde durch unser Büro das Gefahrenkataster im Einzugsgebiet der Quellen aufgenommen.

Für die Erarbeitung der Schutzzonenunterlagen wurden bei der WV Krummenau die Schüttungsmessungen der einzelnen Fassungen sowie Angaben zur Wasserbeschaffung der WV Krummenau der letzten Jahre angefordert. Beim Amt für Verbraucherschutz und Veterinärwesen des Kantons St.Gallen (AVSV) [16] wurden die vorhandenen Wasseranalysen der letzten Jahre bestellt.

Im März 2023 wurden die von unserem Büro erarbeiteten Schutzzonenunterlagen von der Gemeinde Nesslau dem kantonalen Amt für Wasser und Energie (AWE SG) zur Vorprüfung eingereicht. In der Vorprüfung vom AWE SG vom 30. Juni 2023 [17] wurde unter anderem darauf hingewiesen, dass die Methodik zur Bemessung der Grundwasserschutzzonen zu überprüfen ist.

Daraufhin mussten beim AWE SG in einem ersten Schritt generelle Grundlagen für die Wahl der Methodik zur Bemessung von Grundwasserschutzzonen sowie spezifisch für die Schutzzonendimensionierung bei stark heterogenen Kluft-Grundwasserleitern erarbeitet werden. Die Quelfassungen Näppis wurden bei der Erarbeitung dieser neuen Grundlagen als Pilotprojekt genutzt. In diesem Zusammenhang führte unser Büro gemeinsam mit Vertretern vom AWE SG am 23. November 2023 eine Begehung im Einzugsgebiet der Quelfassungen Näppis durch. Anlässlich dieser Begehung wurde eine Kartierung der Vulnerabilität durchgeführt und anschliessend ein Entwurf einer möglichen Schutzzonenbemessung nach der Methodik DISCO erstellt.

Nach Vorliegen der neuen Grundlagen vom AWE SG wurden die bestehenden, rechtskräftigen Schutzzonenunterlagen um die Quelfassungen Näppis unter Berücksichtigung der neu gewonnenen Erkenntnisse (Markierversuche, Wasseranalysen, Veränderungen im Gefahrenkataster, Verwurf Quelle Näppis 3), der Hinweise in der kantonalen Vorprüfung [17] sowie den neuen Grundlagen [18] [19] überarbeitet. Das vorliegende Schutzzonendossier besteht aus dem hydrogeologischen Schutzzonenbericht, dem Schutzzonenreglement und dem Schutzzonenplan. Das Schutzzonenreglement basiert auf dem kantonalen Muster-Schutzzonenreglement für Fassungen im Bereich von stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern [20].

2. VERWENDETE UNTERLAGEN

BUNDESAMT FÜR LANDESTOPOGRAFIE SWISSTOPO

- [1] Diverse Kartengrundlagen (map.geo.admin.ch; Stand Oktober 2024)

BUNDESAMT FÜR UMWELT, BAFU UND BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, BLW

- [2] 2011: Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft

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

- [3] 2003: Praxishilfe: Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern
[4] 2004: Wegleitung Grundwasserschutz
[5] 2022: Grundwasserschutz in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern

FACHVERBAND FÜR WASSER, GAS UND WÄRME, SVGW

- [6] 1989: Richtlinien für Projektierung, Ausführung und Betrieb von Quelfassungen
[7] 2005: Richtlinien für die Qualitätsüberwachung in der Trinkwasserversorgung

GESETZESSAMMLUNG DES KANTONS ST. GALLEN

- [8] 1990: Gesetz über die Gewässernutzung (sGS 751.1; GNG)
[9] 1996: Vollzugsgesetz zur eidgenössischen Gewässerschutzgesetzgebung (sGS 752.2; GSchVG)
[10] 1997: Verordnung zum Vollzugsgesetz zur eidgenössischen Gewässerschutzgesetzgebung (sGS 752.21; GSchVV)

GESETZGEBUNG DES BUNDES

- [11] 1991: Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (SR 814.20; Gewässerschutzgesetz, GSchG)
[12] 1998: Gewässerschutzverordnung (SR 814.201; GSchV)
[13] 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)
[14] 2010: Verordnung vom 12. Mai 2010 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (SR 916.161; Pflanzenschutzmittelverordnung, PSMV)
[15] 2016: Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen vom 16. Dezember 2016 (SR 817.022.11; TBDV)

KANTON ST. GALLEN, AMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND VETERINÄRWESEN, AVSV

- [16] Chemische und bakteriologische Trinkwasseranalysen

KANTON ST. GALLEN, AMT FÜR WASSER UND ENERGIE, AWE

- [17] 2023: Nesslau: Quellwasserfassung «Näppis»; Ausscheidung Grundwasserschutzzonen, 1. Vorprüfung
[18] 2024: Merkblatt AWE 220: Variantenwahl bei der Schutzzonenausscheidung
[19] 2024: Merkblatt AWE 221: Schutzzonenausscheidung in Anlehnung an die Methodik DISCO
[20] 2024: Muster-Schutzzonenreglement für stark heterogene Karst- und Kluft-Grundwasserleiter
[21] 2025: Nesslau: Quellwasserfassungen «Näppis»; Ausscheidung Grundwasserschutzzonen, 2. Vorprüfung

KANTON ST. GALLEN, KANTONALES GEOPORTAL

- [22] Diverse Kartengrundlagen (Stand Oktober 2024)

PROGEO

- [23] 2001: Grundwasserschutzzonen der Quellwasserfassungen Näppis
[24] 2018: Wasserversorgung WV Krummenau Quellgebiet Näppis

WASSERVERSORGUNG KRUMMENAU

- [25] Angaben zur Wasserbeschaffung, Wasserabgabe, Schüttungsmessungen

3. GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

3.1 Geologische Verhältnisse

Die Abb. 3.1 zeigt einen Ausschnitt aus dem geologischen Atlas der Schweiz [1].

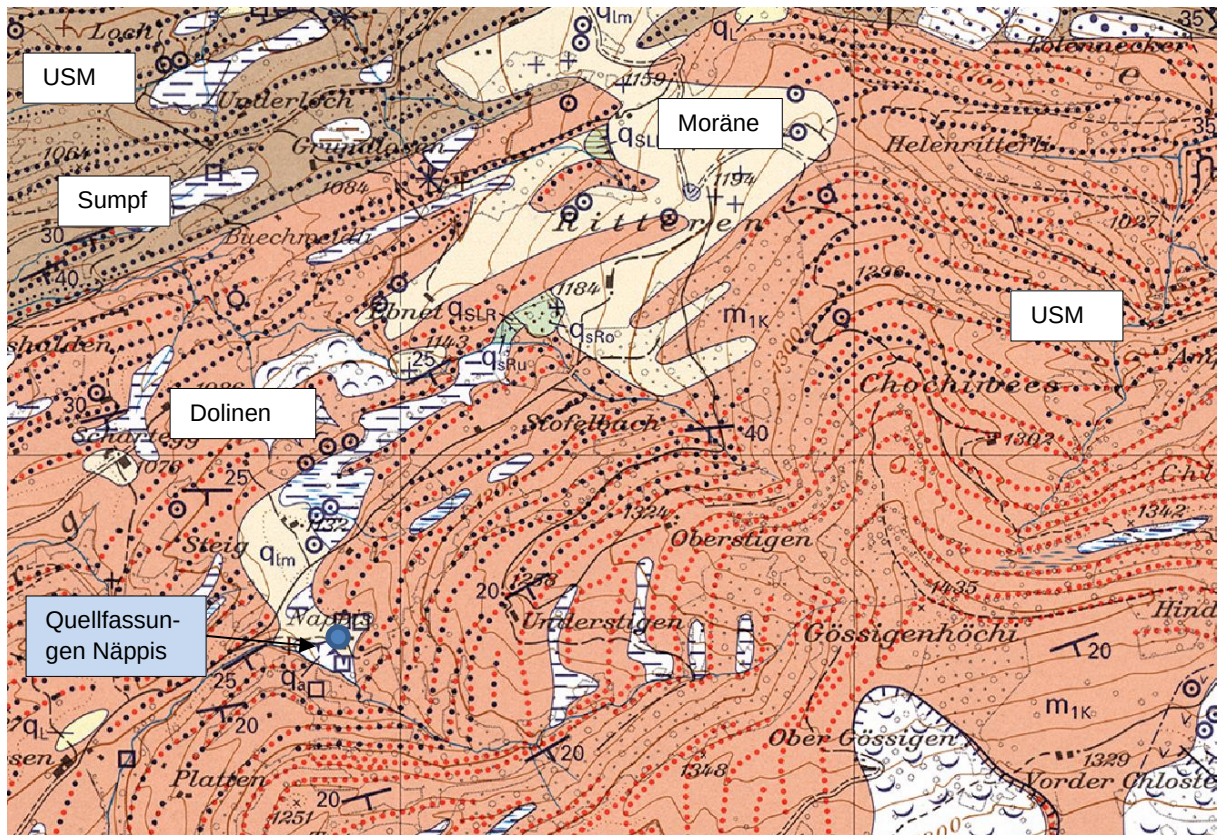


Abb. 3.1: Ausschnitt aus geologischer Karte [1]

Das Quellgebiet Näppis liegt in der aufgeschobenen (subalpinen) Molasse der Kronberg-Schuppe. Der Felsuntergrund besteht aus Gesteinsschichten der Unteren Süsswassermolasse (USM), welche zeitlich dem Aquitanien (Miocän, ca. 22 Mio. Jahre alt) zugeordnet werden. Die Molasseschichten der Kronberg-Schuppe ziehen von Weissbad im Osten über den Kronberg, Pfingstboden und die Gösgerhöhe ins Thurtal, wo sie zwischen Nesslau und Krummenau aufgeschlossen sind. Ihre westliche Fortsetzung finden sie bei Tanzboden und keilen dann etwa drei Kilometer weiter westlich aus. Die Molasseschichten bestehen überwiegend aus Kalknagelfluh und untergeordnet aus Sandsteinbänken mit sandig-siltigen Mergelschichten der Kronberg-Gäbris-Schüttung.

Die Molasseschichten repräsentieren Sedimente, die vor mehreren Millionen Jahren in mehreren Schuttfächern entlang des damaligen Alpenkamms ins Vorland geschüttet wurden. Wegen der kurzen Distanz zu den Alpen wurde im Gebiet von Nesslau viel grobkörniges Material (Kies und Sand) abgelagert, das im Laufe der Zeit durch Überlagerung und Verfestigung (Diagenese) zu Nagelfluh und Sandstein zementiert wurde. Der in ruhigerem Wasser eingeschwemmte Silt und Ton bildete sich zu Mergelfels. Die Alpenflüsse schwemmten das mitgebrachte Verwitterungsmaterial weitgehend horizontal in die wassergefüllte Senke ein. Heute sind die Schichten gegen Norden aufgerichtet, weil sie bei der nach Norden greifenden Gebirgsbildung miterfasst und übereinander geschoben wurden. Die Felsschichten im Gebiet Näppis streichen in Richtung WSW-ONO und fallen mit rund 20° nach OSO ein.

Im weiteren Einzugsgebiet sind an einigen Stellen Dolinen einzeln, in Reihen oder in Gruppen kartiert.

Im näheren Einzugsgebiet der Quellen ist der Molassefels stellenweise mit geringmächtigen Moränen (Relikte der letzten Eiszeit) überdeckt. In Senken mit schlecht durchlässigem Material konnten sich Feuchtgebiete (Ried, Sumpf) bilden.

3.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Durch die starke mechanische Beanspruchung während der Gebirgsbildung konnten sich innerhalb der Nagelfluhschichten Klüfte bilden. Zudem können die Nagelfluhschichten durch Frostsprengung und Auflösung des Kalkzements zwischen den einzelnen Geröllen verwittern und es können sich Klüfte durch Auswaschungen bilden.

In den harten Nagelfluhschichten können sich zusammenhängende Systeme von offenen Klüften bilden, die häufig wasserführend sind, d.h. als Grundwasserleiter wirken. Die dazwischen gelagerten dichten Mergelschichten dagegen bilden den Grundwasserstauer. In Klüften abfließendes Sickerwasser kann im Felsuntergrund durch innere Erosionstätigkeit Hohlräume schaffen, die im Laufe der Zeit einstürzen und an der Oberfläche Dolinen bilden können.

Durch Dolinen oder Felsspalten kann Oberflächenwasser ohne nennenswerte Filterung in unterirdische Höhlensysteme und bis tief in das Gestein gelangen. Besteht zwischen den Dolinen und den Quelfassungen eine hydraulische Verbindung, kann das unter Umständen belastete Wasser in kurzer Zeit und ohne nennenswerte Selbstreinigung über den Kluftgrundwasserleiter zu den Quelfassungen gelangen. Solche Kluftquellen reagieren sehr empfindlich auch auf weiter entfernte Verschmutzungen.

Zudem kann der Molassefels oberflächennah verwittern. Verwitterter Nagelfluh und Sandstein zerfällt zu Kies und Sand mit einer gewissen Durchlässigkeit - es können sich in solchen Gebieten auch oberflächliche Quellhorizonte bilden - während sich Mergel in dichten, praktisch undurchlässigen Lehm umwandelt. Versickernde Niederschläge können sich auf dem schlecht durchlässigen, kompakten Felsen sammeln und der Schwerkraft folgend talabwärts fließen.

4. DIE QUELFFASSUNGEN NÄPPIS

4.1 Standort

Die Quelfassungen Näppis liegen in der Gemeinde Nesslau im Gebiet Näppis rund 2 km nord-östlich vom Dorfzentrum Krummenau am Westhang der Gössigenhöchi. Das Quellgebiet beinhaltet insgesamt fünf Quelfassungen.

Die Quellnummerierungen wurden mehrmals geändert. Der Plan in der Abb. 4.1 zeigt zum besseren Verständnis die alte und die neue, verbindliche, Nummerierung.

- Die frühere Quelle Nr. 1 (heute Quelle Nr. 4) wird aufgrund einer ungenügenden Wasserqualität schon länger nicht mehr genutzt.
- Die frühere Quelle Nr. 4 (heute Quelle Nr. 3) wird aufgrund der Ergebnisse der Markerversuche 2021 (vgl. Kap. 5) nicht mehr für die Trinkwasserversorgung genutzt und dient der Notwasserversorgung.
- Die Quelle Nr. 5 wurde 2016 im Hinblick auf eine mögliche Nutzung für die Trinkwasserversorgung neu gefasst, wird aber aufgrund der geringen Wassermenge für eine Weidetranke genutzt.

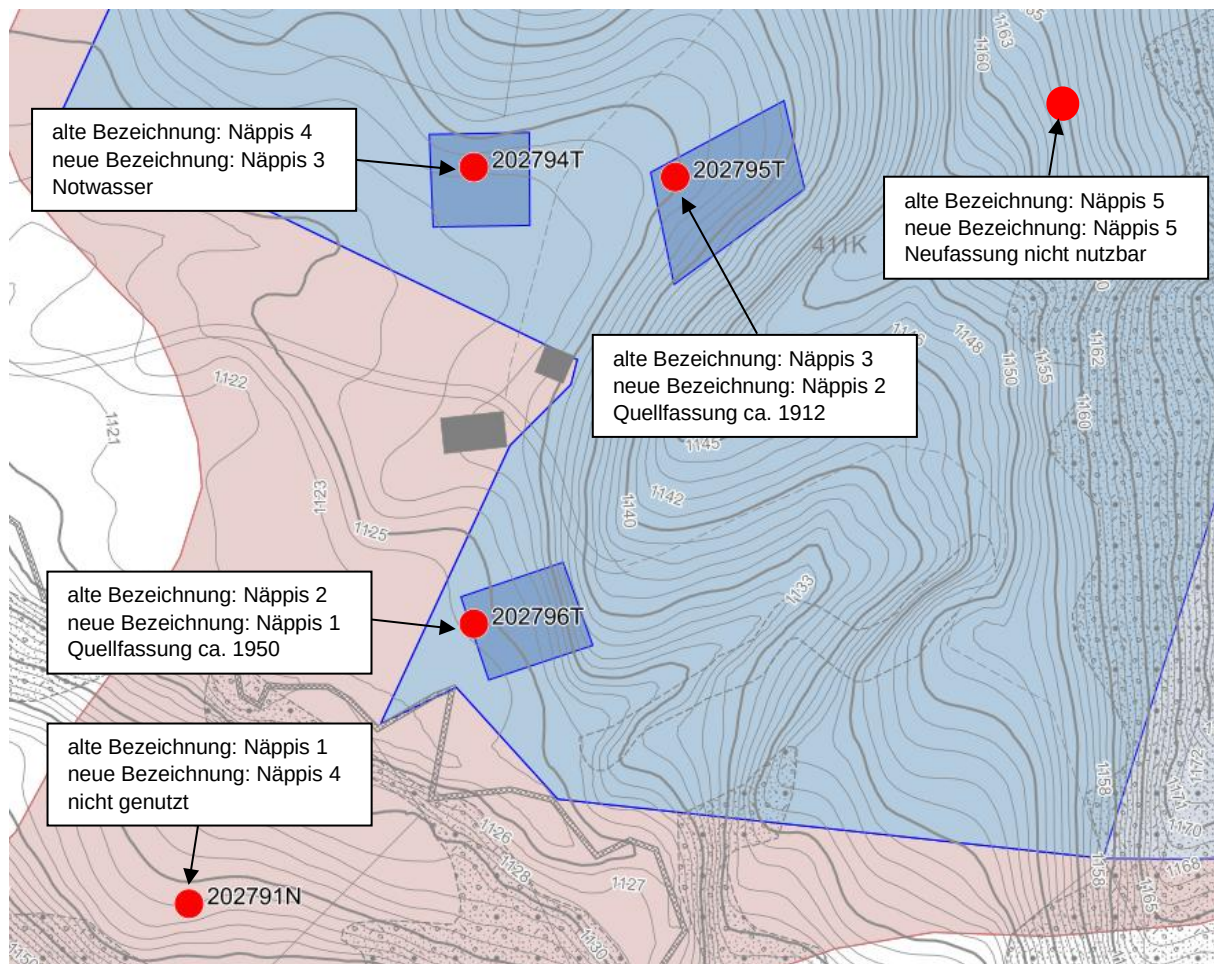


Abb. 4.1: Auszug aus Gewässerschutzkarte mit alter und neuer Nummerierung

Aktuell werden nur noch die Quellen Näppis 1 + 2 (früher Quellen Nr. 2 + 3 bezeichnet) für die Trinkwasserversorgung genutzt, weshalb die Schutzzonen nur um diese beiden Quellen ausgedehnt werden.

Quellschacht	Koordinaten	Höhe m ü.M.	Grund- stück Nr.	Gemeinde	Grundeigentümer
Näppis 1	2'732'880 / 1'235'545	1'125	411K	Nesslau	½ Rita Huser-Fust Hauptstrasse 44 9126 Necker ½ Walter Huser Hauptstrasse 44 9126 Necker
Näppis 2	2'732'916 / 1'235'630	1'131			

Tabelle 4.1: Technische Angaben zu den Quellschächten

4.2 Quellenrecht

Das Quellenrecht zu Gunsten der WV Krummenau ist für das Grundstück Nr. 411K mit Datum 16. September 1968 im Grundbuch eingetragen (Beleg Nr. 879).

4.3 Technische Daten

Die Quellen wurden gemäss alten Unterlagen ursprünglich etwa im Jahr 1912 (Quelle Näppis 1) bzw. 1950 (Quelle Näppis 2) gefasst. Später wurden die Schächte mit Trockeneinstiegen ergänzt.

Quellschacht Näppis 1

Beim Quellschacht Näppis 1 handelt es sich um einen Betonschacht mit einem feuerverzinkten Stahldeckel. Der Schacht verfügt über keine Zuleitung, das Quellwasser ist lokal gefasst. Vom Quellschacht wird das Quellwasser über ein 7.9 m langes Gussrohr zum Sammel-schacht Näppis 1 abgeleitet.



Abb. 4.2 und 4.3: Quellschacht Näppis 1 (Fotos L&H; 29.6.2022)



Abb. 4.4 und 4.5: Sammel-schacht Näppis 1 (Fotos L&H; 29.6.2022)

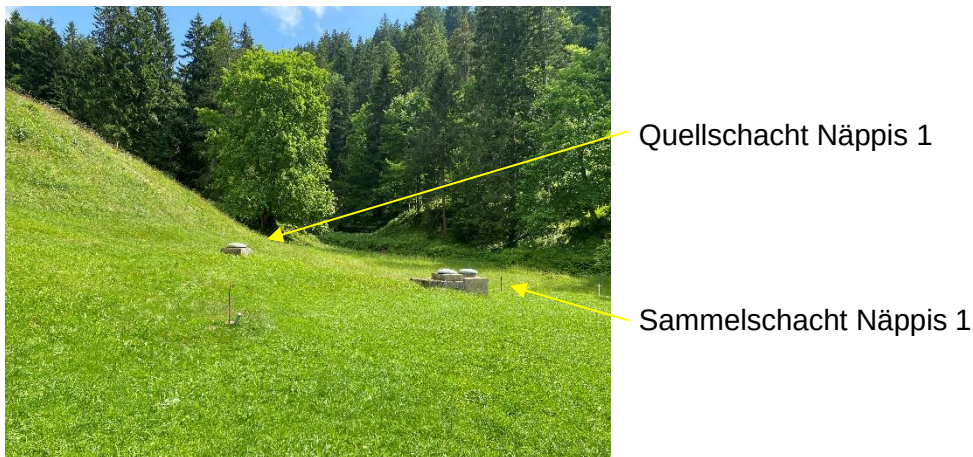


Abb. 4.6: Situation Quelle Näppis 1 (Foto L&H; 29.6.2022)

Vom Sammelshacht Näppis 1 wird das Quellwasser gemeinsam mit dem Quellwasser vom Sammelshacht Näppis 2 (blinder Einlauf) ins Reservoir Egg abgeleitet, wo das Mischwasser mittels UF-Membran aufbereitet wird. Ab dieser Ableitung wird der Landwirtschaftsbetrieb Fosen mit Rohwasser versorgt.

Quellschacht Näppis 2

Beim Quellschacht Näppis 2 handelt es sich um einen Betonschacht mit einem feuerverzinkten Stahldeckel. In den Quellschacht mündet eine 28.9 m lange Tonrohr-Fassungsleitung. Der Einlauf in den Betonschacht weist einen Durchmesser von 150 mm auf mit einer Reduktion auf 100 mm unmittelbar nach dem Schacht. Nach rund 15 m zeigt die Fassungsleitung einen gezogenen Bogen nach links. Bei den Rohrübergängen sind Versätze vorhanden (vgl. Abb. 4.9 und 4.10). Ab 17 m sind in der Tonrohr-Fassungsleitung stellenweise Sickerlöcher vorhanden.



Abb. 4.7 und 4.8: Quellschacht Näppis 2 (Fotos L&H; 29.6.2022)

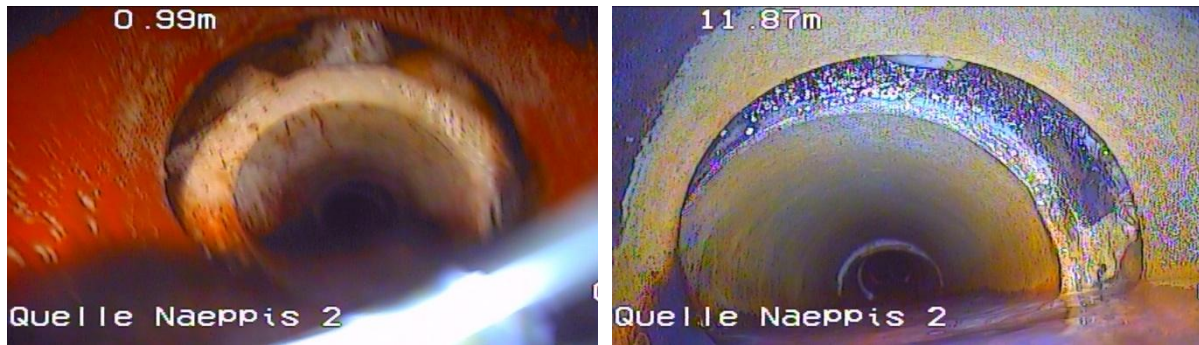


Abb. 4.9 und 4.10: Kamerabefahrung Fassungsleitung Näppis 2 (Fotos K. Lienhard AG; 29.6.2022)

Beim Quellschacht Näppis 2 sind zwei Ableitungen vorhanden. Eine Ableitung führt zum Sammel-schacht Näppis 2, eine weitere Ableitung zum naheliegenden Brunnen bei der Alp Näppis.



Abb. 4.11 und 4.12: Sammel-schacht Näppis 2 (Fotos L&H; 29.6.2022)

In den Sammel-schacht Näppis 2 mündet zudem die Leitung vom Quellschacht Näppis 3 sowie eine Oberflächenentwässerung aus dem Fassungs-bereich der Quelle Näppis 3. Diese beiden Leitungen werden direkt in den Verwurf geleitet. Vom Sammel-schacht Näppis 2 wird das Quell-wasser gemeinsam mit dem Quellwasser vom Sammel-schacht Näppis 1 (blinder Einlauf) ins Reservoir Egg abgeleitet.

Die Fassungsanlagen entsprechen nur teilweise den Anforderungen gemäss den Richtlinien des SVGW [6].

4.4 Trinkwasserbedarf / Quellschüttungen

Wasserbedarf

Komplette Daten über die Wasserbeschaffung der WV Krummenau sind für die Jahre 2021 - 2023 bekannt. Rund $\frac{2}{3}$ (58'000 m³) des gesamten Trinkwasserbedarfs wurden mit den Quel-len aus dem Gebiet Näppis und Fosen gedeckt. Zur Gewährleistung der Versorgungssicher-heit bestand ein Anschluss an die WV Nesslau, der jährliche Bezug betrug in den letzten Jah-ren rund 34'500 m³.

Der Wasserverbrauch in den Zonen Krummenau und Egg beträgt seit 2015 rund 62'000 m³/Jahr (vgl. Tabelle Anhang Nr. 1).

Quellschüttung

Seit September 2020 werden die Einzel-Schüttungen der Quelfassungen Näppis 1 + 2 regelmässig gemessen. Die Schüttungsmessungen sind im Anhang Nr. 2 ersichtlich. In der Tabelle sind auch die Schüttungsmessungen der nicht mehr genutzten Quelle Näppis 3 aufgeführt.

- Die Quelle Näppis 1 weist ein Minimum von 14 l/min, ein Maximum von 97 l/min und ein Mittelwert von 56 l/min auf. Der Ertragsquotient¹ liegt bei 6.9.
- Die Quelle Näppis 2 weist ein Minimum von 13 l/min, ein Maximum von 100 l/min und ein Mittelwert von 34 l/min auf. Der Ertragsquotient liegt bei 7.7.
- Die Quelle Näppis 3, welche nicht mehr für die Trinkwasserversorgung genutzt wird, weist ein Minimum von 1.5 l/min, ein Maximum von 175 l/min und ein Mittelwert von 26 l/min auf. Der Ertragsquotient beträgt 117. Hohe Ertragsquotienten sind aufgrund der starken Schwankungen bei Starkregen für Kluftquellen typisch.

Die mittlere Schüttung der genutzten Quellen Näppis 1 + 2 liegt bei rund 90 l/min auf. Dies entspricht einem mittleren Quellertrag von rund 47'000 m³/Jahr.

5. MARKIERVERSUCHE

5.1 Bestimmung der Grundwasser-Fliessverhältnisse

Die Fliessverhältnisse des Grundwassers lassen sich mit Hilfe von Markierversuchen zuverlässig bestimmen. Die Markierstoffe werden unter Berücksichtigung der hydrogeologischen Gegebenheiten und des Gefahrenpotentials in Versickerungsstellen eingepflegt. Die Fliessrichtungen und die Abstandsgeschwindigkeiten des Grundwassers können mit Wasserproben aus der Fassung bestimmt werden. Ein Speziallabor untersucht die Wasserproben quantitativ auf Farbstoffrückstände, wobei festgehalten wird, wann und in welchen Konzentrationen die eingepflegten Farbstoffe in der Fassung 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. Dies ist das makroskopische Ergebnis der Bewegung von Teilchen des Markierstoffes durch die Hohlraumsysteme und der verschiedenen physikalischen Vorgänge innerhalb der Poren.

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.

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

5.2 Markierversuche Juni 2001

Im Zusammenhang mit der früheren Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen wurde im Juni 2001 ein Markierversuch durchgeführt. Die Anordnung und die Ergebnisse werden aus dem Bericht der progeo [23] zitiert:

"Markierungsversuch vom 5. Juni 2001"

Um eine mögliche Beeinflussung der Quellwasserfassung Näppis 1 der Dorfkorporation Krummenau durch Weideställe abzuklären, wurde am 5. Juni 2001 ein Markierungsversuch mit dem Tracer Fluorescein durchgeführt.

Im Quellgebiet Näppis wurde neben dem Stall, entlang des Miststockes und der Güllengrube, der Farbstoff in eine ca. 6 m lange Furche eingebracht und mit viel Wasser aus dem Brunnen hinter dem Stall eingeschwenkt.

Quelle	Impfstelle	Distanz	Erster Nachweis	Medianwert	mittlere Abstandsgeschw.
Näppis	neben Stall Nr. 257	35 m	kein Nachweis	-	-
Fösli	unterhalb Stall Nr. 124	45 m	nach 9.5 Tagen	Nach 22.5 Tagen	2.0 m pro Tag

Ergebnisse

Quellwasserfassung Näppis 1

Das Quellwasser wurde vom 5. bis 27. Juni 2001 mittels 20 Doppelproben auf den Tracer Fluorescein getestet. Es konnte kein Fluorescein gefunden werden und somit besteht keine hydrologische Verbindung zwischen dem Weidestall und der Quellwasserfassung. Der Weidestall liegt ausserhalb der Grundwasserschutzzonen.

Grundsätzlich ist zu bemerken, dass jeder Markierungsversuch eine "Momentaufnahme" der Verhältnisse darstellt. Die hydraulischen Verhältnisse im Untergrund, ein Stück Natur, können sich bei extremen Niederschlagsgeschehen oder Geländebewegungen ändern."

5.3 Markierversuche April 2021

5.3.1 Versuchsanordnung

Zur Bestimmung des Einzugsgebietes der Quellen Näppis wurden am 21. April 2021 Markierversuche durchgeführt. Nach der Entnahme der Nullprobe in den Quellen Näppis 1 - 3 wurden unter Berücksichtigung der bereits bekannten hydrogeologischen Verhältnisse und möglicher Verschmutzungsherde im Einzugsgebiet der Quellen Näppis drei Markierstoffe in Sondierschlitze eingepflegt (Situation vgl. Anhang Nr. 3). Die eingepflegten Farbstoffe wurden mit ca. 2 m³ Wasser nachgespült.

Der 0.8 – 1.3 m tiefe Sondierschlit A wies eine Fläche von ca. 3 auf 0.5 m auf. Dabei wurde folgendes Grabenprofil aufgenommen:

0.00 – 0.15 m	Oberboden
0.15 – 0.60 m	siltiger Feinsand mit vereinzelt Kies
0.60 – 1.30 m	tonig-siltiger Feinsand mit wenig bis reichlich Kies
ab 1.3 m	Nagelfluhfels

Der 1.3 bis 1.5 m tiefe Sondierschlitz B hatte eine Fläche von ca. 3.5 auf 0.5 m.

0.00 – 0.15 m	Oberboden
0.15 – 0.45 m	siltiger Feinsand mit vereinzelt Kies
0.45 – 1.20 m	tonig, siltiger Feinsand bis Sand mit wenig bis reichlich Kies
1.20 – 1.50 m	tonig, siltiger Feinsand

Der 1.6 m tiefe Sondierschlitz C hatte eine Fläche von ca. 2.7 auf 0.55 m.

0.00 – 0.15 m	Oberboden
0.15 – 0.50 m	siltiger Feinsand mit wenig bis reichlich Kies
0.50 – 1.30 m	leicht siltiger Feinsand mit reichlich Kies
1.30 – 1.60 m	tonig, siltiger Feinsand mit wenig Kies

Im Sondierschlitz A versickerte das Wasser sehr schnell.

Die Distanzen der Impfstellen zu den Quellen Näppis und die eingesetzten Farbstoffe sind in folgender Tabelle zusammengefasst:

Impfstellen	A	B	C
Impfzeit	9:15	10:00	10:45
Distanz zur Quelle			
- Näppis 1	218 m	248 m	233 m
- Näppis 2	115 m	134 m	122 m
- Näppis 3	136 m	178 m	183 m
Farbstoff	Eosin	Uranin	Sulforhodamin B
Farbstoff-Menge	300 g	300 g	300 g
Wassermenge	ca. 2 m ³	ca. 1.7 m ³	ca. 2 m ³

Tabelle 5.1: Angaben zu den Impfstellen

Zur Bestimmung der hydraulischen Verbindungen entnahmen Vertreter der WV Nesslau vom 21. April bis am 5. Mai 2021 in den Quellen Näppis 1 - 3 je 18 Wasserproben in folgenden Zeitintervallen:

1. Woche	21. – 25. April 2021	
Mittwoch	3 Proben	8:30 (Nullprobe), 14:00, 19:30
Donnerstag - Samstag	Je 2 Proben	7:30, 19:30
Sonntag	1 Probe	7:30
2. Woche	26. April - 2. Mai 2021	
Montag - Samstag	Je 1 Probe	7:30
Sonntag	Keine Probe	
3. Woche	3. - 5. Mai 2021	
Montag, Mittwoch	Je 1 Probe	7:30
Dienstag	Keine Probe	

Tabelle 5.2: Programm der Probenahmen

Die Proben wurden im Labor Nano Trace Technologies GmbH, Jens BE, auf Farbstoffrückstände analysiert.

5.3.2 Auswertung der Wasserproben

Quelle Näppis 1:

Der Farbstoff Sulforhodamin B (Impfstelle C) konnte in der Quelle Näppis 1 am Tag der Einfärbung um 14:00 Uhr, rund 3 Stunden nach der Impfung, zum ersten Mal und gleich mit einer maximalen Farbstoffkonzentration nachgewiesen werden. Der Farbstoff war auch von Auge im Quellschacht und in der Probe gut sichtbar. Anschliessend nahm die Farbstoffkonzentration ab, konnte aber bis zum Ende der Beprobung noch nachgewiesen werden (vgl. Anhang Nr. 4; Daten).

Die Farbstoffe Eosin (Impfstelle A) und Uranin (Impfstelle B) konnten in der Quelle Näppis 1 nicht nachgewiesen werden.

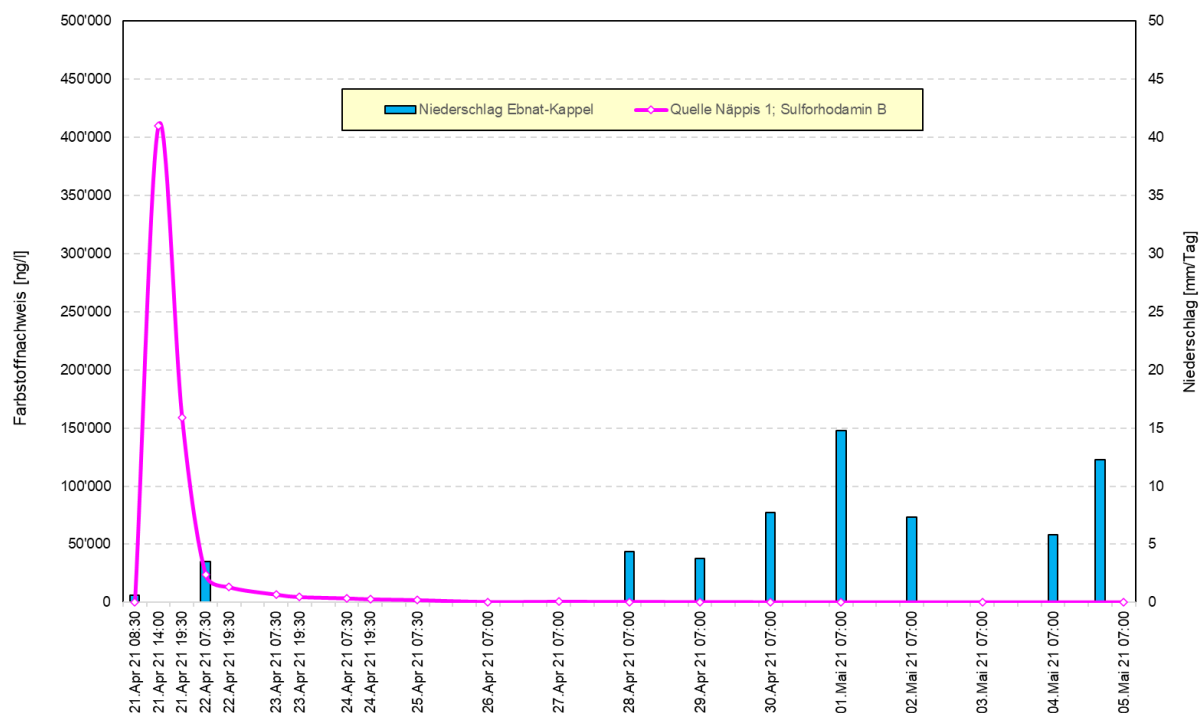


Abb. 5.1: Farbstoffnachweis Quelle Näppis 1 inkl. Niederschlagsdaten

Quelle Näppis 2:

Der Farbstoff Sulforhodamin B (Impfstelle C) konnte in der Quelle Näppis 2 am Tag der Einfärbung um 19:30 Uhr, rund 9 Stunden nach der Impfung, zum ersten Mal nachgewiesen werden. Die maximale Farbstoffkonzentration wurde am Tag nach der Einfärbung um 19:30 Uhr, d.h. rund 33 Stunden nach der Impfung, nachgewiesen. Anschliessend nahm die Farbstoffkonzentration ab, konnte aber bis zum Ende der Beprobung noch nachgewiesen werden (vgl. Anhang Nr. 4; Daten).

Die Farbstoffe Eosin (Impfstelle A) und Uranin (Impfstelle B) konnten in der Quelle Näppis 2 nicht nachgewiesen werden.

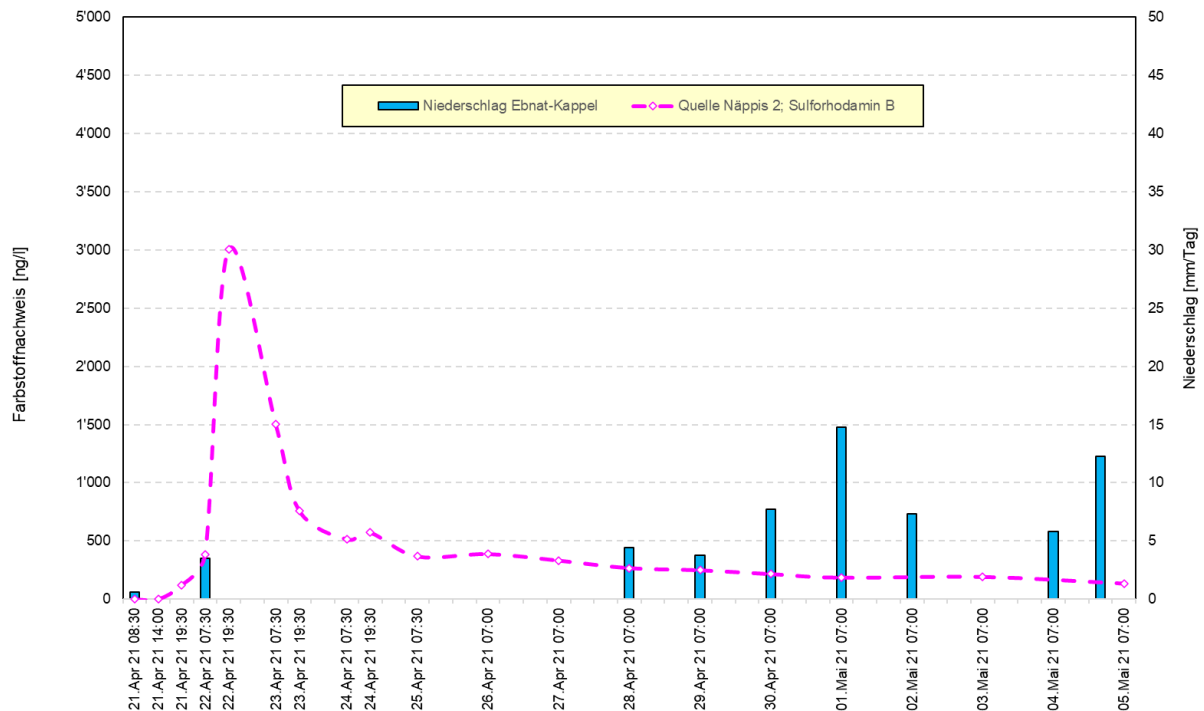


Abb. 5.2: Farbstoffnachweis Quelle Näppis 2 inkl. Niederschlagsdaten

Quelle Näppis 3:

Der Farbstoff Uranin (Impfstelle B) konnte in der Quelle Näppis 3 am Tag der Einfärbung um 19:30 Uhr, rund 10 Stunden nach der Impfung, zum ersten Mal und gleich mit einer maximalen Farbstoffkonzentration nachgewiesen werden. Der Farbstoff war auch von Auge im Quellschacht und in der Probe gut sichtbar. Anschliessend nahm die Farbstoffkonzentration ab, konnte aber bis zum Ende der Beprobung noch nachgewiesen werden (vgl. Anhang Nr. 4; Daten).

Die Farbstoffe Eosin (Impfstelle A) und Sulforhodamin B (Impfstelle C) konnten in der Quelle Näppis 3 nicht nachgewiesen werden.

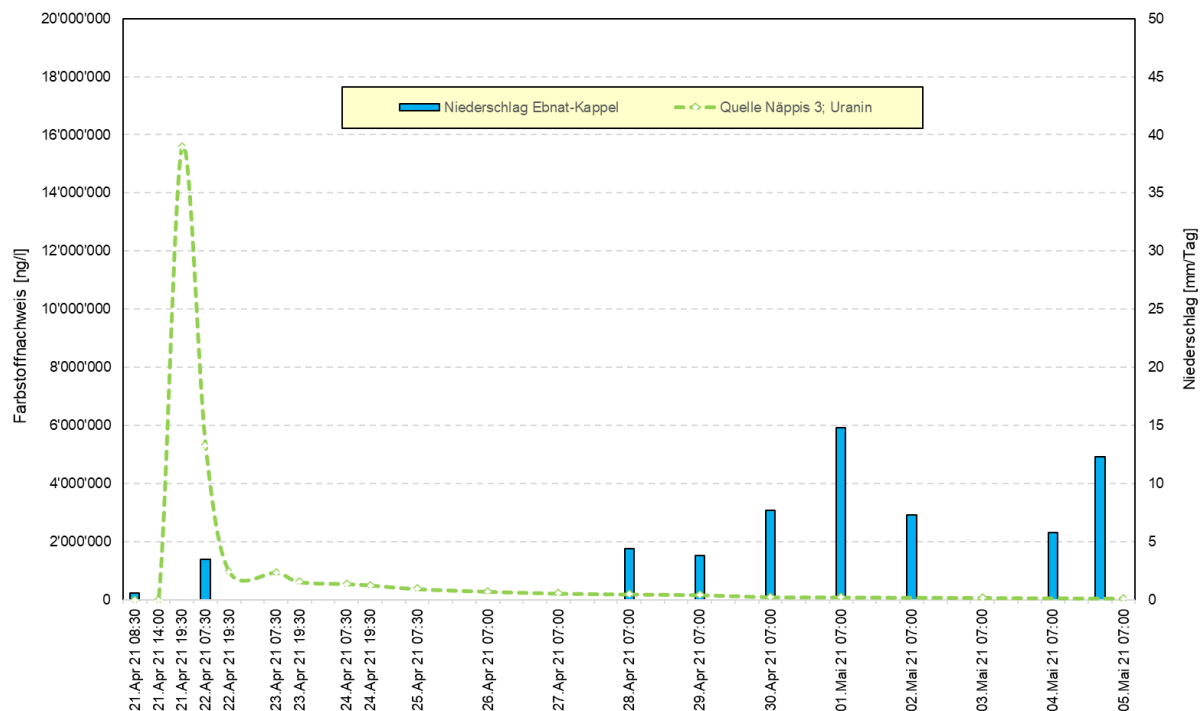


Abb. 5.3: Farbstoffnachweis Quelle Näppis 3 inkl. Niederschlagsdaten

Quelle Näppis 5 (Weidbrunnen):

Das Quellwasser der Quelle Näppis 5 wurde nicht beprobt. Der Farbstoff aus der Impfstelle C war aber im Weidbrunnen von Auge gut sichtbar. Der visuelle Nachweis im Weidbrunnen erfolgte wie bei der Quelle Näppis 1 bereits nach rund drei Stunden.

5.4 Markierversuche Oktober 2021**5.4.1 Versuchsanordnung**

Die rechtskräftigen Schutzzonen reichen bis zu den Alpgebäuden der Alp Stigen. Zur Klärung der Frage, ob das Alpgebiet im Einzugsgebiet der Quellen Näppis liegt, wurden am 28. Oktober 2021 weitere Markierversuche durchgeführt. Nach der Entnahme der Nullprobe in den Quellen Näppis 1 + 2 wurden zwei Markierstoffe in Sondierschlitze eingepflegt (Situation vgl. Anhang Nr. 3). Die eingepflegten Farbstoffe wurden mit 2 m³ Wasser nachgespült.

Der 2.2 m tiefe Sondierschlitz D wies eine Fläche von ca. 2.5 auf 1.4 m auf. Dabei wurde folgendes Grabenprofil aufgenommen:

0.00 – 0.20 m	Oberboden
0.20 – 0.60 m	siltiger Sand
0.60 – 1.50 m	toniger Silt mit Feinsand mit Holzeinschluss
Ab 1.5 m	Nagelfluhfels verwittert

Der 2.1 m tiefe Sondierschlitz E hatte eine Fläche von ca. 3.0 auf 1.4 m.

0.00 – 0.20 m	Oberboden
0.20 – 1.20 m	siltiger Sand
1.20 – 2.10 m	toniger Silt mit Feinsand

Die Distanzen der Impfstellen zu den Quellen Näppis und die eingesetzten Farbstoffe sind in folgender Tabelle zusammengefasst:

Impfstellen	D	E
Impfzeit	11:10	10:30
Distanz zur Quelle		
- Näppis 1	324 m	339 m
- Näppis 2	221 m	243 m
Farbstoff	Naphthionat	Tinopal
Farbstoff-Menge	3'000 g	600 g
Wassermenge	ca. 2 m ³	ca. 2 m ³

Tabelle 5.3: Angaben zu den Impfstellen

Zur Bestimmung der hydraulischen Verbindungen entnahmen Vertreter der WV Nesslau vom 28. Oktober bis am 24. November 2021 in den Quellen Näppis 1 + 2 je 20 Wasserproben in folgenden Zeitintervallen:

1. Woche	28. – 31. Oktober 2021	
Donnerstag	2 Proben	10:00 (Nullprobe), 19:00
Freitag	2 Proben	7:30, 19:00
Samstag, Sonntag	Je 1 Probe	7:30
2. Woche	1. - 7. November 2021	
Montag - Samstag	Je 1 Probe	7:30
Sonntag	Keine Probe	
3. - 4. Woche	8. - 21. November 2021	
Montag, Mittwoch, Freitag	Je 1 Probe	7:30
Dienstag, Donnerstag, Samstag, Sonntag	Keine Probe	
5. Woche	22. - 24. November 2021	
Montag, Mittwoch	Je 1 Probe	7:30
Dienstag	Keine Probe	

Tabelle 5.4: Programm der Probenahmen

Die Proben wurden im Labor Nano Trace Technologies GmbH, Jens BE, auf Farbstoffrückstände analysiert.

5.4.2 Auswertung der Wasserproben

Beide eingesetzten Farbstoffe konnten in den Quellen Näppis 1 und 2 nicht nachgewiesen werden (vgl. Anhang Nr. 5; Daten).

5.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen der Markierversuche 2021

Die maximale Abstandsgeschwindigkeit $v_{\max}$ lässt sich aus dem Zeitpunkt des ersten Nachweises des Farbstoffes in der Quelle und der Distanz zwischen der Eingabestelle und der Entnahmestelle berechnen, die mittlere Abstandsgeschwindigkeit v_{mit} lässt sich gemäss Definition über die maximale Farbstoffkonzentration ermitteln. Die folgende Tabelle zeigt die aufgrund der Markierversuche ermittelten maximalen und mittleren Fliessgeschwindigkeiten.

Quelle	Näppis 1	Näppis 2	Näppis 3
Impfstelle	C	C	B
Fliessgeschwindigkeiten [m/Tag]			
maximale	1'864	325	427
mittlere	1'864	89	427

Tabelle 5.5: Nachgewiesene Fliessgeschwindigkeiten

Die Markierversuche ergaben sehr rasche Fliessgeschwindigkeiten aus nordöstlicher Richtung, wo der Fels eine sehr geringe Überdeckung aufweist. Das Grund- und Hangwasser fliesst in engen Bahnen in verfüllten Absenkungen zwischen den nach Norden aufgerichteten Felsschichten. Ähnliches Fliessverhalten wurde bereits bei früheren Markierversuchen in den gleichen Felsschichten bei den Quellen Lee und Fönen der WV Nesslau südlich der Quellen Näppis und bei der Quelle Aesch der früheren WV Krummenau westlich der Quellen Näppis festgestellt.

Die fehlenden Nachweise aus den Impfstellen A, D und E sowie der Nachweis in der Quelle Näppis 5 beim 1. Markierversuch sind mit den nachgewiesenen Fliessrichtungen des Grundwassers nachvollziehbar zu erklären.

6. WASSERQUALITÄT

6.1 Allgemeines

Die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Grundwassers werden durch das Locker- und Festgestein sowie durch die Bodenschichten im Einzugsgebiet beeinflusst. Menschliche Einflüsse, vor allem Abgänge aus Haushalt, Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft, können die Wasserqualität beeinflussen.

In der Verordnung über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV [15]) und im Anhang 2 Ziff. 22 der GSchV [12] werden die chemischen und bakteriologischen Mindestanforderungen an Trinkwasser definiert. Bei einer Überschreitung der definierten Höchstwerte wird das Trinkwasser von der Kontrollbehörde beanstandet.

6.2 Zusammenfassung der Trinkwasseranalysen

Für die Beurteilung der Wasserqualität standen uns von den Quelfassungen Näppis 1 + 2 je drei bakteriologische Einzelwasserproben vom Winter 2018 sowie eine bakteriologisch-chemische Mischwasserprobe der beiden Quellen aus dem Frühjahr 2023 zur Verfügung. Zudem standen insgesamt elf chemisch-bakteriologische Mischwasserproben der Quellen Näppis und Fosen aus den Jahren 2017 – 2024 zur Verfügung. Die Daten sind im Anhang Nr. 6 zusammengestellt.

Feldparameter / physikalisch-chemische Parameter / Sauerstoff

- Das Wasser war stets farblos.
- Die Trübung lag im Bereich zwischen nicht nachweisbar und 0.7 TE/F und somit unter den Höchstwerten.
- Die Elektrische Leitfähigkeit liegt im Mischwasser von Näppis und Fosen im Bereich um 280 - 420 $\mu\text{S/cm}$. Bei den Einzelproben von Näppis lagen die Werte zwischen 305 und 363 $\mu\text{S/cm}$.
- Die Sauerstoffsättigung liegt im Bereich um 80%.

Chemie Mischwasserproben

Die Wasserproben zeigen eine ähnliche chemische Beschaffenheit.

- Das Wasser weist eine Gesamthärte von 16 - 24°fH auf und wird somit als mittelhart bezeichnet.
- Die Calcium- und Magnesiumkonzentrationen sind im natürlichen Bereich.
- Die Nitrat-, Chlorid- und Sulfatkonzentrationen sind sehr niedrig und liegen deutlich unter den einzuhaltenden Grenzwerten.
- Der TOC-Wert liegt bei 0.3 bis 0.7 mg/l.

Bakteriologie Einzelproben Quellen 1 + 2 sowie Mischwasserprobe Quellen 1 + 2

Bei den bakteriologischen Einzelproben musste eine Wasserprobe (Quelle Näppis 2 vom Januar 2018) beanstandet werden. Zudem musste die Mischwasserprobe aus dem Frühjahr 2023 beanstandet werden. Es wurden die Fäkalbakterien Escherichia coli und Enterokokken nachgewiesen. Gemäss TBDV dürfen im Trinkwasser weder Escherichia coli noch Enterokokken nachweisbar sein. Die übrigen Einzelproben waren nicht zu beanstanden und erfüllten die Anforderungen an bakteriologisch unbelastetes Trinkwasser. Erfahrungsgemäss weist Quellwasser in den Wintermonaten bis zum Beginn der land- und alpwirtschaftlichen Bewirtschaftung keine bakteriologischen Belastungen auf. Bakteriologische Belastungen sind häufig auf die Alpbewirtschaftung im näheren und weiteren Einzugsgebiet zurückzuführen. Die vorliegenden Einzelproben wurden im Winter entnommen, zur Zeit als keine Alpbewirtschaftung stattfand. Mögliche Ursachen für die festgestellte Belastung ausserhalb der Bewirtschaftungszeit können defekte landwirtschaftlichen Anlagen oder Wildtiere (Fuchs- und Dachsbauten) im Einzugsgebiet sein.

Bakteriologische Mischwasserproben Quellen Näppis und Fosen

Von den elf bakteriologischen Wasserproben aus den Jahren 2017 – 2024 mussten neun Proben beanstandet werden. Es konnten die Fäkalbakterien Escherichia coli und/oder Enterokokken nachgewiesen werden, welche aus den Exkrementen von Warmblütern stammen, und/oder die Gesamtkeimzahl war erhöht ($> 100 \text{ KBE/ml}$). Die belasteten Proben wurden zu Zeiten mit landwirtschaftlicher Bewirtschaftung festgestellt.

6.3 Aufbereitung / Probenahme

Das Quellwasser wird im Reservoir Egg mit einer UF-Membran aufbereitet und anschliessend ins Netz eingespeist. Das Netzwasser weist eine einwandfreie bakteriologische Trinkwasserqualität auf.

Das Rohwasser ist gemäss Schutzzonenreglement regelmässig untersuchen zu lassen. Der Untersuchungsumfang richtet sich nach der Lebensmittelgesetzgebung und der Gewässerschutzverordnung [12] und sollte mit dem AVSV abgestimmt werden.

Aufgrund der vorliegenden hydrogeologischen Verhältnisse kann eine bakteriologische Verunreinigung auch nach der Ausscheidung der Schutzzonen nicht ausgeschlossen werden. Zur Sicherstellung einer einwandfreien Trinkwasserqualität muss das Quellwasser weiterhin aufbereitet werden.

7. DIE GRUNDWASSERSCHUTZZONEN

7.1 Wahl der Methodik der Ausscheidung

Grundwasservorkommen finden sich sowohl in Lockergesteinsablagerungen als auch in geklüfteten und verkarsteten Festgesteinen. Je nach Geologie werden dementsprechend drei Arten von Grundwasserleiter unterschieden: Lockergesteins-, Kluft- und Karst-Grundwasserleiter. Diese Grundwasserleiter weisen spezifische Eigenschaften hinsichtlich Fliesswege, Ergiebigkeit, Speicherefähigkeit oder Fliessgeschwindigkeit des Wassers auf. Aus diesem Grund gibt es verschiedene Varianten für die Art der Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen - abhängig vom Grundwasserleitertyp. Um in einem konkreten Fall einer Grundwasserschutzzonenausscheidung den Grundwasserleitertyp und dementsprechend die korrekte Methodik zur Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen zu bestimmen, wurde vom AWE SG das Merkblatt AWE 220 [18] als Hilfestellung erarbeitet. Gemäss diesem wird unter Auswertung von diversen Daten zur Fassung sowie der lokalen Geologie eine Evaluation zur Schutzzonenmethodik durchgeführt.

Die Evaluation auf Basis der Daten der Quelfassungen Näppis, welche in den Kapiteln 3 – 6 beschrieben sind, deuten darauf hin, dass es sich bei der Quelfassungen Näppis mit grosser Wahrscheinlichkeit um einen stark heterogenen Kluft-Grundwasserleiter handelt (geologische Verhältnisse, schnelle Fliessgeschwindigkeit, Schüttungskoeffizient, beeinträchtigte Wasserqualität etc.).

7.2 Methodik DISCO

Bei stark heterogenen Kluft-Grundwasserleitern hat die Dimensionierung von Grundwasserschutzzonen nach der Methodik DISCO zu erfolgen. Diese Methodik wird in der BUWAL-Praxishilfe "Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern" [3] detailliert beschrieben. Der zentrale Punkt für die Dimensionierung der Grundwasserschutzzonen bei dieser Methodik ist die Vulnerabilität des Grundwassers. Der Grad der Vulnerabilität wird bei der Methodik DISCO aufgrund der Mächtigkeit und der Beschaffenheit der Überdeckung, der Ausbildung des Kluftsystems sowie der Versickerungsverhältnisse bestimmt, wobei zahlreiche Abklärungen im Einzugsgebiet einer Quelfassung durchzuführen sind. Diese Vorgehensweise ist häufig sehr umfangreich und aufwändig. Aus diesem Grund wurde vom AWE SG mit dem Merkblatt AWE 221 [19][19] ein Leitfaden erstellt, welcher, in Anlehnung an die Methodik DISCO, eine Schutzzonenausscheidung in stark heterogenen Kluftsystemen mit verhältnismässigem Aufwand ermöglicht.

7.3 Allgemeine Bemerkungen

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

7.4 Grösse hydrogeologisches Fassungseinzugsgebiet

Für die Dimensionierung der Grundwasserschutzzonen gemäss der Methodik DISCO ist die Grösse des hydrogeologischen Fassungseinzugsgebietes relevant, da die Aufnahme der Vulnerabilität innerhalb des Fassungseinzugsgebietes erfolgen muss. In der BUWAL-Praxishilfe "Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern" [3] wird die Bestimmung der Grösse des hydrogeologischen Fassungseinzugsgebietes beschrieben.

Für die Bestimmung der versickernden Wassermenge (I) wird der Niederschlag (N), die Evapotranspiration (ETP) sowie der Oberflächenabfluss (Q_o) benötigt.

Niederschlag:

In Ebnat-Kappel, Messstation auf 623 m ü.M., beträgt die langjährige Niederschlagsmenge im Mittel 1'821 mm. Die Quellen Näppis und das Einzugsgebiet liegen auf rund 1'125 bis 1'250 m ü.M. Aus diesem Grund und unter Berücksichtigung von höherliegenden Messstationen im Umfeld wird von einer mittleren Niederschlagsmenge von rund 2'000 mm ausgegangen.

Evapotranspiration:

Unter Berücksichtigung der Tafel 4.1 des hydrologischen Atlas der Schweiz wurde die Evapotranspiration im Gebiet der Quellen Näppis auf 500 mm geschätzt.

Oberflächenabfluss:

Der Oberflächenabfluss lässt sich auf Basis der Tabelle von Sautier 1984 abschätzen. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Hanglagen im Einzugsgebiet wurde ein mittlerer Abflussfaktor von ca. 25% berechnet. Da ein Teil des abfliessenden Wassers aufgrund der Topografie dennoch in die Quelfassungen gelangt, wurden der Abflussfaktor zusätzlich um 1/3 reduziert. Somit entspricht der Abflussfaktor rund 17% resp. 330 mm.

Die versickerte Wassermenge ($N - ETP - Q_o$) beträgt somit rund 1'170 mm.

Für eine Schüttung von 90 l/min im Jahresmittel und einen jährlichen Ertrag von rund 47'000 m³ kommt man somit auf eine **Einzugsgebietsfläche von rund 4 ha**. Unter Berücksichtigung der hydrogeologischen Verhältnisse liegt das Einzugsgebiet in einem engen Korridor zwischen zwei nach Norden aufgerichteten Felsschichten nordöstlich der Quellen Näppis. Der Plan im Anhang Nr. 8 zeigt die ungefähre Ausdehnung des ermittelten hydrogeologischen Fassungseinzugsgebiet.

7.5 Kartierung Vulnerabilität

Anlässlich der durchgeführten Begehungen wurde im hydrogeologischen Fassungseinzugsgebiet im Beisein von AWE-Vertretern die Vulnerabilität kartiert.

Im Einzugsgebiet der Quellen Näppis sind die Felsschichten nach Norden aufgerichtet. Auf den Kreten ist der Fels teilweise direkt aufgeschlossen. In den rinnenartigen Senken zwischen den Kreten befinden sich Ablagerungen unterschiedlicher Körnigkeit und von geringer Mächtigkeit, welche eine geringe Überdeckung durch Boden aufweisen.

Das Einzugsgebiet der Quellen Näppis 1 und 2 beschränkt sich gemäss den Markierversuchen auf die Rinne mit der Impfstelle C. Die allgemeine Fliessrichtung ist von Nordnordost nach Südwest. Aufgrund der geringen Überdeckung und der nachweislich hohen Fliessgeschwindigkeit in dieser Rinne wurde die gesamte Rinne, in welcher sich die Impfstelle C befindet, als stark vulnerable Zone ausgeschieden. Der Hang westlich bis nordwestlich der Felskrete sowie das Gebiet nördlich bis nordöstlich der Rinne weisen eine mittlere Vulnerabilität auf.

7.6 Dimensionierung der Schutzzonen

7.6.1 Allgemein

Die Dimensionierungsgrundsätze gemäss der GSchV [12] sind im Anhang Nr. 7 beschrieben.

7.6.2 Zone S1

Die Zonen S1 wurden mit einem Abstand von 10 m ab Fassungsleitung resp. Fassungsschacht festgelegt.

7.6.3 Zone S2

Die Zone S2 wurde mit einem Abstand von 100 m ab der Zone S1 in Zuflussrichtung (nordöstlich) dimensioniert.

7.6.4 Zone S_h

Die Zone S_h wurde in der schmalen, nach Nordosten ziehenden Rinne, welche die Quelfassungen Näppis 1 + 2 mit Trinkwasser speist, innerhalb des hydrogeologischen Einzugsgebietes festgelegt. Für diesen Bereich wurde eine hohe Vulnerabilität ermittelt.

7.6.5 Zone S_m

In den übrigen Gebieten innerhalb des hydrogeologischen Einzugsgebietes wurde aufgrund der überall eher geringmächtigen Überdeckung des Felsen oder sowie dem eher steilen Gelände die Zone S_m festgelegt (mittlere Vulnerabilität).

7.7 Veränderungen bisherige Schutzzonen – neue Schutzzonen

Aufgrund der neuen Methodik der Schutzzonenausscheidung in Anlehnung an die Methode DISCO sowie des Verzichts auf die Quelle Näppis 3, der Resultate der Markierversuche und der Neuvermessung der Fassungsleitungen ergaben sich gegenüber den rechtskräftigen Grundwasserschutzzonen grössere Veränderungen. Diese sind aus dem Plan im Anhang Nr. 9 ersichtlich.

8. FLIESSGEWÄSSER

Gemäss der kantonalen Gewässerkarte GN10 (geoportal.ch) [22] ist folgendes Oberflächen-gewässer innerhalb der Zone S2 vorhanden:

- Routen Nr. 72335, offener Bachlauf (Rüfe, Trockenrinne)

Wasserbauliche Massnahmen sind nur unter Einhaltung von besonderen Schutzmassnahmen möglich.

Diese im GN10 eingetragene Rüfe / Trockenrinne entwässert die Nagelfluhrippe, welche im Gebiet Understigen von Nordost nach Südwest zieht, und führt nur ganz selten, bei Starkniederschlagsereignissen, Wasser. Bei den Markierversuche auf der Alp Understigen wurde beid-seits der Rippe (Impfstellen D und E) im möglichen Einzugsgebiet dieser Rüfe / Trockenrinne eingefärbt. Beide eingesetzten Farbstoffe konnten in den Quellen Näppis nicht nachgewiesen werden, womit ein Einfluss der Rüfe / Trockenrinne unwahrscheinlich ist.

9. GEFAHRENKARTE

In der Gefahrenkarte (geoportal.ch) [22] liegt für den Bereich der Grundwasserschutzzonen um die Quelfassungen Näppis keine Gefahrenbeurteilung vor.

10. GEFAHRENKATASTER

10.1 Gefahrenherde

Verkehrsanlagen

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

Die gekieste Zufahrt zur Alp Näppis (Strassenname: Näppis-Oberstigen; Weg 3. Klasse) quert ab den Alpgebäuden die Zone S2. Die Strasse ist beim Abzweiger mit einem Fahrverbot für Motorwagen, Motorräder und Motorfahrräder mit dem Zusatz "Zubringer und Anlieger gestattet" belegt.

Massnahmen:

Keine Massnahmen notwendig.

Weidebrunnen

Innerhalb der Zone S2 ist ein Weidebrunnen (Quelle Näppis 5) vorhanden.

Massnahmen

Der Platz beim Brunnen ist durch geeignete Massnahmen (z.B. durch Schotter, Eco-Raster) gewässerschutzkonform zu sanieren, sodass die Grasnarbe geschlossen bleibt und keine Versumpfungen entstehen.

Gebäude Assek. Nr. 256K

Beim Gebäude Assek. Nr. 256K handelt es sich um eine Sennhütte. Das Gebäude verfügt über kein fliessendes Wasser. Das WC befindet sich im nebenanliegenden Gebäude Assek. Nr. 257K, welches ausserhalb der Schutzzonen liegt.

Massnahmen

Keine Massnahmen erforderlich.

10.2 Nutzungseinschränkungen

In den Zonen S1, S2 und S_h dürfen keine flüssigen Hofdünger (Gülle)² ausgebracht werden.

Wir empfehlen, für die Einhaltung des Flüssigdüngerverbots die Zonen S1, S2 und S_h mit geeigneten Mitteln (z.B. mit Pfählen in Hülse) zu markieren.

Ackerbau ist in den Zonen S1, S2 und S_h nicht zulässig.

Die Anwendung von Pflanzenschutz- und Holzschutzmitteln muss je nach Schutzzonenzuteilung nach den Vorgaben des Bundes erfolgen³.

11. ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die WV Krummenau stellte bis Ende 2024 in der Gemeinde Nesslau in einem Grossteil des Dorfes Krummenau sowie in der Gemeinde Ebnat-Kappel in einigen Randgebieten die Wasserversorgung sicher. Zur Sicherstellung des Trink- und Brauchwasserbedarfs nutzte die WV Krummenau unter anderem die Quellen Näppis. Per 1.1.2025 wurde die WV Krummenau in die Politische Gemeinde Nesslau inkorporiert.

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

³ ChemRRV vom 18. Mai 2005; Anhang 2.4 und Pflanzenschutzmittelverordnung vom 18. Mai 2005

Zum Schutz des Grundwassers müssen Wasserversorgungen Schutzzonen um Grundwasserfassungen ausscheiden. Die Schutzzonen haben die Aufgabe, das Grund- und Quellwasser im Einzugsgebiet von Trinkwasserfassungen vor Verunreinigungen zu schützen. Die Schutzzonen um die Quellen Näppis wurden bereits 2001 ausgeschieden und sind seit dem 26. Juni 2002 rechtskräftig. Die WV Krummenau beauftragte unser Büro die Schutzzonendimensionierung mittels Markierversuchen zu überprüfen und anschliessend die vorhandenen Schutzzonenunterlagen zu überarbeiten.

Für die Dimensionierung und die Abklärung des Einzugsgebietes wurden 2021 Markierversuche durchgeführt. Die Auswertung der Markierversuche hat sehr rasche Nachweise aus nordöstlicher Richtung ergeben, woraus sehr hohe Fliessgeschwindigkeiten resultieren. Das Grund- und Hangwasser fliesst in engen Bahnen resp. Senken zwischen den nach Norden aufgerichteten Felsschichten. Ähnliches Fliessverhalten wurde bereits bei früheren Markierversuchen in den gleichen Felsschichten bei den nahegelegenen Quellgebieten festgestellt.

In chemischer Hinsicht war das Mischwasser der Quellen Näppis und Fosen – soweit untersucht – von einwandfreier Qualität. In bakteriologischer Hinsicht ist das Quellwasser in praktisch allen Proben bakteriologisch belastet. In den Wintermonaten ist die Belastung geringer. Das Quellwasser wird im Reservoir Egg aufbereitet. Zur Sicherstellung einer einwandfreien Trinkwasserqualität muss das Quellwasser weiterhin aufbereitet und regelmässig kontrolliert werden.

Die Schutzzonen wurden neu in Anlehnung an die Methodik DISCO dimensioniert. Die Zone S1 wurde mit einem Abstand von 10 m ab Fassungsleitung resp. Fassungsschacht in Zuflussrichtung festgelegt, die Zone S2 mit einem Abstand von 100 m ab der Zone S1 in Zuflussrichtung dimensioniert. Die Zone S_h wurde in Bereichen mit hoher Vulnerabilität, d.h. im vorliegenden Fall in der engen Bahn zwischen zwei nach Norden aufgerichteten Felsschichten festgelegt. In den übrigen Gebieten innerhalb des hydrogeologischen Einzugsgebietes wurde die Zone S_m festgelegt.

GEOLOGIEBÜRO LIENERT & HAERING AG

Roland Brunner

Jonas Maeder

ANHANG

- Nr. 1: Wasserbeschaffung und Wasserverbrauch WV Krummenau
- Nr. 2: Schüttungsmessungen Quelfassungen Näppis
- Nr. 3: Markierversuche 2021 im Einzugsgebiet der Quellen Näppis; Übersichtsplan
- Nr. 4: Markierversuche April 2021 im Einzugsgebiet der Quellen Näppis; Daten
- Nr. 5: Markierversuche Oktober 2021 im Einzugsgebiet der Quellen Näppis; Daten
- Nr. 6: Trinkwasser-Untersuchungen inkl. Höchstwerte sowie Erläuterungen
- Nr. 7: Erläuterungen zu den Grundwasserschutzzonen
- Nr. 8: Ausdehnung hydrogeologisches Fassungseinzugsgebiet
- Nr. 9: Vergleich bisherige Schutzzonen – neue Schutzzonen; Situation

Wasserbeschaffung und Wasserverbrauch WV Krummenau

Wasserbeschaffung der WV Krummenau

Jahr	Quellen Näppis 1+2	Quelle Fosen	Bezug WV Nesslau	Total
	m ³ /Jahr	m ³ /Jahr	m ³ /Jahr	m ³ /Jahr

2015			10'500	
2016			12'900	
2017			20'600	
2018			21'100	
2019			18'700	
2020			27'800	
2021	46'100	13'100	32'800	92'000
2022	39'776	13'705	38'900	92'381
2023	47'996	14'201	31'500	93'697

Minimum	39'776	13'100	10'500	92'000
Maximum	47'996	14'201	38'900	93'697
Mittel			23'867	92'693

Quellen Näppis 3	Quelle Aesch	Total Verwurf
m ³ /Jahr	m ³ /Jahr	m ³ /Jahr

14'100	53'600	67'700
8'094	48'259	56'353
13'245	60'580	73'825

8'094	48'259	56'353
14'100	60'580	73'825

Wasserverbrauch der WV Krummenau

Jahr	Zone Krummenau	Zone Egg	Total
	m ³ /Jahr	m ³ /Jahr	m ³ /Jahr

2015	58'900	5'200	64'100
2016	63'300	4'200	67'500
2017	58'100	4'400	62'500
2018	57'900	3'900	61'800
2019	58'100	4'100	62'200
2020	58'700	4'200	62'900
2021	58'600	4'200	62'800
2022	52'000	4'300	56'300
2023	51'900	4'300	56'200

Minimum	51'900	3'900	56'200
Maximum	63'300	5'200	67'500
Mittel	57'500	4'311	61'811

Schüttungsmessungen Quellfassungen Näppis

Schüttungsmessungen Quelfassungen Näppis

Quelle Datum	1 l/min	2 l/min	Total l/min	3 l/min
21.09.2020	18.5			
09.11.2020	41			
22.12.2020	95			
25.02.2021	88	76	164	72
30.03.2021	83	77	160	75
28.04.2021	81	25.5	106.5	14.6
28.05.2021	60	30	90	25.9
18.06.2021	39	22.2	61.2	6.3
26.07.2021	84	51	135	57
11.08.2021	84.5			
24.08.2021		52		41.1
29.09.2021	24.4	19.3	43.7	1.9
26.10.2021	23.7	18.3	42	1.5
22.11.2021	21.4	17.8	39.2	6.8
22.12.2021	30.5	20.4	50.9	13
27.01.2022	20.3	18.2	38.5	7.6
23.02.2022	70	34	104	26.4
28.03.2022	64.5	23.4	87.9	11.7
26.04.2022	55	30.9	85.9	19.3
30.05.2022	50.4	25.1	75.5	9.4
27.06.2022	57.1	26.3	83.4	15.4
27.07.2022	17.4	16.6	34	2.9
23.08.2022	68.2	26.2	94.4	12.5
26.09.2022	51.7	29.9	81.6	28.3
26.10.2022	48.4	28.8	77.2	16.9
28.11.2022	59.4	36.1	95.5	22.7
20.12.2022	27.1	23.3	50.4	11.7
24.01.2023	27.4	22.1	49.5	7.8
22.02.2023	56.6	30	86.6	13
22.03.2023	80	36.4	116.4	20.5
24.04.2023	97	85	182	127.7
25.05.2023	77	35	112	22
26.06.2023	14	13	27	2
27.07.2023	87	46	133	40
23.08.2023	20	19.5	39.5	3
26.09.2023	60	28	88	14
23.10.2023	41	20	61	8
28.11.2023	62	30	92	20
18.12.2023	76	33	109	24.5
22.01.2024	65	31	96	17
26.02.2024	52	28	80	16
25.03.2024	77	45	122	35.7
22.04.2024	39.7	27.6	67.3	25
29.05.2024	87	65	152	46
25.06.2024	75	38	113	25
25.07.2024	65	34	99	19
27.08.2024	26.9	20.1	47	7
20.09.2024	65.9	32	97.9	16.8
28.10.2024	45.5	25	70.5	10.4
26.11.2024	82.2	100	182.2	175
18.12.2024	33.3	21	54.3	17.3
Minimum	14.0	13.0	27.0	1.5
Maximum	97.0	100.0	197.0	175.0
Mittel	55.5	33.9	89.4	25.8
Ertragsquotient	6.9	7.7		117

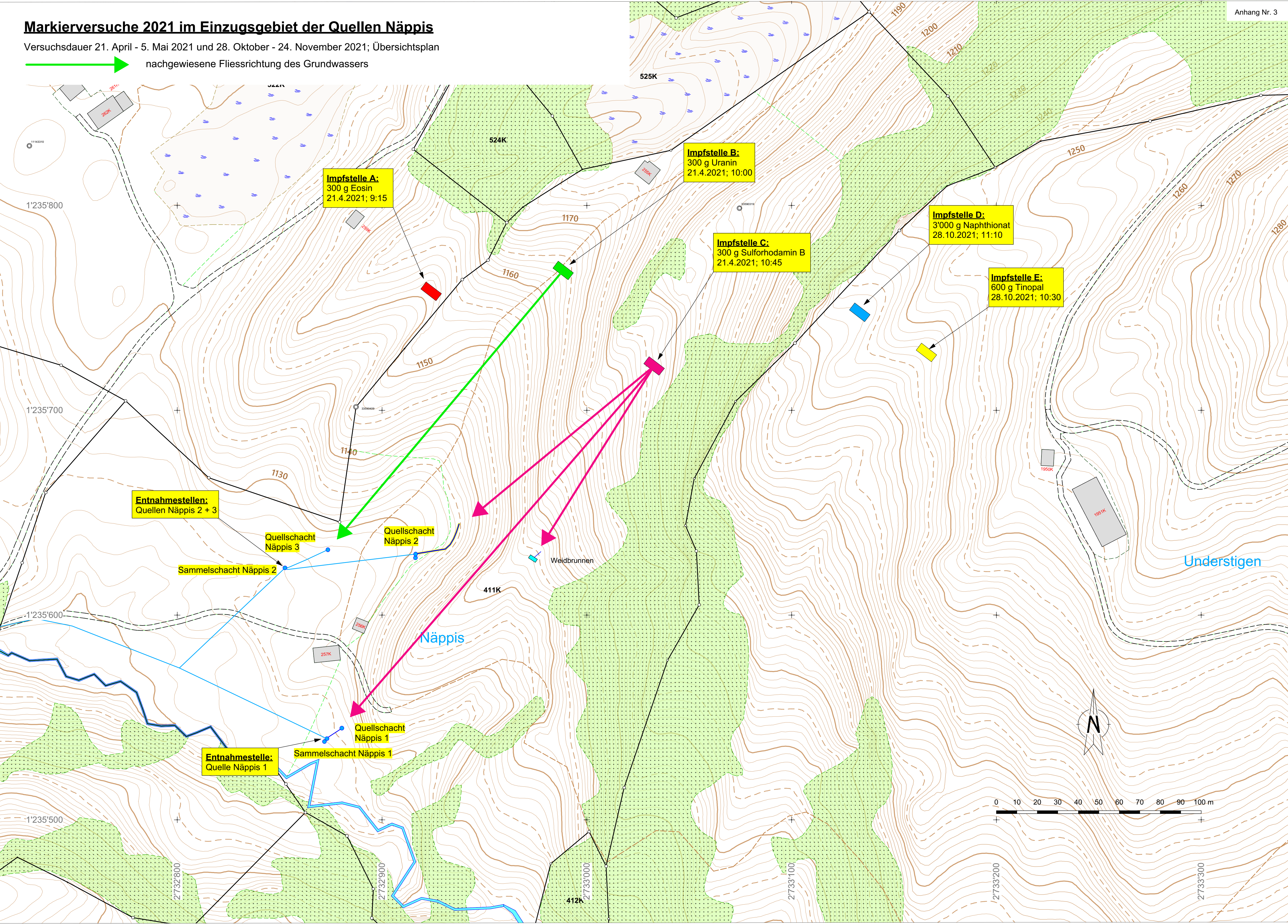
Markierversuche 2021 im Einzugsgebiet der Quellen Näppis

Übersichtsplan

Markierversuche 2021 im Einzugsgebiet der Quellen Näppis

Versuchsdauer 21. April - 5. Mai 2021 und 28. Oktober - 24. November 2021; Übersichtsplan

 nachgewiesene Fliessrichtung des Grundwassers



Markierversuche April 2021 im Einzugsgebiet der Quellen Näppis

Daten

Quelle		Näppis 1	Näppis 1	Näppis 1	Näppis 2	Näppis 2	Näppis 2	Näppis 3	Näppis 3	Näppis 3
Impfstelle		A	B	C	A	B	C	A	B	C
Farbstoff		Eosin ng/l	Uranin ng/l	Sulforhodamin B ng/l	Eosin ng/l	Uranin ng/l	Sulforhodamin B ng/l	Eosin ng/l	Uranin ng/l	Sulforhodamin B ng/l
Datum	Zeit									
21. Apr 21	08:30:00	kein Nachweis	kein Nachweis		kein Nachweis	kein Nachweis		kein Nachweis	kein Nachweis	kein Nachweis
21. Apr 21	14:00:00			410'099						
21. Apr 21	19:30:00			159'165						
22. Apr 21	07:30:00			24'091						
22. Apr 21	19:30:00			13'147						
23. Apr 21	07:30:00			6'811						
23. Apr 21	19:30:00			4'768						
24. Apr 21	07:30:00			3'541						
24. Apr 21	19:30:00			2'805						
25. Apr 21	07:30:00			2'072						
26. Apr 21	07:30:00			493						
27. Apr 21	07:30:00			744						
28. Apr 21	07:30:00			548						
29. Apr 21	07:30:00			463						
30. Apr 21	07:30:00			311						
1. Mai 21	07:30:00			290						
3. Mai 21	07:30:00	274								
5. Mai 21	07:30:00	211								

Markierversuche Oktober 2021 im Einzugsgebiet der Quellen Näppis

Daten

Markierversuche Oktober 2021 im Einzugsgebiet der Quellen Näppis; Daten

Quelle		Näppis 1	Näppis 1	Näppis 2	Näppis 2
Impfstelle		D	E	D	E
Farbstoff		Naphthionat ng/l	Tinopal ng/l	Naphthionat ng/l	Tinopal ng/l
Datum	Zeit				
28. Okt 21	10:00:00	kein Nachweis	kein Nachweis	kein Nachweis	kein Nachweis
28. Okt 21	19:00:00				
29. Okt 21	07:30:00				
29. Okt 21	19:00:00				
30. Okt 21	07:30:00				
31. Okt 21	07:30:00				
1. Nov 21	07:30:00				
2. Nov 21	07:30:00				
3. Nov 21	07:30:00				
4. Nov 21	07:30:00				
5. Nov 21	07:30:00				
6. Nov 21	07:30:00				
8. Nov 21	07:30:00				
10. Nov 21	07:30:00				
12. Nov 21	07:30:00				
15. Nov 21	07:30:00				
17. Nov 21	07:30:00				
19. Nov 21	07:30:00				
22. Nov 21	07:30:00				
24. Nov 21	07:30:00				

Trinkwasser-Untersuchungen inkl. Höchstwerte sowie Erläuterungen

TRINKWASSER - UNTERSUCHUNGEN QUELLFASSUNGEN NÄPPIS

Probedatum		8. Jan 18	8. Jan 18	13. Feb 18	13. Feb 18	7. Mär 18	7. Mär 18	30. Mai 23				
Entnahmestelle		1	2	1	2	1	2	1+2				

Allgemeine Parameter

Schüttung	l/min	90	60	30	18	21	17					
Wassertemperatur	°C	7.4	7.8	6.9	6.9	6.8	5.5	9.3				
Aussehen												
Farbe		farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos				
Geruch												
Trübung	TE/F	0.2	0.3	0.1	<0.1	0.2	0.2	0.2				
pH-Wert		7.72	7.65	8.45	8.04	7.83	7.83					
Leitfähigkeit	µS/cm	337	305	363	327	356	323	358				
Gesamt-Härte	°fH							20.5				
Karbonat-Härte	°fH							19.5				
Sauerstoff	mg/l											
Sauerstoffsättigung	%	86	83	76.8	85.1	77.6	85.7					
m-Wert	mmol/l											
TOC	mg/l							0.25				

Bakteriologische Analyse

Gesamt-Keimzahl	KBE/ml 30 °C	23	40	10	8	7	3	36				
Escherichia coli	KBE/100 ml	0	2	0	0	0	0	2				
Enterokokken	KBE/100 ml	0	1	0	0	0	0	3				

Anorganische Verbindungen und Metalle

Ammonium	NH ₄ mg/l											
Nitrit	NO ₂ mg/l											
Nitrat	NO ₃ mg/l							3				
Chlorid	Cl mg/l							<2				
Sulfat	SO ₄ mg/l							<2				
Fluorid	F mg/l											
Phosphat	PO ₄ mg/l											
Calcium	Ca mg/l							65				
Magnesium	Mg mg/l							11				
Natrium	Na mg/l											
Kalium	K mg/l											

Anforderungen überschritten:



TRINKWASSER - UNTERSUCHUNGEN MISCHWASSER QUELLFASSUNGEN NÄPPIS UND FOSEN

Probedatum		24. Apr 17	3. Mai 17	9. Okt 17	27. Mär 18	18. Sep 18	29. Apr 19	20. Okt 21	18. Mai 22	24. Jan 23	30. Mai 23	10. Jun 24
------------	--	------------	-----------	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

Allgemeine Parameter

Schüttung	l/min											
Wassertemperatur	°C			9.0			7.5	9.4	9	6	8.9	9.5
Aussehen												
Farbe		keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine
Geruch												
Trübung	TE/F	0.6	0.7	0.4	0.3	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1	0.3	0.5
pH-Wert									7.85			
Leitfähigkeit	µS/cm	295	284	367	345	390	297	421	373	385	367	334
Gesamt-Härte	°fH	18.3	17.8	22.7	18.6	21.9	16.2	24	21.4	21.9	21.1	18.8
Karbonat-Härte	°fH	18.1	17.6	22.8	18.8	21.1	15.7	23.1	20.3	20.8	19.9	18.6
Sauerstoff	mg/l											
Sauerstoffsättigung	%											
m-Wert	mmol/l											
TOC	mg/l	0.48	0.54	0.59	0.34	0.34	0.37	0.59	0.35	0.33	0.57	0.69

Bakteriologische Analyse

Gesamt-Keimzahl	KBE/ml 30 °C	140	390	290	20	200	135	80	520	8	169	800
Escherichia coli	KBE/100 ml	1	0	45	0	11	0	11	12	0	8	63
Enterokokken	KBE/100 ml	0	0	8	0	9	5	2	10	0	1	9

Anorganische Verbindungen und Metalle

Ammonium	NH ₄ mg/l											
Nitrit	NO ₂ mg/l											
Nitrat	NO ₃ mg/l	5	4	4	4	6	5	4	4	4	4	2
Chlorid	Cl mg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<2	<2	<2	<2	<2
Sulfat	SO ₄ mg/l	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	<2
Fluorid	F mg/l											
Phosphat	PO ₄ mg/l											
Calcium	Ca mg/l	57	56	72	58	68	51	74	67	68	65	60
Magnesium	Mg mg/l	10	10	12	10	12	9	13	12	12	12	9
Natrium	Na mg/l											
Kalium	K mg/l											

Anforderungen überschritten:



Höchstwerte

Parameter	Einheit	TBDV	Gewässerschutzverordnung GSchV
		Anforderungen an Trinkwasser	zusätzliche Anforderungen an Grundwasser, das als Trinkwasser verwendet wird

Mikrobiologische Anforderungen

Aerobe mesophile Keime: an der Fassung, unbehandelt	KBE/ml	100	
Aerobe mesophile Keime: nach der Behandlung	KBE/ml	20	
Aerobe mesophile Keime: im Verteilnetz, behandelt oder unbehandelt	KBE/ml	300	
Escherichia coli	KBE/100 ml	0	
Enterokokken	KBE/100 ml	0	

Chemische Anforderungen

Acrylamid	µg/l	0.1	
Aluminium	mg/l	0.2	
Ammonium	mg/l	0.5 / 0.1	0.5 / 0.1
Antinom	µg/l	5	
Arsen	µg/l	10	
Benzen (Benzol)	µg/l	1	
Benzo[a]pyren	µg/l	0.01	
Blei	µg/l	10	
Bor	mg/l	1	
Bromat	µg/l	10	
BTEX	µg/l	3	
Cadmium	µg/l	3	
Chlorat	mg/l	0.2	
Chlor (freies)	mg/l	0.1	
Chlorit	mg/l	0.2	
Chlorid	mg/l	250	40
Chlormethyloxiran (Epichlorhydrin)	µg/l	0.1	
Chlorethen (Vinylchlorid)	µg/l	0.5	
Chrom	µg/l	50	
Chrom(VI)	µg/l	20	
Cyanid	µg/l	50	
Dichlorethan, 1,2-	µg/l	3	
Dichlormethan	µg/l	20	
Dioxan, 1,4-	µg/l	6	
Eisen	mg/l	0.2	
Ethylendiamintetraacetat (EDTA)	mg/l	0.2	
ETBE+MTBE	µg/l	5	
Fluorid	mg/l	1.5	
Halogenkohlenwasserstoffe, flüchtige (Summe)	µg/l	10	
Halogenverbindungen, absorbierbare, organische (AOX)	mg/l		0.01
Kohlenwasserstoffe, aliphatische	µg/l		1 (je Einzelstoff)
Kohlenwasserstoffe, flüchtige, halogenierte	µg/l		1 (je Einzelstoff)
Kohlenwasserstoffe, monocyclische, aromatische	µg/l		1 (je Einzelstoff)
Kohlenwasserstoffe, polycylische, aromatische	µg/l	0.1	0.1 (je Einzelstoff)
Kohlenwasserstoff-Index C10-C40	µg/l	20	
Kupfer	mg/l	1	
Quecksilber	µg/l	1	
Mangan	µg/l	50	
Natrium	mg/l	200	
Nickel	µg/l	20	
Nitrilotriessigsäure (NTA)	mg/l	0.2	
Nitrat	mg/l	40	25
Nitrit	mg/l	0.5 / 0.1	
Organische chemische Verbindungen	µg/l	0.1 / 10	
Ozon	µg/l	50	
Perfluoroctansulfonat (PFOS)	µg/l	0.3	
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	µg/l	0.3	
Perfluoroctansäure (PFOA)	µg/l	0.5	
Pestizide	µg/l	0.1	0.1
Pestizide (Total)	µg/l	0.5	
Phosphat	mg/l	1	
Selen	µg/l	10	
Silber	mg/l	0.1	
Silikat	mg/l	05. Okt	
Stoffe gemäss Anh 2 Bedarfsgegenständeverordnung	mg/l	LMS/20	
Sulfat	mg/l	250	40
Tetra- und Trichlorethylen	µg/l	10	
Tetrachlormethan	µg/l	2	
Trihalomethane (Total) THM	µg/l	50	
Uran	µg/l	30	
Zink	mg/l	5	

Spezifische Anforderungen

Gesamter organischer Kohlenstoff, TOC	C mg/l	1	
Geruch		unauffällig	
Geschmack		unauffällig	
Färbung		unauffällig	
Trübung	NTU	1	
pH-Wert		6.8 - 8.2	
Leitfähigkeit	µS/cm	800	
Oxidierbarkeit	O ₂ mg/l	5	
Sulfid		organoleptisch nicht nachweisbar	
DOC	C mg/l		2

Erläuterungen zu den einzelnen Anforderungen vgl. TBDV und GSchV

ERLÄUTERUNGEN ZU DEN TRINKWASSERANALYSEN

ALLGEMEINE PARAMETER

Viele dieser Parameter werden bei Routineuntersuchungen gemessen. Die Untersuchungen sind zum grössten Teil einfach durchzuführen und erlauben eine grobe Beurteilung der Wasserqualität. Bei einzelnen hohen Werten muss dann gezielt nach der Ursache gesucht werden.

Wassertemperatur

Trinkwasser sollte eine Temperatur von 8 bis 15 °C aufweisen. Echtes Grundwasser hat zudem eine relativ konstante Temperatur. Temperaturschwankungen deuten auf den Einfluss von Oberflächenwasser hin. Kurzfristige, plötzliche Temperaturschwankungen können die Infiltration von Fremdwasser anzeigen.

Geruch, Geschmack, Färbung

Ein gutes Trinkwasser sollte geruch-, geschmack- und farblos sein.

Trübung

Trinkwasser sollte nicht getrübt sein. Sporadisch auftretende Trübungen, vor allem nach heftigem Regen, deuten auf eine ungenügende Filterwirkung des Bodens hin. Eine anhaltende Trübung des Wassers kann ein Anzeichen für Korrosion im Leitungsnetz sein.

pH-Wert

Der pH-Wert zeigt an, ob das Wasser chemisch neutral, sauer oder alkalisch ist. Der pH-Wert eines Trinkwassers sollte im neutralen Bereich liegen und dem Gleichgewichtswert des Kalk-Kohlensäuregleichgewichtes entsprechen. Ein Trinkwasser mit zu tiefem pH-Wert enthält überschüssige, aggressive Kohlensäure und kann Korrosionen in Leitungen und Installation verursachen. Zudem können allfällige im Boden gebundene Schwermetalle bei tiefem pH gelöst werden. Ein Wasser mit zu hohem pH-Wert (über dem Gleichgewichtswert) neigt zu Kalkausscheidung.

Leitfähigkeit

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

Gesamthärte

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

Karbonathärte, Säureverbrauch, Alkalinität

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

Sauerstoff

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

Oxidierbarkeit, KMnO_4 -Verbrauch

Die Oxidierbarkeit, d.h. der Gehalt an oxidierbaren Stoffen (v.a. organische Verbindungen) ist ein Mass für die Belastung des Wassers. Die Oxidierbarkeit unbelasteter Gewässer liegt zwischen 2 und 4 mg KMnO_4 -Verbrauch pro l. Erhöhte Werte können natürlichen Ursprungs sein (Moorböden), zeigen in der Regel aber Verschmutzungen an.

DOC [GSchV: 2 mg/l]

Der Gehalt an DOC (gelöster organischer Kohlenstoff) ist ein Mass für die Wasserbelastung durch organische Verbindungen. Erhöhte DOC-Konzentrationen können natürlichen Ursprungs sein (Moorböden). Falls dies ausgeschlossen werden kann, deuten sie auf Verschmutzungen durch Industrieabwasser oder Deponien hin. Bei einem hohen DOC-Gehalt können zudem vermehrt Schwermetalle mobilisiert und transportiert werden.

BAKTERIOLOGISCHE ANALYSE

Gewisse Mikroorganismen verursachen beim Menschen verschiedene Krankheiten. Falls Abwasser ins Trinkwasser gelangt, können Typhus-, Cholera-, Kinderlähmungserreger und andere übertragen werden. Aus praktischen Gründen ist es nicht möglich, die Trinkwasseranalysen auf alle möglichen Erreger zu untersuchen. Daher wird nur kontrolliert, ob Indikatororganismen anwesend sind, die auf eine fäkale Verunreinigung schliessen lassen. Als Indikatororganismen dienen die Fäkalbakterien *Escherichia coli* und Enterokokken. Gelegentlich werden ergänzende Untersuchungen vorgenommen (Gesamtkeimzahl, aerobe mesophile Keime, Endowüchsige Keime).

Es sollten weder *Escherichia coli* noch Enterokokken nachweisbar sein.

ANORGANISCHE VERBINDUNGEN UND METALLE

Ammonium [Höchstwert TBDV: 0.1 mg/l]

Nitrit [Höchstwert TBDV: 0.1 mg/l]

Die Stickstoffverbindungen Ammonium und Nitrit sind in einem guten Trinkwasser nicht nachweisbar. Das Vorhandensein von Spuren dieser Verbindungen ist in der Regel ein Hinweis auf eine Verschmutzung (z.B. ausgewaschene Düngemittel).

Ein erhöhter Ammonium-Gehalt ist giftig für Fische und beeinträchtigt die Chlorierung des Wassers.

Nitrit ist für den Menschen giftig. Im Magen wird Nitrit in krebserregende Nitrosamine umgewandelt. Zudem kann Nitrit die Aufnahme von Sauerstoff ins Blut behindern (vor allem bei Säuglingen).

Nitrat [Höchstwert TBDV: 40 mg/l; GSchV: 25 mg/l]

Nitrat ist ein natürlicherweise in den meisten Trinkwassern vorkommender Inhaltsstoff. Nitrat selbst ist nicht gesundheitsgefährdend. Problematisch werden erhöhte Gehalte dann, wenn das Nitrat im menschlichen Körper bakteriell zu Nitrit (NO_2) umgewandelt wird, das vor allem für Säuglinge schädlich ist.

Wasser mit hohem Nitratgehalt liefert einen wesentlichen Beitrag zum Gesamtnitratgehalt der Nahrung. Die Trinkwasserbelastung mit Nitrat ist daher so gering wie möglich zu halten.

Pflanzen können den für das Wachstum nötigen Stickstoff meist nur in der Form von Nitrat, Nitrit und Ammonium aufnehmen. Der im Handelsdünger vorhandene Stickstoff (als Nitrat) kann direkt von den Pflanzen aufgenommen werden.

Für Pflanzen verfügbarer Stickstoff kann auch über komplexe, durch Mikroorganismen geförderte Reaktionen aus organisch gebundenem Stickstoff freigesetzt werden. Der organisch gebundene Stickstoff wird v.a. in der Form von leicht abbaubarem Nährhumus (Hofdünger, Gründünger, Ernterückstände, Klärschlamm, Kompost) auf den Boden ausgebracht.

Überschüssiges Nitrat, das von den Pflanzen nicht aufgenommen werden kann, gelangt durch Auswaschung ins Grundwasser. Einmal ins Grundwasser gelangtes Nitrat ist dort äusserst beständig und kann nur unter ganz bestimmten Bedingungen (sauerstoffarmes Wasser, genügend organisches Material) durch Mikroorganismen abgebaut werden.

Der Hauptgrund der zunehmenden Nitratgehalte im Grundwasser ist in der Intensivierung der Landwirtschaft und dem damit verbundenen stark angestiegenen Einsatz von Handels- und Hofdünger zu sehen.

Die Hauptursachen der Nitratauswaschung ins Grundwasser sind:

- ⇒ Hohe Sickerwassermengen (Niederschläge, Verdunstung, Art des Bewuchses)
- ⇒ Flachgründige und grobkörnige Böden, grosse Poren im Boden
- ⇒ Geringe biologische Aktivität des Bodens, geringer Humusgehalt
- ⇒ Mengenmässig unangepasste und generell überhöhte Düngung
- ⇒ Düngung zum falschen Zeitpunkt (Herbst und Winter, durchnässter Boden)
- ⇒ Landwirtschaftliche Kulturen, geordnet nach abnehmender Nitratauswaschung: Intensivgemüse > Feldgemüse > Hackfrucht > Mais > Getreide > Grünland > Wald
- ⇒ Bracheperioden des Bodens, besonders Winterbrache
- ⇒ Grünlandumbruch, Waldrodung, Aufforstung
- ⇒ Art der Bodenbewirtschaftung

Sulfat [GSchV: 40 mg/l]

Die Sulfatkonzentrationen der meisten Quell- und Grundwässer liegen unter 40 mg/l. Wasser aus bestimmten geologischen Formationen (Gips) kann jedoch stark erhöhte Werte aufweisen. Erhöhte Sulfatgehalte können auch auf eine Beeinflussung durch eine Bauschuttdeponie hinweisen. Erhöhte Sulfatkonzentrationen sind gesundheitlich unbedenklich, falls die Magnesium-Konzentration 50 mg/l nicht überschreitet.

Phosphat [Höchstwert TBDV: 1 mg/l]

Phosphate sind in einem natürlichen Wasser normalerweise nicht nachweisbar. Ein erhöhter Gehalt kann auf Überdüngung oder eine Belastung durch Abwasser hinweisen. In der Regel sind dann noch andere Messgrössen erhöht, die eine Verschmutzung signalisieren.

Chlorid [GSchV: 40 mg/l]

Reine natürliche Trinkwasser unserer Gegend enthalten praktisch keine Chloride oder zumindest Gehalte von weniger als 10 mg/l Cl. Erhöhte Werte deuten auf eine Beeinflussung durch Düngemittel, Abwasser, Deponien oder Streusalz hin.

Ab einer Konzentration von 80 mg/l fördern Chloride Korrosionen in den Leitungen, Gehalte über 200 mg/l machen sich im Geschmack bemerkbar.

Fluorid [Höchstwert TBDV: 1.5 mg/l]

Fluoride kommen in Form vieler Mineralien in der Natur vor. Fluorid ist in Spuren möglicherweise essentiell für den Aufbau von Knochen und Zähnen. In höheren Konzentrationen ist Fluorid jedoch giftig.

Selen [Höchstwert TBDV: 0.01 mg/l]

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

Eisen [Höchstwert TBDV: 0.2 mg/l]

Mangan [Höchstwert TBDV: 0.05 mg/l]

In sauerstoffarmem resp. sauerstofffreiem Wasser kann Eisen und Mangan in erhöhter Konzentration auftreten. Im Kontakt mit Luftsauerstoff treten Trübungen, Verfärbungen und mit der Zeit auch Ausfällungen auf, und es kommt zu Ausschwemmungen von gallertartigen Produkten. In normalem sauerstoffhaltigem Grundwasser sind Eisen und Mangan nicht nachweisbar. Erhöhte Eisenwerte sind hier jeweils ein Hinweis auf Korrosionen des Leitungsmaterials.

Aluminium [Höchstwert TBDV: 0.2 mg/l]

Aluminium ist ein häufiges Element im Boden. Bei der Wasseraufbereitung wird Aluminium als Flockungsmittel eingesetzt. Bei tiefem pH (unter 5) kann Aluminium Pflanzen und Fische schädigen.

Calcium

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

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

Magnesium

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

Natrium [Höchstwert TBDV: 200 mg/l]

Natrium gehört zu den zehn häufigsten Elementen in der Erdhülle und kommt dabei in zahlreichen natriumhaltigen Mineralen vor. Auch in den Ozeanen ist eine erhebliche Menge Natrium als Ionen enthalten. Für den Menschen ist Natrium essentiell. Wasser mit hohem Natriumgehalt liefert einen Beitrag zur Natriumaufnahme über die Nahrung. Gehalte über 200 mg/l können sich geschmacklich bemerkbar machen.

Hohe Natriumwerte können geologisch bedingt sein oder auf eine Verunreinigung hinweisen.

Kalium

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

Erläuterungen zu den Grundwasserschutzzonen

A) Ziel und Zweck der Schutzzonen

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

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

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

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

B) Dimensionierungsgrundsätze

Für die Dimensionierung der **Zonen S_h und S_m** gelten gemäss Anhang 4 Ziffer 125 der GSchV folgende Regeln:

¹ Die Zonen S_h und S_m sollen verhindern, dass:

- a. das Grundwasser durch Bau und Betrieb von Anlagen und das Ausbringen von Stoffen verunreinigt wird; und
- b. die Hydrodynamik des Grundwassers durch bauliche Eingriffe beeinträchtigt wird.

² Die Zone S_h umfasst die Gebiete von hoher Vulnerabilität im Einzugsgebiet einer Grundwasserfassung.

³ Die Zone S_m umfasst die Gebiete von mindestens mittlerer Vulnerabilität im Einzugsgebiet einer Grundwasserfassung.

⁴ Die Vulnerabilität wird aufgrund der Beschaffenheit der Überdeckung (Boden und Deckschicht) und des Karst- und Kluftsystems sowie der Versickerungsverhältnisse bestimmt.

Bezüglich der Dimensionierung der **Zone S2** steht in Anhang 4 Ziffer 123 der GSchV:

¹ Die Zone S2 soll verhindern, dass:

- c. das Grundwasser durch Grabungen und unterirdische Arbeiten nahe von Grundwasserfassungen und -anreicherungsanlagen verunreinigt wird; und
- d. 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.

³ 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.

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

C) Einschränkungen in den Schutzzonen

In der **Zone S_m** sind gemäss Anhang 4 Ziffer 221^{bis} der GSchV nicht zulässig:

- a. industrielle und gewerbliche Betriebe, von denen eine Gefahr für das Grundwasser ausgeht;
- b. bauliche Eingriffe, die nachteilige Auswirkungen auf die Hydrodynamik des Grundwassers haben;
- c. Versickerung von Abwasser, ausgenommen die Versickerung von nicht verschmutztem Abwasser (...) über eine biologisch aktive Bodenschicht sowie von verschmutztem kommunalem Abwasser aus Kleinkläranlagen unter Einhaltung der Anforderungen von Artikel 8 Absatz 2, wenn der Aufwand für eine Ableitung des kommunalen Abwassers aus der Schutzzone unverhältnismässig wäre und eine Gefährdung der Trinkwassernutzung ausgeschlossen werden kann;
- 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 S_h** gelten die Anforderungen nach Ziffer 221^{bis} der GSchV, überdies sind nicht zulässig:

- a. Anlagen und Tätigkeiten, welche die Trinkwassernutzung gefährden;
- c. Versickerung von Abwasser, ausgenommen die Versickerung von nicht verschmutztem Abwasser (...) über eine biologisch aktive Bodenschicht.

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:

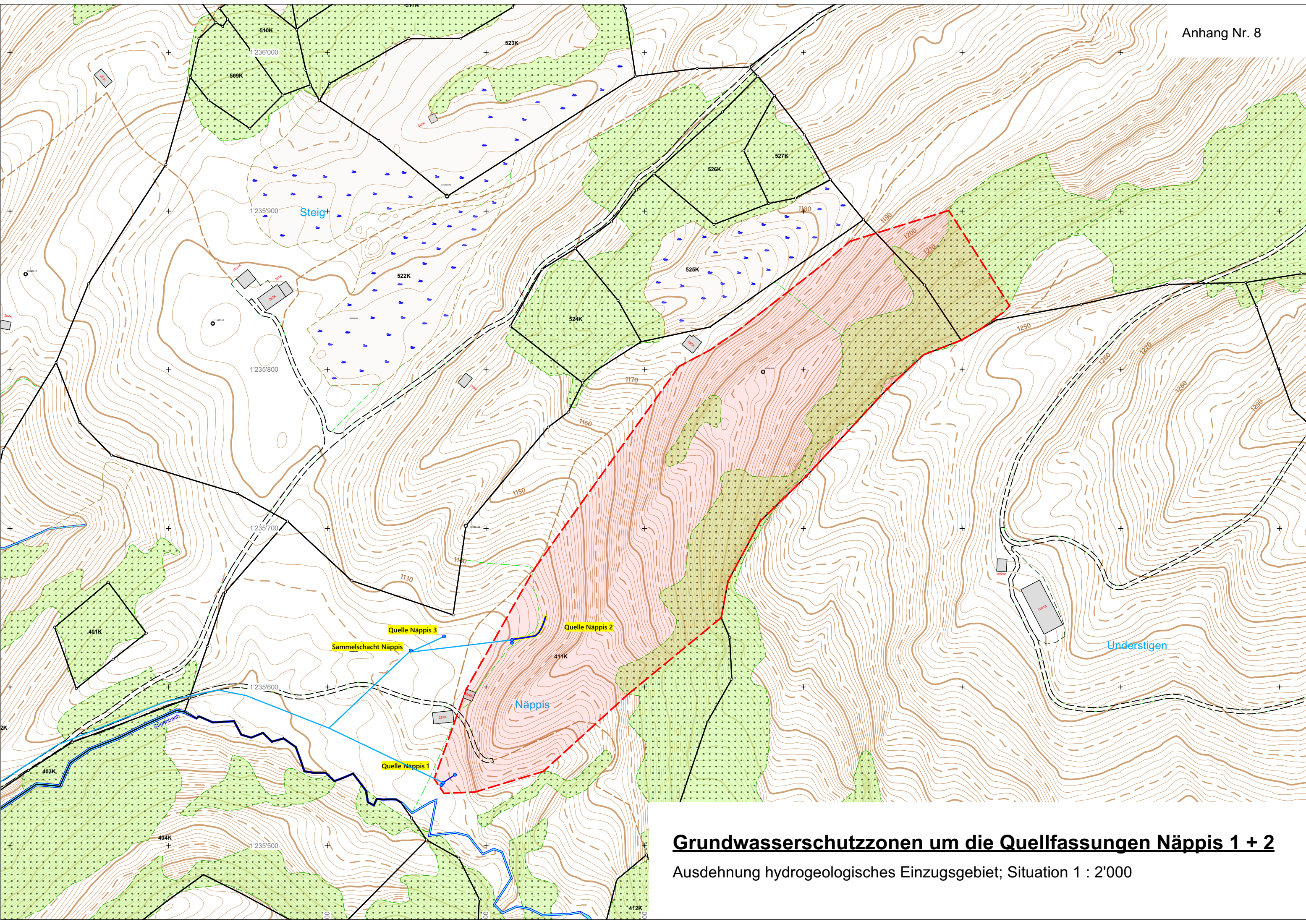
- a. das Erstellen von Anlagen; die Behörde kann aus wichtigen Gründen Ausnahmen gestatten, wenn eine Gefährdung der Trinkwassernutzung ausgeschlossen werden kann;
- b. Grabungen, welche die schützenden Überdeckung (Boden und Deckschicht) nachteilig verändern;
- c. Versickerung von Abwasser;
- d. andere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

Ausdehnung hydrogeologisches Fassungseinzugsgebiet



Grundwasserschutzzonen um die Quelfassungen Näppis 1 + 2

Ausdehnung hydrogeologisches Einzugsgebiet; Situation 1 : 2'000

Vergleich bisherige Schutzzonen – neue Schutzzonen;

Situation

Grundwasserschutzzonen um die Quelffassungen Näppis 1 + 2

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

bisherige Schutzzonen		neue Schutzzonen
Zone S1		Zone S1 
Zone S2		Zone S2 
Zone S3		Zone Sh 
		Zone Sm 

