

Grundwasserpumpwerk Moos Oensingen / SO

Hydrogeologische Zusatzuntersuchungen zur Dimensionierung der Schutzzonen



© Foto Paul Knüsel TEC21

Baden, 11. Oktober 2019 (ergänzt 2. März und 25. November 2020)

Auftraggeber: Gemeinderat Oensingen, Hauptstrasse 2, 4702 Oensingen
Ingenieur: BSB + Partner Ingenieure und Planer, Von Roll-Str. 29, 4702 Oensingen

Objektnummer: 110423

INHALT

1	EINLEITUNG	4
1.1	Ausgangslage	4
1.2	Frühere Berichte	4
1.3	Durchgeführte Arbeiten	5
2	ANGABEN ZUM PUMPWERK	6
2.1	Fassungsanlage	6
2.2	Bisherige Konzessionen	7
2.3	Bisherige Grundwasserschutzzonen	7
3	GRUNDWASSERQUALITÄT	8
3.1	Chemische Untersuchungen	8
3.2	Bakteriologische Untersuchungen	8
4	BESCHREIBUNG DES EINZUGSGEBIETS	9
4.1	Geologische Verhältnisse	9
4.2	Grundwasserverhältnisse	9
5	HYDROGEOLOGISCHE ZUSATZUNTERSUCHUNGEN	10
5.1	Bohrungen 19-1 bis 19-4	11
5.2	Gefälle und Verlauf des Grundwasserspiegels	11
5.3	Dauerpump- und Markierversuch vom 15.4. bis 3.5.2019	12
6	DIMENSIONIERUNG DER GRUNDWASSERSCHUTZZONEN	16
6.1	Fliessverhältnisse und Verweilzeiten des Grundwassers: Versuch und Modell	16
6.2	Empfehlung zur Festlegung der Schutzzonen	18
6.3	Vorschlag für Nutzungsbeschränkungen in der Zone S3+	20

TABELLEN

Tabelle 1:	Sondierungen	11
Tabelle 2:	Mehrfach-Markierversuch	15

FIGUREN

Figur 1:	Ausschnitt aus dem kantonalen Nutzungsplan mit Pumpwerk und Schutzzonen, Massstab 1:5'000 (sogis, 8.10.2019)	6
Figur 2:	Ganglinie des Grundwasserspiegels 1999 bis 2019, Messstelle Oensingerfeld (Nr. 621/236/002, Daten: AfU Kanton Solothurn)	10
Figur 3:	Modellierte Isohypsen	12
Figur 4:	Modellierter Absenkekanal	13
Figur 5:	Fliesspfade zum Horizontalfilterbrunnen Moos im Vertikalschnitt	16
Figur 6:	Fliesspfade zum Horizontalfilterbrunnen Moos auf Höhe der Fassungsstränge mit 10-Tagesisochrone (rot strichlierte Linie)	17
Figur 7:	Fliesspfade zum Horizontalfilterbrunnen Moos im obersten Bereich des Grundwasserleiters mit 10-Tagesisochrone (rot strichlierte Linie)	17

BEILAGEN

- Beilage 1: Situation 1:2'000, Verlauf der Grundwasseroberfläche im Bereich der Grundwasserschutzzonen
- Beilage 2: Situation 1:2'000, Abgesenkter Grundwasserspiegel, Markierversuch
- Beilage 3: Ganglinien des Dauerpump- und Markierversuchs vom April / Mai 2019
- Beilage 4: Einzelprotokolle der Sondierbohrungen 18-1 bis 18-4, 1:200

1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangslage

Die aktuell rechtskräftigen Grundwasserschutzzonen des Grundwasserpumpwerks Moos genügen den heute geltenden Vorgaben nicht mehr. Im Jahr 2017 wurden die Grundwasserschutzzonen des Grundwasserpumpwerks Moos mit Einsatz eines numerischen Grundwassermodells dimensioniert und ein Vorschlag zur Ausscheidung der Schutzzonen formuliert [11]. In der Stellungnahme des Amtes für Umwelt [12] werden die vorgeschlagenen Schutzzonen als den Mindestanforderungen nicht entsprechend beurteilt, weshalb nur eine auf 10 Jahre befristete Konzession in Aussicht gestellt wird. Zwar ist die vorgeschlagene Zone S2 bezüglich der modellierten 10-Tages-Isochrone genügend gross. Nicht eingehalten werden kann hingegen aufgrund von diversen Nutzungskonflikten (aktueller und künftiger Bebauungszustand) die Vorgabe der Gewässerschutzverordnung, wonach zwischen dem Zone S1 und der äusseren Begrenzung der Zone S2 (engere Schutzzone) eine Minimaldistanz von 100 m eingehalten werden muss.

Da eine Aufgabe des Pumpwerks aus verschiedenen Gründen (gute Wasserqualität, guter Schutz des Grundwassers durch grosse Trockentiefe, kapazitiver, gut erhaltener Horizontalfilterbrunnen, fehlende Alternativen) unvorteilhaft wäre, wurden Zusatzmassnahmen vorgeschlagen und umgesetzt, um die Schutzzonenausscheidung auf ein besseres Fundament zu stellen mit dem Ziel, wieder eine ordentliche Konzession zu erhalten:

- Durchführung eines Dauerpumpversuchs kombiniert mit Markierversuchen zur Untersuchung der Grundwasser-Fließverhältnisse im Bereich der Zone S2,
- Ausscheiden einer zusätzlichen Schutzzone, welche den vorliegenden, spezifischen Verhältnissen Rechnung trägt und trotz der formal zu kleinen Zone S2 einen gleichwertigen Schutz des Grundwassers gewährleistet,
- Installation einer Online-Qualitätsüberwachung des im Pumpwerk geförderten Grundwassers.

1.2 Frühere Berichte

- [1] Dr. Henri Kruysse (16.1.1995): Betrachtungen über die Schutzzonen-Grösse des Pumpwerkes Moos, Oensingen.
- [2] Geotechnisches Institut (28.10.2004): Einwohnergemeinde Oensingen Wasserversorgung, Trinkwasserpumpwerk Moos, Berechnungen der 10-Tages Isochrone.
- [3] Dr. Henri Kruysse (12.11.2004): Einwohnergemeinde Oensingen Wasserversorgung, Überprüfung der Grundwasserschutzzone für das Trinkwasserpumpwerk Moos, Hydrogeologischer Bericht.
- [4] Dr. Henri Kruysse (13.11.2004): Schutzzonenreglement für das Pumpwerk Moos der Wasserversorgung Oensingen, genehmigt durch den Gemeinderat mit Beschluss vom 7.3.2005, genehmigt durch den Regierungsrat mit RRB Nr. 2118 vom 24.10.2005.
- [5] Geotechnisches Institut (31.8.2007): Wasserversorgung der Einwohnergemeinde Oensingen PW Moos, Modellsimulationen zur Festlegung der künftigen Konzessionsmenge.

- [6] Geotechnisches Institut (3.9.2007): Modellsimulationen zur Festlegung der künftigen Konzessionsmenge.
- [7] TK Consult AG (29.7.2010): Konzessionserhöhung PW im Moos, Einwohnergemeinde Oensingen, Auswirkung auf den Grundwasserhaushalt.
- [8] Kanton Solothurn RRB 2011/667 (29.3.2011): Einwohnergemeinde Oensingen: Erneuerung der Konzession und Erhöhung der Konzessionsmenge für die Grundwasserfassung PW Moos.
- [9] Kanton Solothurn, Amt für Raumplanung (9.9.2011): Oensingen: Entwicklungsstrategie Oensingen, Stellungnahme des Kantons: Nachbearbeitung im Bereich Landschaft nötig.
- [10] Dr. Heinrich Jäckli AG (16.10.2012): Aktennotiz, Besprechung Schutzzonen für die Grundwasserfassung Moos, Oensingen / SO, beim Amt für Umwelt, Solothurn.
- [11] Dr. Heinrich Jäckli AG (18.5.2017): Überprüfung der Schutzzonen für die Grundwasserfassung Moos, Oensingen / SO, Hydrogeologischer Bericht.
- [12] Kanton Solothurn, Amt für Umwelt (27.9.2017): Einwohnergemeinde Oensingen: Neue Schutzzone für das Grundwasserpumpwerk Moos der Wasserversorgung Oensingen: Ergebnis der kantonalen Vorprüfung.

1.3 Durchgeführte Arbeiten

Kibag Bohrungen AG, Kerzers

- Abteufen von drei Drehrammkernsondierungen (Bohrungen 18-1 bis 18-4), Bohrtiefe 33.2 bis 34 m, min. Bohrdurchmesser 168 mm,
- Liefern, Versetzen und Einkiesen von PVC-Schlitzfilterrohren Ø 4.5"

Nanotrace Technologies GmbH, Jens

- Analyse von Grundwasserproben bezüglich Grundfluoreszenz,
- Lieferung von Markierstoffen zur Durchführung von Markierversuchen,
- Analyse von Grundwasserproben bezüglich Markierstoffen,
- Auswertung der Grundfluoreszenzanalysen und Markierversuche.

Unimon AG, Bergdietikon

- Vermietung und Montage von elektronischen Messinstrumenten,
- Betrieb und Wartung der Messinstrumente,
- Zusammenstellung Messdaten.

Dr. Heinrich Jäckli AG, Baden

- Geologische Fachbauleitung über die Bohrarbeiten, geologische Aufnahme der Bohrungen,
- Organisation und Überwachung des Dauerpumpversuches,
- Organisation und Durchführung der Markierversuche,
- Modellierung der 10-Tages-Isochrone,
- Ausscheiden von Grundwasser-Schutzzonen,
- Erstellen des Schutzzonenreglements,

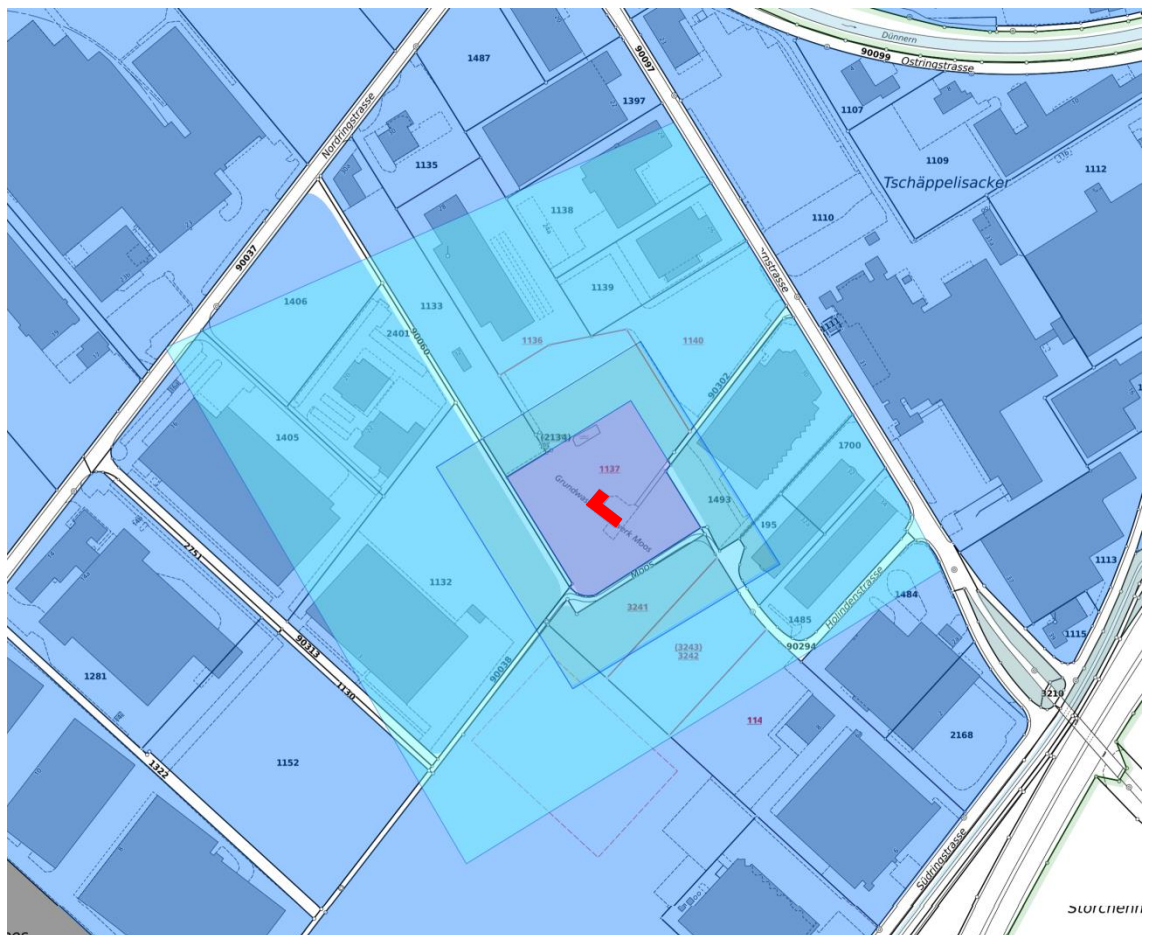
- Auswertung der Untersuchungsergebnisse und Abfassen des vorliegenden Berichts.

2 ANGABEN ZUM PUMPWERK

2.1 Fassungsanlage

Die Fassung liegt im am südwestlichen Rand des *Siedlungsgebiets* von Oensingen in der Industriezone (*Figur 1*). Die bestehenden Schutzzonen S1 und S2 sind als Freihaltezone ausgeschieden. Die Besitzverhältnisse der Fassung und des Fassungsgrundstücks sind auf der nachfolgenden *Tabelle 1* angegeben.

Figur 1: Ausschnitt aus dem kantonalen Nutzungsplan mit Pumpwerk und Schutzzonen, Massstab 1:5'000 (sogis, 8.10.2019)



Der Horizontalfilterbrunnen wurde Mitte der 1960er-Jahre auf einem damals freien Feld in der Landwirtschaftszone erstellt. Dieser verfügt über folgende Abmessungen:

- Schachttiefe: 47.63 m
- Schachtdurchmesser 3 m

- 10 Horizontalfilterstränge:
oberer Horizont 45.38 m u.T.
unterer Horizont 46.38 m u. T.
7 Stränge in Ausrichtung SE-NW: Länge 34.0–39.5 m
3 Stränge in Ausrichtung NE-SE: Länge 5.5–20.0 m
- 2 Unterwasserpumpen; Leistungen: 4'200 l/min und 7'000 l/min

Gemäss den Versuchen im neu erstellten Brunnen beträgt die Brunnenergiebigkeit mindestens als 15'000 l/min.

2.2 Bisherige Konzessionen

Mit Regierungsratsbeschluss des Kantons Solothurn (RRB) Nr. 127 vom 9.1.1970 wurde der Einwohnergemeinde Oensingen und der Von Roll AG, Werk Klus, die Konzession für eine Dauerentnahme von 4'300 l/min erteilt. Davon waren 1'800 l/min für Oensingen und 2'500 l/min für die Von Roll AG bestimmt. Zur Deckung des Spitzenbedarfs durfte die Entnahmemenge vorübergehend auf 15'000 l/min gesteigert werden.

Mit Regierungsratsbeschluss (RRB) Nr. 2703 vom 25. November 1996 wurde die Konzessionsmenge von 4'300 l/min aufgrund einer Verzichtserklärung der Firma Von Roll AG vollumfänglich auf die Einwohnergemeinde Oensingen übertragen. Die Konzession ist am 8.1.2010 abgelaufen [8].

Mit RRB Nr. 2011/667 [8] vom 29.3.2011 erneuerte der Kanton Solothurn die Konzession für die Grundwasserentnahme im PW Moos auf eine Dauer von 30 Jahren, wobei die maximal zulässige Grundwasserentnahme (Spitzenentnahme) auf 6'250 l/min erhöht wurde.

2.3 Bisherige Grundwasserschutzzonen

Der Regierungsrat genehmigte im Jahr 1971 die um das Pumpwerk Moos ausgeschiedenen Schutzzonen. Anlässlich der Überprüfung der Schutzzonengrösse im Jahr 1995 kam der Geologe Dr. H. Krusse zum Schluss [1], dass die damals rechtsgültigen Schutzzonen genügend gross dimensioniert waren und eine Entnahme von 6'400 l/min erlauben würden.

In den Jahren 2001/2002 erfolgte eine erneute Überprüfung der Schutzzonendimensionierung durch Dr. H. Krusse. Der Hydrogeologische Bericht «Überprüfung der Grundwasserschutzzone für das Trinkwasserpumpwerk Moos» datiert aus dem Jahr 2002 mit Ergänzungen aus dem Jahr 2004 [3], [4]. Die Überprüfung erfolgte anhand von Modellrechnungen des Geotechnischen Instituts [2]. Schutzzonenplan und zugehöriges Schutzzonenreglement wurden im Jahr 2005 vom Regierungsrat des Kantons Solothurn und sowie von der Gemeinde unterzeichnet (Figur 1).

Im Jahr 2007 wurden durch das Geotechnische Institut weitere Modellrechnungen durchgeführt, mit dem Ziel, die höchstmögliche Entnahmemenge bei gleichbleibender Dimensionierung der rechtsgültigen Schutzzonen abzuschätzen. Im Bericht vom 31.8.2007 [5] kommt der Gutachter anhand der berechneten 10-Tages-Isochrone zum Schluss, dass eine maximale Fördermenge von 6'000 l/min möglich wäre.

Im Rahmen der Gesamtrevision Ortsplanung verwies das Amt für Raumplanung des Kantons Solothurn in seiner Stellungnahme vom 9.9.2011 [9] auf einen langfristigen Zielkonflikt durch

die Überlagerung der Schutzzone S3 mit der Industrie- und Gewerbezone hin und verlangte auf weitere Ansiedlungen zu verzichten, oder zumindest eine Beschränkung gewisser industrieller Aktivitäten, welche mit dem qualitativen Grundwasserschutz in einer Zone S3 nicht vereinbar sind.

Wie bereits einleitend ausgeführt wurde (*Kap 1.1*), hält die bestehende Schutzzone nicht alle Bedingungen resp. Anforderungen der GSchV ein. Aufgrund des Bebauungszustandes und der raumplanerischen Rahmenbedingungen kann die Schutzzone S2 gar nicht mehr unter der buchstabengetreuen Einhaltung aller Bedingungen der GSchV ausgedehnt werden.

3 GRUNDWASSERQUALITÄT

3.1 Chemische Untersuchungen

Aus der Zeit von 2006 bis 2019 liegen zahlreiche chemische und mikrobiologische Analyseergebnisse des Grundwassers aus dem PW Moos vor.

Die *physikalisch-chemischen* Parameter liegen in einem für mittelländisches Grundwasser normalen Bereich. Mit einer Gesamthärte um rund 25°fH ist das Grundwasser als «mittelhart» bis «ziemlich hart» einzustufen. Der Nitrat-Gehalt ist mit 8–12 mg/l erfreulich niedrig und liegt damit deutlich unter dem gemäss Gewässerschutzverordnung (GSchV) geltenden Anforderungswert von 25 mg/l an Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird. Zudem zeigt der Nitrat-Gehalt seit 2006 eine sinkende Tendenz.

Die im Jahr 2006 noch festgestellten Spuren an Blei und Kupfer konnten ab dem Jahr 2007 nicht mehr nachgewiesen werden.

Mit der Purge and Trap-Analyse der Grundwasserprobe vom Oktober 2015 wurden Spuren des chlorierten Kohlenwasserstoffs Tetrachlorethen (0.26 µg/l) sowie des fluorierten Kohlenwasserstoffs Freon 113 (0.32 µg/l) festgestellt. Diese Gehalte liegen jedoch weit unter den Grenzwerten für Trinkwasser gemäss Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV) vom 16. Dezember 2016 (Stand am 1. Mai 2018).

Zwischen dem 4.9.2019 und dem 22.10.2020 wurden acht Grundwasserproben bezüglich der Chlorothalonil-Metaboliten R417888 und R471811 untersucht. Die Fungizid-Abbauprodukte wurden in Konzentrationen zwischen 0.03 bis 0.04 µg/l (R417888) resp. 0.09 bis 0.11 µg/l (R471811) nachgewiesen. Für Chlorothalonilsulfonsäure gilt gemäss TBDV ein gesetzlicher Höchstwert im Trinkwasser von 0.1 µg/l. Der Höchstwert (Summe beider Metaboliten) wird somit überschritten.

3.2 Bakteriologische Untersuchungen

In *mikrobiologischer* Hinsicht erfüllte das Grundwasser stets die Anforderungen an Trinkwasser. Es konnten in keiner Probe Fäkalindikatorkeime nachgewiesen werden.

4 BESCHREIBUNG DES EINZUGSGEBIETS

4.1 Geologische Verhältnisse

Oensingen liegt südlich der Jurarandkette Weissenstein-Roggen im Dünnergäu, wo der Fels in einer frühen Eiszeit tiefgründig ausgekolkt wurde. Der Fels besteht aus Molassegesteinen, welche gegen den südlichen Schenkel der Weissenstein-Roggen-Antiklinale leicht aufgewölbt sind. Später wurde der Felstrog bis auf die heutige Talsohle mit Lockergesteinsablagerungen aufgefüllt. Diese bestehen aus Moräne, welche mit *Seeablagerungen* und *Schotter* bedeckt wurde. In der letzten Eiszeit (Würmeiszeit) stiess der Gletscher nicht mehr ganz bis ins Untersuchungsgebiet vor. Der Einfluss des Gletschers reichte jedoch trotzdem bis ins Dünnergäu, indem Schmelzwasserströme im Gletschervorfeld Teile der früher entstandenen Lockergesteinsschichten erodierten und die verbliebenen Schichten mit jüngerem *Schotter* überdeckten. Nacheiszeitlich eingetretene Überschwemmungen führten schliesslich zur Bildung von feinkörnigen Sedimenten, welche zusammen mit den Bodenbildungen den Abschluss der Lockergesteinsfüllung bilden.

Die feinkörnigen *Deckschichten* aus Bodenbildungen und Überschwemmungssedimenten oder verlehmttem Schotter sind in der Umgebung des Pumpwerks zwischen 2.6 und 4.6 m mächtig. Unter den Deckschichten folgt der kiesige *Schotter*, welcher in den obersten 1 bis 2 m sehr reich an Feinanteilen (tonigem Silt/Feinsand) ist. Unter diesen feinanteilreichen Schotterpartien folgt schwach siltiger Kies mit reichlich Sand. Die Schotteruntergrenze liegt am Fassungsstandort in rund 73 m u.T. [1].

In der Klus von Balsthal durchbricht die Dünnergäu die Jurarandkette Weissenstein-Roggen. Die tiefe Felsrinne ist unter der Talsohle mit kiesigem Schotter gefüllt und mündet in Oensingen in die Lockergesteinsrinne des Dünnergäus.

4.2 Grundwasserverhältnisse

Die mächtigen Schotterablagerungen des Dünnergäus sind gut durchlässig und stellen den Grundwasserleiter eines ergiebigen und intensiv genutzten Grundwasservorkommens dar. Der Schotter weist Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen 2×10^{-3} und 2×10^{-2} m/s auf [2] [7]. Die unter dem Schotter folgenden feinkörnigen Seeablagerungen wirken als Grundwasserstauer. Deren Obergrenze liegt im Bereich des Grundwasserpumpwerks Moos auf etwa 385 m ü.M.

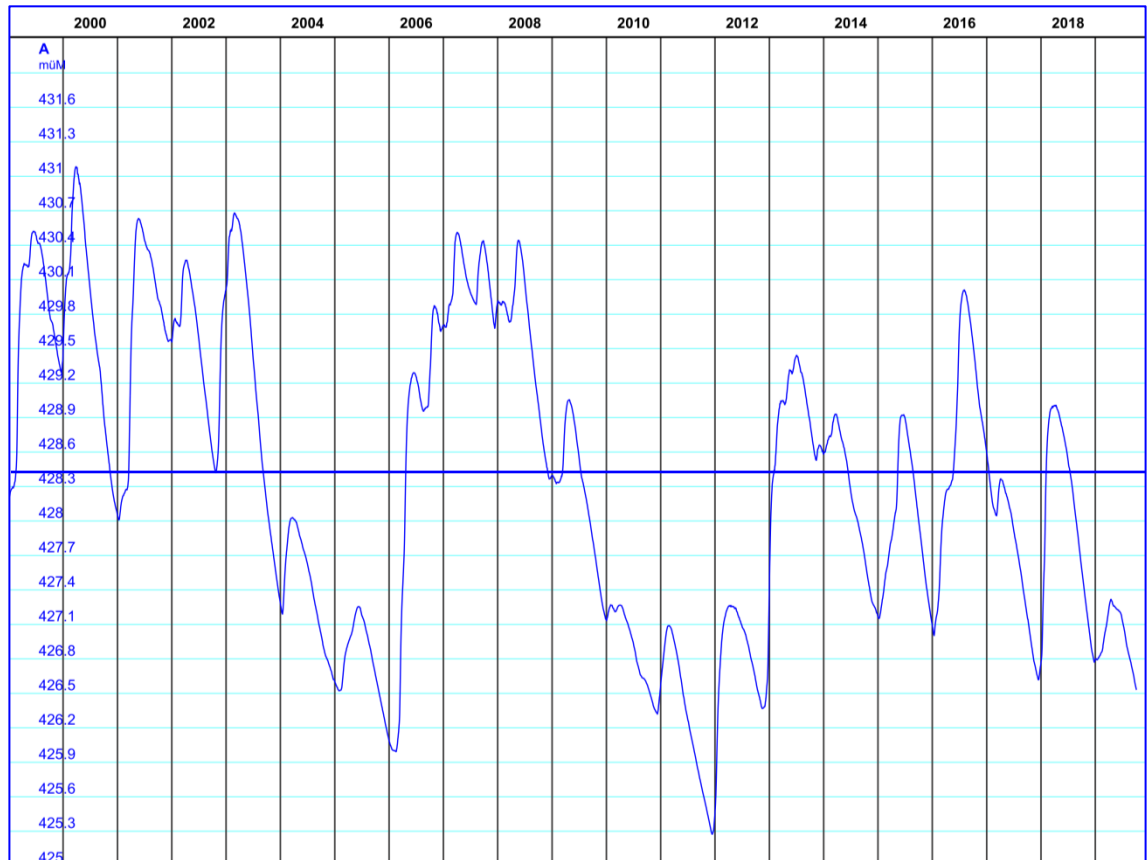
Der Grundwasserspiegel schwankte in der ca. 1 km südöstlich des Pumpwerks gelegenen, kantonalen Messstelle Oensingerfeld von 1999 bis September 2019 zwischen 425.3 und 431.1 m ü.M. (Figur 2). Im Pumpwerk liegt der Wasserspiegel ca. 0.25 m höher als in der genannten Messstelle.

Die Grundwassermächtigkeit beträgt 42–47 m. Der Flurabstand ist mit 30–40 m sehr gross.

Der Hauptzustrom an Grundwasser erfolgt aus der *Klus von Balsthal*. Gemäss Modellrechnungen [7] wird der Grundwasserzustrom aus der Klus auf 3'600–7'200 l/min geschätzt. Zudem wird das Grundwasservorkommen des *Dünnergäus* durch unterirdische Hangwasserzuflüsse aus dem Karst des Südschenkels der Weissenstein-Roggen-Antiklinale (ca. 6'600 l/min), durch Infiltration von Wasser aus der Dünnergäu und durch direkt über der Talsohle einsickerndes Niederschlagswasser gespeist. Die Grundwasserneubildung durch versickerndes Nieder-

schlagswasser wird für den ganzen Gäu-Grundwasserleiter gemäss Modellrechnung auf rund 22'000 l/min geschätzt.

Figur 2: Ganglinie des Grundwasserspiegels 1999 bis 2019, Messstelle Oensingerfeld (Nr. 621/236/002, Daten: AfU Kanton Solothurn)



Die im Rahmen der Konzessionserhöhung im PW Moos durchgeführte Grundwassermodellierung [7] hat gezeigt, dass die Erhöhung der maximal zulässigen Fördermenge von 4'300 auf 6'250 l/min einen geringeren Einfluss auf den Grundwasserhaushalt hat als die natürlichen Schwankungen des Grundwasserspiegels.

5 HYDROGEOLOGISCHE ZUSATZUNTERSUCHUNGEN

Aufgrund der in Kapitel 1.1 skizzierten Ausgangslage wurden in Absprache mit dem Amt für Umwelt folgende Zusatzuntersuchungen durchgeführt, um die Grundwasserflussverhältnisse im Bereich der Schutzzone S2 besser zu erkunden:

- Erstellen von vier Grundwassermessstellen ungefähr an den Ecken der Schutzzone S2. Die Bohrungen wurden bis ca. 3 m unter den Grundwasserspiegel abgeteuft und mit KleinfILTERrohren ausgerüstet.
- Durchführung eines 18-tägigen Dauerpumpversuchs.
Während des Pumpversuchs:

- Markierversuch mit Eingabe von Fluoreszenzfarbstoffen in die vier neu erstellen Messstellen,
- Aufzeichnung diverser Parameter in den Messstellen und im Pumpwerk mit elektronischen Datenloggern.

5.1 Bohrungen 18-1 bis 18-4

Die ausgeführten Bohrungen sind in *Tabelle 1* und in *Beilage 4* dokumentiert.

Tabelle 1: Sondierungen

Sondierung	Terrain- höhe	OK Piezometer- rohr	Sondier- tiefe	Wasserspiegel		
				Tiefe	Kote	Datum
<i>Nr.</i>	<i>m ü.M.</i>	<i>m ü.M.</i>	<i>m</i>	<i>m ab OKR</i>	<i>m ü.M.</i>	–
18-1	458.06	458.94	34.0	31.45	427.49	6.5.2019 14:10 - 14:35 Uhr
18-2	457.99	458.89	34.0	31.42	427.47	
18-3	456.97	457.66	33.2	30.22	427.44	
18-4	456.90	457.57	33.2	30.13	427.44	

In allen Bohrungen wurden als oberste Einheit feinanteilreiche Oberflächenschichten und Überschwemmungsablagerungen angetroffen, bestehend teils aus sandigem Silt, teils aus feinanteilreichem Kies. In den Bohrungen 18-1 bis 18-3 beträgt die Schichtmächtigkeit zwischen 4.0 und 4.8 m. Etwas anders ist die Schichtabfolge in Bohrung 18-4. Unter lediglich 2.6 m mächtigen Oberflächenschichten folgt Schotter. Allerdings liegt zwischen 8 und 10 m u.T. nochmals eine feinanteilreiche Schicht vor.

Unter den Oberflächenschichten und Überschwemmungsablagerungen folgt in allen Bohrungen Schotter, bestehend vorwiegend aus Kies mit unterschiedlichen Anteilen an Steinen, Sand und Silt. Die untersten, ausgefilterten Bereiche aller Bohrungen liegen innerhalb von relativ feinanteilarmem Kies.

5.2 Gefälle und Verlauf des Grundwasserspiegels

Messungen

Da das Pumpwerk nicht für längere Zeit ausser Betrieb genommen werden kann und der Wiederanstieg des Grundwasserspiegels nach einer Pumpphase einige Stunden dauert, konnte kein vom Pumpbetrieb völlig unbeeinflusster Ruhewasserstand gemessen werden. Die am Nachmittag des 6.5.2019 in den Grundwassermessstellen 18-1 bis 18-4 durchgeführte Stichtagsmessung kann aber weitgehend als Ruhewasserstand angesehen werden. Die gemessenen Werte sind in *Tabelle 1* und *Beilage 1* dargestellt.

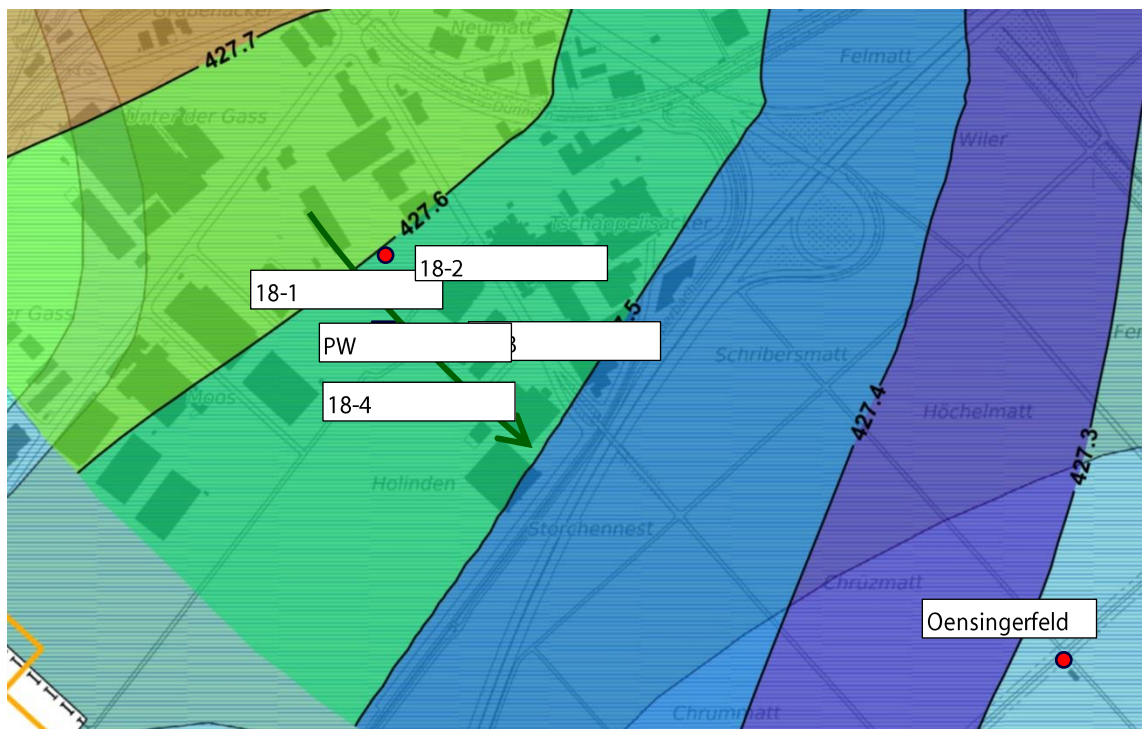
Gemäss der Stichtagsmessung beträgt das Gefälle des Grundwasserspiegels ca. 0.26‰ und ist von Nordwest nach Südost gerichtet.

Der am 6.5.2019 gemessene Wasserstand liegen ca. 1.5 m unter dem mittleren Grundwasserstand von 428.97 m ü.M.

Vergleich mit Grundwassermodell

Mit dem 2017 erstellten numerischen Grundwassermodell wurde auch die Grundwasseroberfläche bei einem deutlich unter dem Mittel liegenden Grundwasserstand nachgebildet [11] (Figur 3). Das modellierte Gefälle beträgt im Bereich des Pumpwerks ca. 0.25‰ und gibt damit die gemessenen Verhältnisse gut wieder. Die Richtung des Gefälles von Nordwest nach Südost entspricht ebenfalls weitgehend den Messungen. Zwischen den Messstellen 18-3 und 18-4 und der kantonalen Messstelle Oensingenfeld beträgt das Gefälle ca. 0.2‰, im Modell ca. 0.25‰.

Figur 3: Modellierte Isohypsen



5.3 Dauerpump- und Markierversuch vom 15.4. bis 3.5.2019

5.3.1 Versuchsanordnung und -verlauf

Zur Ableitung des während des Dauerpumpversuchs geförderten Überschusswassers mussten verschiedene Vorkehrungen getroffen werden. Am 7.4.2019 wurden die Installationen in einem kurzen Versuch getestet.

Der eigentliche Dauerpumpversuch wurde am 15.4.2019 um 10:00 Uhr gestartet. Bis am 3.5.2019 um 10:00 Uhr wurde mit einer konstanten Fördermenge von 6'250 l/min (=ca. 9'000 m³ pro Tag) gepumpt. Am 20.4.2019 waren zwei kurze, technisch bedingte Ausfälle zu verzeichnen. Vor und nach dem Versuch wurde das Pumpwerk im Normalbetrieb mit Tagesbezügen von ca. 2'500 bis 3'500 m³ betrieben.

Ab dem 12.4.2019 wurden in den vier Messstellen Grundwasserspiegel, elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert mit Datenloggern laufend aufgezeichnet. Das Messgerät in Messstelle 18-1 zeichnete aber nur bis am 18.4.2019 Daten auf. Im Pumpwerk wurden während des Versuchs verschiedene Qualitätsparameter aufgezeichnet. Besonders aussagekräftig und in *Figur 3* dargestellt sind neben der elektrischen Leitfähigkeit die Parameter Nitrat und Chlorid.

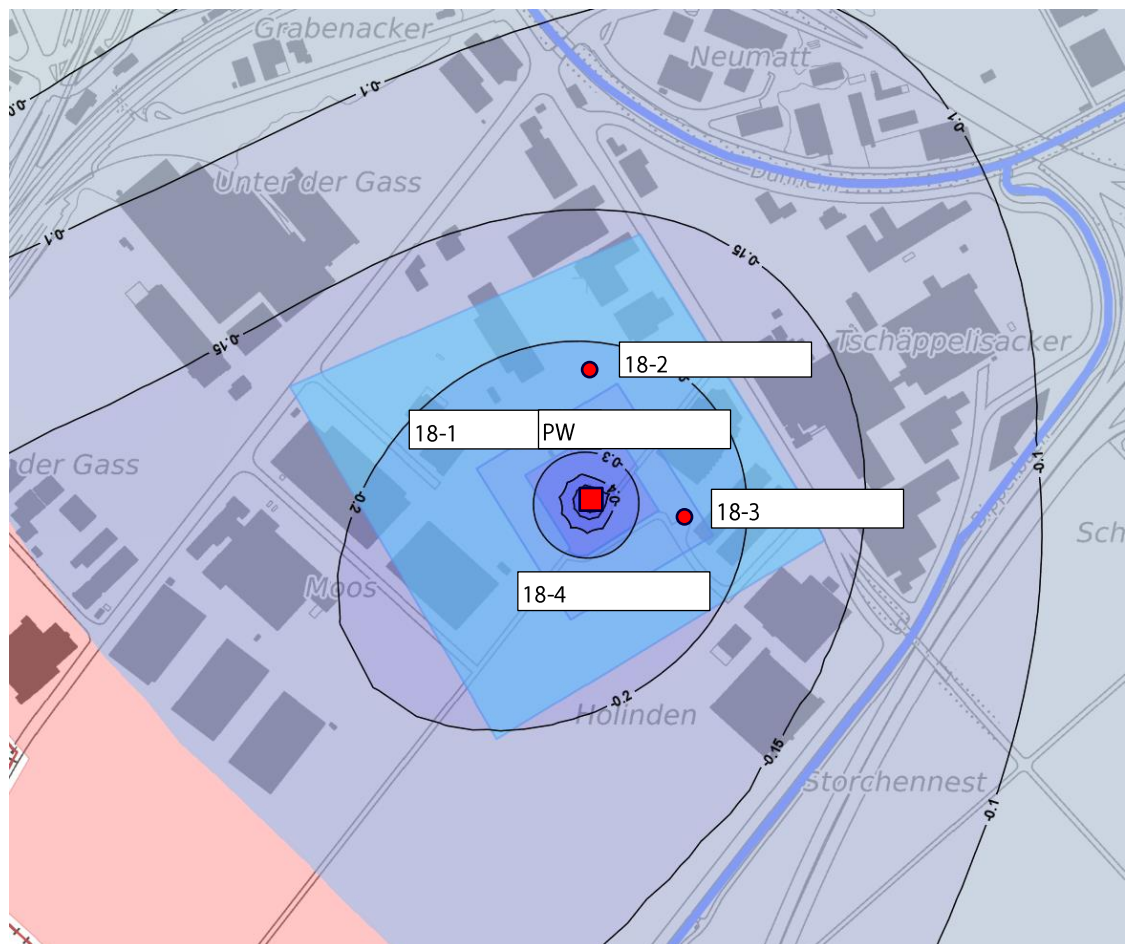
Am 15.4.2019 zwischen 14:00 und 15:00 Uhr wurden in den Messstellen 18-1 bis 18-4 vier verschiedene Fluoreszenzfarbstoffe eingegeben und je mit ca. 1'000 l Wasser eingespült. Ab diesem Zeitpunkt wurden im Pumpwerk regelmässig Wasserproben entnommen, welche im Labor bezüglich der Tracerfarbstoffe untersucht wurden.

5.3.2 Versuchsergebnisse

Grundwasserspiegel, Absenktrichter

Am Anfang des Dauerpumpversuchs begann sich der Absenktrichter um den Brunnen auszubilden. Gemäss den in *Beilage 3* dargestellten Ganglinien dürfte sich dieser am 17.4. vollständig eingestellt haben (Übergang von abnehmendem zu konstantem Absinken des

Figur 4: Modellierter Absenktrichter



Grundwasserspiegels). Der Absenktichter ist in *Beilage 2* dargestellt. Die Absenkung in den Messstellen beträgt zwischen ca. 6.5 cm (18-3 und 18-4) und gut 8 cm (18-1 und 18-2). Im Pumpwerk beträgt die Absenkung gut 40 cm (*Beilage 3*). Das weitere, ungefähr konstante Absinken des Grundwasserspiegels um etwa 5 cm bis Versuchsende am 3.5.2019 ist dagegen als Feldabsenkung zu bewerten.

Wird der Pumpversuch mit dem Grundwassermodell [11] nachsimuliert, resultiert eine deutlich grössere Absenkung von 20 bis 25 cm (*Figur 4*). Die simulierte Absenkung im Pumpwerk beträgt 87 cm.

Gebiets-k-Wert

Aufgrund der unvollkommenen Ausführung der Grundwassermessstellen 18-1 bis 18-4 und der Geometrie des Horizontalfilterbrunnens lassen sich mit den gängigen analytischen Ansätzen keine verlässlichen Gebiets-k-Werte ermitteln. Die aussagekräftigsten Abschätzungen können basierend auf dem numerischen Grundwassermodell [11] gemacht werden.

Wie im vorangehenden Kapitel gezeigt wurde, ist der simulierte Absenktichter mehr als doppelt so tief als gemessen. Der brunnenwirksame Gebiets-k-Wert dürfte somit höher sein, als der im Modell implementierte Wert von $4 \times 10^{-3} \text{ m/s}$. Da die Schutzzonenausscheidung nun in erster Linie auf die vorliegenden Versuchsergebnisse und nur sekundär auf das Modell abgestützt wird, wurde das Modell nicht angepasst.

Qualitätsmessungen

Für die vorliegenden Fragestellungen werden folgende Messreihen von Qualitätsparametern diskutiert:

- Temperatur: In allen Messstellen wurden während der Versuchszeit konstante, allerdings signifikant unterschiedliche Temperaturen ermittelt. Die tiefste Temperatur wurde in Messstelle 18-2 mit 10.8°C, die höchste mit 11.9°C in Messstelle 18-3 gemessen.
- Elektrische Leitfähigkeit: Auch dieser Parameter blieb während des Versuchs in allen Messstellen und im Pumpwerk sehr konstant (*Beilage 3*). Im Pumpwerk und in den Messstellen 18-1 bis 18-3 lagen die Messwerte zwischen 450 und 500 S/cm. Deutlich erhöht ist die elektrische Leitfähigkeit in Messstelle 18-4 mit Werten zwischen 500 und 550 S/cm. In Messstelle 18-3 war der Wert nach der Markierstoffeingabe vorübergehend deutlich erhöht, wahrscheinlich bedingt durch das eingegebene Uranin.
- Nitrat: Nach messtechnischen Schwierigkeiten zwischen dem 10. und 12.4.2019 wurde im Pumpwerk ein relativ konstanter Nitratgehalt zwischen 16 und 18 mg/l gemessen. Interessant ist, dass der Nitratgehalt im normalen Betrieb des Pumpwerks am Anfang jedes Pumpzyklus unter 14 mg/l liegt und dann rasch auf gut 16 mg/l ansteigt (*Beilage 3*). In den Messstellen 18-2 und 18-3 lagen die Nitratwerte am 8.4.2019 deutlich tiefer als im Pumpwerk, in den Messstellen 18-1 und 18-4 auf einem ähnlichen Niveau.
- Chlorid: Der Chloridgehalt stieg während des Pumpversuchs leicht an von ca. 16 mg/l auf gut 20 mg/l (*Beilage 3*). Wie bei der elektrischen Leitfähigkeit liegt auch der Chloridgehalt von Messstelle 18-4 mit 30.4 mg/l (8.4.2019) deutlich über den Werten der übrigen Messstellen und des Pumpwerks.

Die Messwerte zeigen einerseits ein sehr stabiles Grundwassersystem, welches auch durch die während des Versuchs verdreifachte Entnahmemenge nicht wesentlich verändert wurde. Andererseits wird sichtbar, dass sich das Pumpwerk im Mischungsbereich von verschiedenen Grundwässern befindet. Das geförderte Wasser dürfte aber zum grössten Teil vom Zufluss aus der Klus von Balsthal stammen und nur wenig Grundwasser aus dem Gäu enthalten. Den grössten Einfluss von Gäu-Grundwasser dürfte die Messstelle 18-4 zeigen.

Mehrfach-Markierversuch

Die im Pumpwerk nachgewiesenen Markierstoffe sind in den *Beilagen 2 und 3* grafisch dargestellt. *Tabelle 2* zeigt einen Überblick über die vier eingesetzten Markierstoffe und deren Ausbreitung.

Tabelle 2: Mehrfach-Markierversuch

Mess- stelle	Markierstoff- eingabe	Erstein- satz nach	Konzentrations- maximum (Peak) nach	Wieder- gewinnung	Dominierende Abstands- geschwindigkeit
	150 g	Tage	Tage	g / %	m/Tag
18-1	Eosin	10	22	0.00774 / 0.005	5.5
18-2	Sulforhodamin B	-	-	-	-
18-3	Uranin	7	13	0.0338 / 0.0226	7.3
18-4	Sulforhodamin G	-	-	-	-

Nachgewiesen wurden die Tracer Eosin und Uranin aus den Messstellen 18-1 (direkter Zufluss) und 18-3 (Abfluss). Die Wiedergewinnung der Farbstoffe war mit 0.005% (18-1) resp. 0.0226% (18-3) sehr gering. Das Konzentrationsmaximum wurde nach 22 resp. 13 Tagen erreicht. Damit wird die Anforderung, wonach die dominierende Verweildauer an der Grenze der Schutzzone S2 mindestens 10 Tage betragen muss, bei beiden Impfstellen erfüllt. Die Versuchsergebnisse zeigen auch, dass das Pumpwerk auch von der Abflussseite her angeströmt wird, wie aufgrund des sehr geringen Gefälles zu erwarten ist.

Die in den Messstellen 18-2 und 18-4 eingegebenen Farbstoffe Sulforhodamin B und G wurden im Pumpwerk auch 39 Tage nach der Impfung nicht angetroffen. Die Sulforhodamin-Tracer neigen zwar grundsätzlich etwas mehr zur Sorption als Eosin und Uranin. Im vorliegenden Fall, mit einem hoch durchlässigen Schottergrundwasserleiter und nur kurzer Fließdistanz, ist allerdings kaum anzunehmen, dass Sorptionsvorgänge für das Nichterscheinen der Farbstoffe Sulforhodamin B und G im PW Moos verantwortlich sind. Mit dem Ergebnis ausgeschlossen werden kann, dass zwischen den Impfstellen und den Fassungssträngen hochdurchlässige, schnelle Fließverbindungen bestehen. Bei Vorhandensein derartiger präferentieller Fließwege wäre mit Sicherheit ein Markierstoffdurchbruch erfolgt.

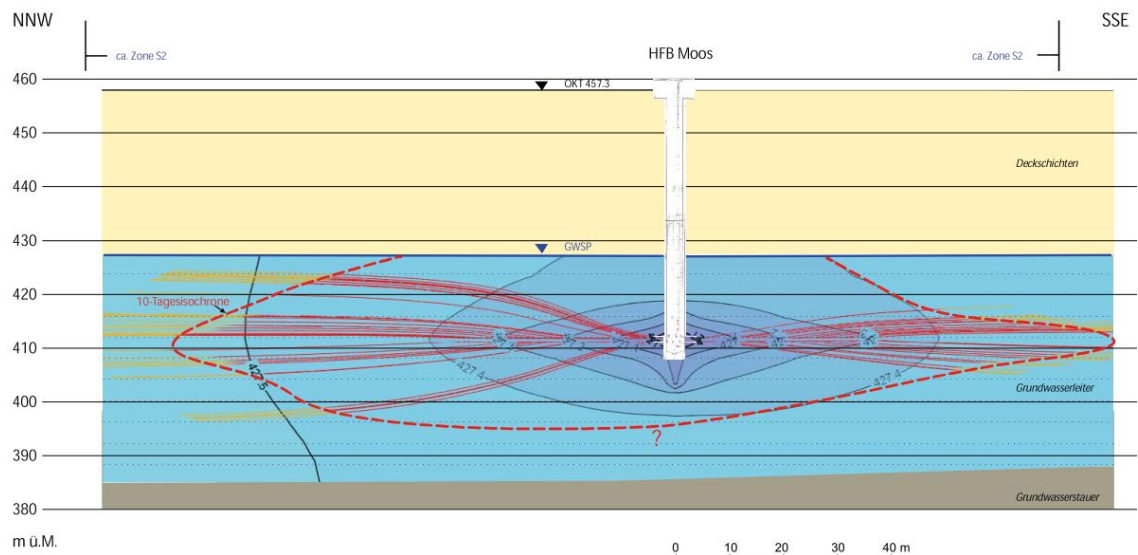
6 DIMENSIONIERUNG DER GRUNDWASSERSCHUTZZONEN

6.1 Fließverhältnisse und Verweilzeiten des Grundwassers: Versuch und Modell

Bei der Versuchsanordnung mit Impfung direkt ins Grundwasser im Bereich der Grundwasseroberfläche ca. 34 m u.T. und tiefliegenden Horizontalfassungsträngen unterhalb 45 m u.T. spielt die vertikale Durchlässigkeit des Grundwasserleiters eine entscheidende Rolle. Zudem ist eine vertikale Ausdehnung von präferenziellen Fließpfaden sehr unwahrscheinlich. Dies spiegelt sich in den Markierversuchsergebnissen wieder.

Auch im numerischen Grundwassermodell [11] ist ein Kontrast zwischen der vertikalen und der horizontalen hydraulischen Durchlässigkeit von 1/10 implementiert. Die Grundwasserentnahme aus den tief liegenden Horizontalfassungsträngen führt je nach Tiefenlage auch deshalb zu unterschiedlichen Verweilzeiten des Grundwassers. Dies wird deutlich, wenn man die im Vertikalschnitt der *Figur 5* dargestellten Fließpfade betrachtet.

Figur 5: Fließpfade zum Horizontalfilterbrunnen Moos im Vertikalschnitt



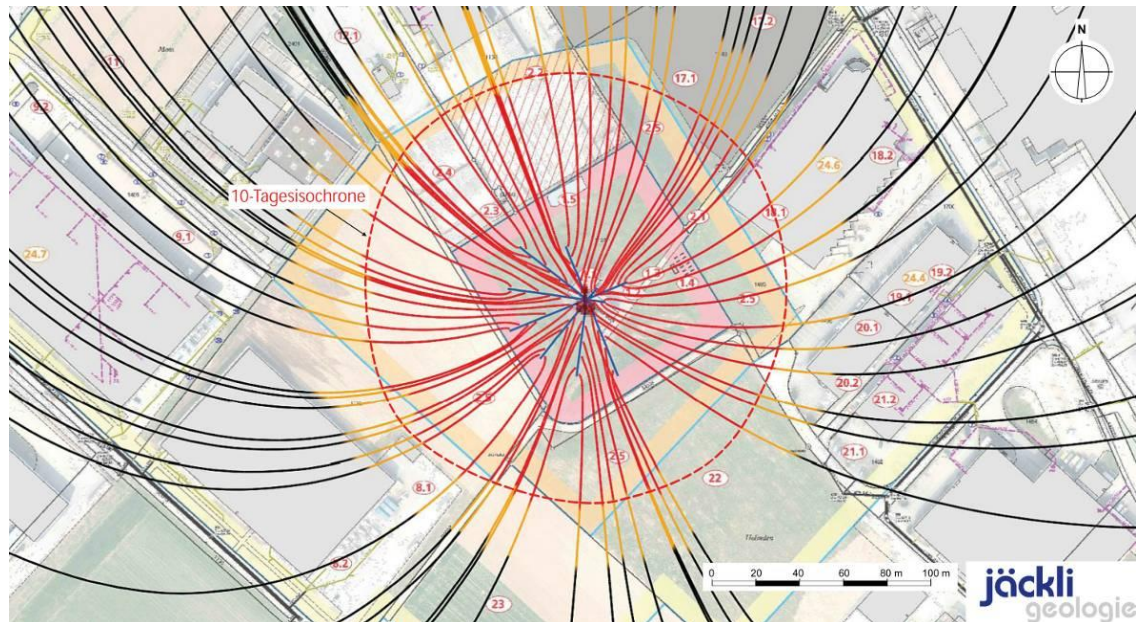
Die anisotrope Anströmung zum Horizontalfilterbrunnen hat zur Folge, dass die resultierenden 10-Tagesisochronen im Bereich des Grundwasserspiegels deutlich näher bei der Fassung liegen als diejenigen, welche auf dem Niveau der Fassungstränge liegen. Letztere ist nahezu kreisförmig und weist einen Radius von 90–105 m auf (*Figur 6*). Die 10-Tagesisochrone (rot strichlierte Linie) reicht im Osten und Süden über die geplante neue Begrenzung der engeren Schutzzone S2 hinaus.

Auch im Tiefenbereich der Grundwasseroberfläche ist die 10-Tagesisochrone nahezu kreisförmig (*Figur 7*). Die Distanz zu Pumpwerk ist aber deutlich kleiner und beträgt etwa 60 m (abstromseitig) resp. 70 m (zustromseitig). Es zeigt sich, dass die geplante engere Zone S2 die Kriterien bezüglich der minimalen Aufenthaltszeit des Grundwassers, nämlich die Gewährleistung einer minimalen Aufenthaltszeit von 10 Tagen (ohne Berücksichtigung der vertika-

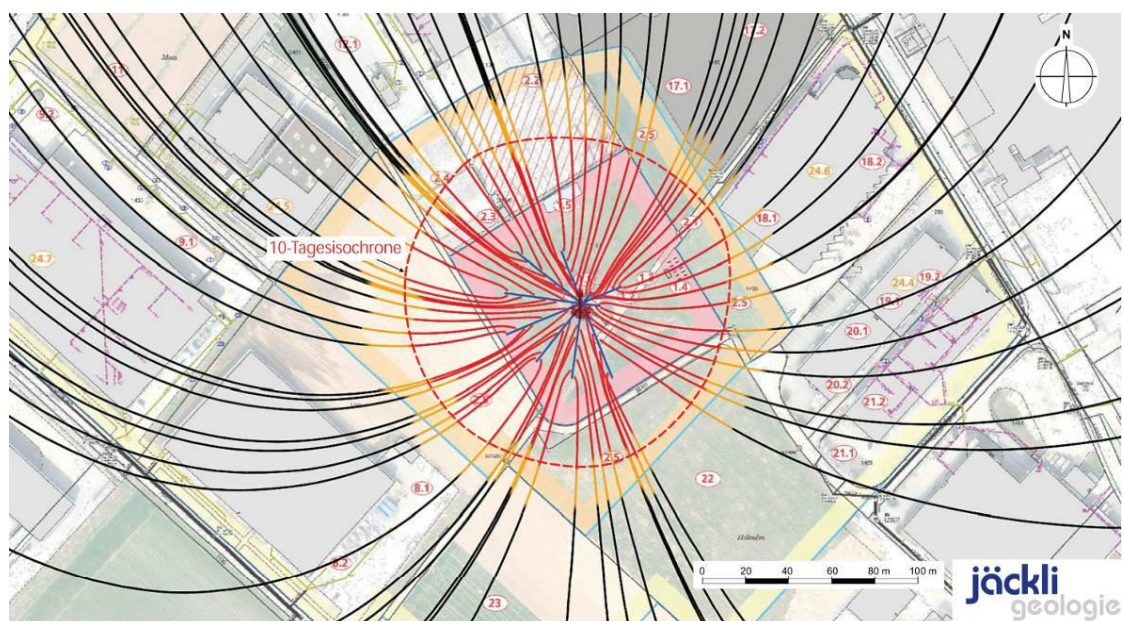
len, ungesättigten Sickerstrecke) bis zum Eintreffen in der Fassungsanlage, zu erfüllen vermag.

Die theoretische, modellierte Abstandsgeschwindigkeit beträgt 6 bis 7 m/Tag, was recht gut mit den Ergebnissen des Markierversuchs übereinstimmt (Tabelle 2).

Figur 6: *Fliesspfade zum Horizontalfilterbrunnen Moos auf Höhe der Fassungsstränge mit 10-Tagesisochrone (rot strichlierte Linie)*



Figur 7: *Fliesspfade zum Horizontalfilterbrunnen Moos im obersten Bereich des Grundwasserleiters mit 10-Tagesisochrone (rot strichlierte Linie)*



6.2 Empfehlung zur Festlegung der Schutzzonen

Grundproblem der 2017 vorgeschlagenen Schutzzonenausscheidung [11] war, dass zwar bezüglich der 10-Tagesisochrone eine aus hydrogeologischer Sicht konforme Schutzzone S2 ausgeschieden werden konnte, dass aber aufgrund des Bebauungszustandes das formale Kriterium nicht eingehalten werden kann, wonach der Abstand von der Zone S1 resp. von den Enden der Fassungsstränge des Horizontalfilterbrunnens bis zum äusseren Rand der Zone S2 in Zuströmrichtung mindestens 100 m betragen muss.

Mit dem Amt für Umweltschutz wurde vereinbart, dass als Kompromiss die Zone S2 isochronenbasiert und formal zu klein ausgeschieden werden kann, wenn die Isochrone mit den in *Kapitel 5* beschriebenen Untersuchungen bestätigt werden kann. Die Zone S2 ist aber mit einer zusätzlichen Zone zu ergänzen, welche dem 100 m-Kriterium genügt. In der zusätzlichen Zone (Zone "S3+") sind gegenüber der Zone S3 zusätzliche Nutzungseinschränkungen einzuhalten.

Mit der zusätzlichen Zone S3+ wird den spezifischen, hydrogeologischen Gegebenheiten in Oensingen Rechnung getragen:

Ungesättigte Zone, vertikale Sickerstrecke

Der Grundwasserspiegel liegt bei Mittelwasserstand mit ca. 30 m ausserordentlich weit unter der Geländeoberfläche. Die vertikale Sickerstrecke von Niederschlagswasser durch die ungesättigte Zone ist sehr lang, die Reinigungswirkung bis zum Erreichen des Grundwassers entsprechend hoch.

Die Schutzzonenausscheidung in Lockergesteinen erfolgt gemäss der aktuellen Vorgabe des BAFU zweidimensional und berücksichtigt die vertikale Fliesskomponente kaum. Entsprechend wurde auch der Mehrfach-Markierungsversuch durchgeführt, indem die Tracerfarbstoffe nicht auf der Geländeoberfläche, sondern in über 30 m Tiefe direkt im Tiefenbereich des Grundwasserspiegels eingegeben wurden (*Kap. 5.3.2*). Die Fliesszeit in der ungesättigten Zone ist in den Untersuchungsergebnissen deshalb nicht berücksichtigt.

Aufgrund der grossen, bei der Schutzzonenausscheidung nicht berücksichtigten Reinigungswirkung der vertikalen Sickerstrecke erachten wir die Schutzwirkung der postulierten Zone S3+ als einer Zone S2 gleichwertig und das vorgeschlagene Schutzzonenkonzept den Schutzzielen angemessen.

Tiefliegende Horizontalfilterstränge

Wie bereits in *Kap. 6.1* ausgeführt wurde, verfügt das Pumpwerk Moos über tief liegende Horizontalfilterstränge, über welche das Grundwasser entnommen wird. Da die vertikale, hydraulische Durchlässigkeit des Grundwasserleiters deutlich kleiner ist, als die horizontale, führt dies lateral zu einer zusätzlichen Vergrösserung der Aufenthaltszeit von oberflächlich einsickerndem Wasser. Dieser Effekt wurde bei der Dimensionierung der Schutzzonen (Markierungsversuch, Modellierung) berücksichtigt und ist der Grund dafür, dass die Zone S2 vergleichsweise klein dimensioniert werden kann.

Die vorgeschlagenen Schutzzonen sind in den *Beilagen 1* und *2* dargestellt.

6.2.1 Zone S1

Der bestehende Fassungsbereich umfasst die Fläche über sämtlichen Horizontalfiltersträngen und reicht rund 20 m über die gegen Osten gerichteten, kurzen Filterstränge hinaus. Gemäss «Wegleitung Grundwasserschutz» des BUWAL (heute BAFU) aus dem Jahr 2004 kann sich die Zone S1 bei Horizontalfilterbrunnen auf den Schutz der unmittelbaren Umgebung der oberirdischen Anlageteile beschränken, falls die Horizontalfilterstränge sehr tief liegen oder genügend mächtige, schlecht durchlässige Deckschichten vorhanden sind. Letztere Bedingung ist im vorliegenden Fall nicht eindeutig erfüllt.

Die Zone S1 soll in der bisherigen Grösse beibehalten werden.

6.2.2 Zone S2

Der Vorschlag für die Neudimensionierung der Schutzzone S2 trägt den im vorangehenden *Kapitel 5* aufgezeigten Resultaten der hydrogeologischen Zusatzuntersuchungen Rechnung, mit welchen auch die Ergebnisse der bereits 2017 diskutierten 3D-Grundwassermodellierung bestätigt werden konnten (*Kapitel 6.1*). Die 10-Tagesisochrone im obersten Bereich des Grundwasserleiters liegt bei einer Entnahme von 6'250 l/min vollständig innerhalb der neuen Zonengrenzen.

Da die bestehenden Schutzzonengrenzen ursprünglich in landwirtschaftlich genutztem Gebiet festgelegt worden waren, verlaufen sie heute quer zu den heutigen Grundstücksgrenzen. Die Schutzzonengrenzen wurden deshalb bestehenden Parzellengrenzen angepasst.

6.2.3 Zone S3+

Die Zone S3+ umfasst eine Fläche, deren Aussengrenzen durchgehend eine minimale Distanz von 100 m zu den Enden der Fassungsstränge aufweisen. Die Zonengrenzen wurden an Fassaden von Gebäuden und Parzellengrenzen angepasst und sind in den *Beilagen 1* und *2* dunkelgelb markiert.

Mit der nach diesen Gesichtspunkten ausgeschiedenen Zone S3+ und der reduzierten Zone S2 kann ein Schutzzonenkonzept realisiert werden, welches unter den spezifischen hydrogeologischen Gegebenheiten in Oensingen die Schutzziele nach Anhang 4 Ziff. 123 GSchV gleichwertig einer formal genügend grossen Zone S2 erfüllen kann:

Beide Zonen zusammen verhindern, dass das Grundwasser durch Grabungen und unterirdische Arbeiten nahe der Fassung verunreinigt und der Zufluss durch unterirdische Anlagen behindert wird. Ebenso verhindern sie, dass Krankheitserreger sowie Stoffe, die Wasser verunreinigen können, in so grossen Mengen ins Grundpumpwerk gelangen, dass sie die Trinkwassernutzung gefährden.

Die Rechtsgrundlage für die Zone S3+ ergibt sich aus der Wegleitung Grundwasserschutz (BAFU; 2004): Die zuständigen Behörden können weitergehende Massnahmen zu den minimalen Nutzungsbeschränkungen gemäss GSchV vorschreiben, falls es die Sicherstellung der Wasserqualität erfordert, was vorliegend der Fall ist.

Zusätzlich zu diesem angepassten Schutzkonzept erhöhen weitere Schutz- und Kontrollmassnahmen die Versorgungssicherheit. Diese sind trotz der erweiterten Schutzzone notwendig, da das PW Moos von einem Industriegebiet umgeben ist:

- Die Grundwasserqualität wird mittels spezifischer Sensoren kontinuierlich überwacht. Über Kontaminationsalarme würde das Pumpwerk im Fall von Beeinträchtigungen und Grenzwertüberschreitungen automatisch ausser Betrieb genommen.
- Es soll ein zweites, vollwertiges Standbein geschaffen werden, um bei einem Ausfall des PW Moos dennoch den vollständigen Bedarf der Wasserversorgung Oensingen inkl. WABI AG decken zu können. Entsprechende Konzepte und Planungen sind in Arbeit.

6.2.4 Zone S3

Die Schutzzone S3 wurde entsprechend den Vorgaben in der Wegleitung Grundwasserschutz in Zuströmrichtung so vergrössert, dass der Abstand zwischen den Zonengrenzen S2 und S3 100 m beträgt. In südlicher Richtung wurde die Zone gegenüber dem Vorschlag von 2017 [11] ebenfalls noch etwas vergrössert, um der stark radialen Zuströmung Rechnung zu tragen. Zudem wurde die Zonengrenze den örtlichen Gegebenheiten, d.h. Grundstücksgrenzen, Strassen- und Wegrändern angepasst.

Die nördlich des Pumpwerks liegende Parzelle Nr. 1397 wurde nicht in die Schutzzone integriert, da dieses Gebiet aufgrund der Orientierung des Grundwasserspiegel-Gefälles (*Beilage 1*) nicht in der Haupt-Zuströmrichtung liegt. Gemäss Markierversuch erfolgt aus dieser Richtung kein oder nur ein sehr langsamer Grundwasserzustrom (*Beilage 2*).

6.3 Nutzungsbeschränkungen in der Zone S3+

Hauptsächliche Gefährdungsmomente für das Grundwasser in der Zone S3+, welchen mit zusätzlichen Nutzungsbeschränkungen begegnet werden kann, sind:

- Verletzung der Deckschichten, Schaffung von vertikalen Durchlässigkeiten durch unterirdische Bauten,
- Lagerung und Nutzung von wassergefährdenden Stoffen (inkl. Mineralölprodukte),
- Versickern von Abwasser aus undichten Leitungen,
- Ausbringen von flüssigen Hof- und Recyclingdüngern.

Die Zone S3+ kann im Wesentlichen als Zone S2 ohne generelles Bauverbot betrachtet werden. Allerdings sind die Möglichkeiten zur Realisierung von Neubauten eingeschränkt. Zusätzlich zu den in der Zone S3 geltenden Nutzungsbeschränkungen sind aufgrund der obgenannten Gefährdungsmomente verschärfend folgende Massnahmen vorgesehen:

- Keine Untergeschosse, keine Abgrabungen, (SZ-Reglement Anhang 1, Pkt. 1.2),
- Eingeschränkte Fundationsmassnahmen:

- Zugelassen sind Streifen- und Einzelfundamente bis 3 m Tiefe aus undurchlässigem Material (Beton). Nicht zugelassen ist ein Materialersatz mit durchlässigen Materialien (z.B. Kies).
- Ebenfalls zugelassen sind Fertigbeton-Rammpfähle, welche bis maximal 3 m in den tragfähigen Schotter eingebunden werden dürfen.
- Nicht zugelassen sind Ortsbeton-Bohrpfähle, Rüttelstopf-Verdichtung und Bodenstabilisierung.
- Keine Lagerung und Nutzung von grundwassergefährdenden Stoffen inkl. Mineralölprodukten (SZ-Reglement Anhang 1, Pkt. 1.3),
- Keine Erdregister und Wärmekörbe (SZ-Reglement Anhang 1, Pkt. 1.3),
- Erstellen von neuen Schmutzabwasserleitungen (Durchleitungen) nur, wenn gefällstechnisch nicht anders möglich. Neue Schmutzabwasserleitungen sind im Doppelrohrsystem oder als lecküberwachtes Mehrschichtrohrsystem zu erstellen. Keine Grundleitungen unter Bodenplatten (SZ-Reglement Anhang 1, Pkt. 1.5),
- Sauberwasserleitungen müssen spiegelgeschweisst ausgeführt werden (SZ-Reglement Anhang 1, Pkt. 1.5),
- Keine Versickerung von Abwasser, inklusive nicht verschmutztem Abwasser (SZ-Reglement Anhang 1, Pkt. 1.6),
- Land- und Forstwirtschaft: Analog S2 (SZ-Reglement Anhang 1, Pkt. 1.11, 1.12, 1.13, 1.14).

Baden, 11. Oktober 2019 (ergänzt 2. März und 25. November 2020)

110423 bericht 2.3.docx PH / La/Lü

Dr. Heinrich Jäckli AG



Sachbearbeiter:

Hansrudolf Pfister, MSc UniBas Geologe



Grundwasserpumpwerk Moos
Oensingen / SO

***Hydrogeologische Zusatzuntersuchungen
zur Dimensionierung der Schutzzonen***

Beilagen

- Beilage 1: Situation 1:2'000, Verlauf der Grundwasseroberfläche im Bereich der Grundwasserschutzzonen
- Beilage 2: Situation 1:2'000, Abgesenkter Grundwasserspiegel, Markierversuch
- Beilage 3: Ganglinien des Dauerpump- und Markierversuchs vom April / Mai 2019
- Beilage 4: Einzelprotokolle der Sondierbohrungen 18-1 bis 18-4, 1:200

Grundwasserpumpwerk Moos
Oensingen / SO

Hydrogeologische Zusatzuntersuchungen
zur Dimensionierung der Schutzzonen

Situation 1:2000
Verlauf der Grundwasseroberfläche
im Bereich der Schutzzonen

Legende

 Kernbohrung

 Piezometerrohr

427.49 Kote Grundwasserspiegel
am 6.5.2019 (m ü.M.)

427.50– Isohypse Grundwasserspiegel
am 6.5.2019 (m ü.M.)

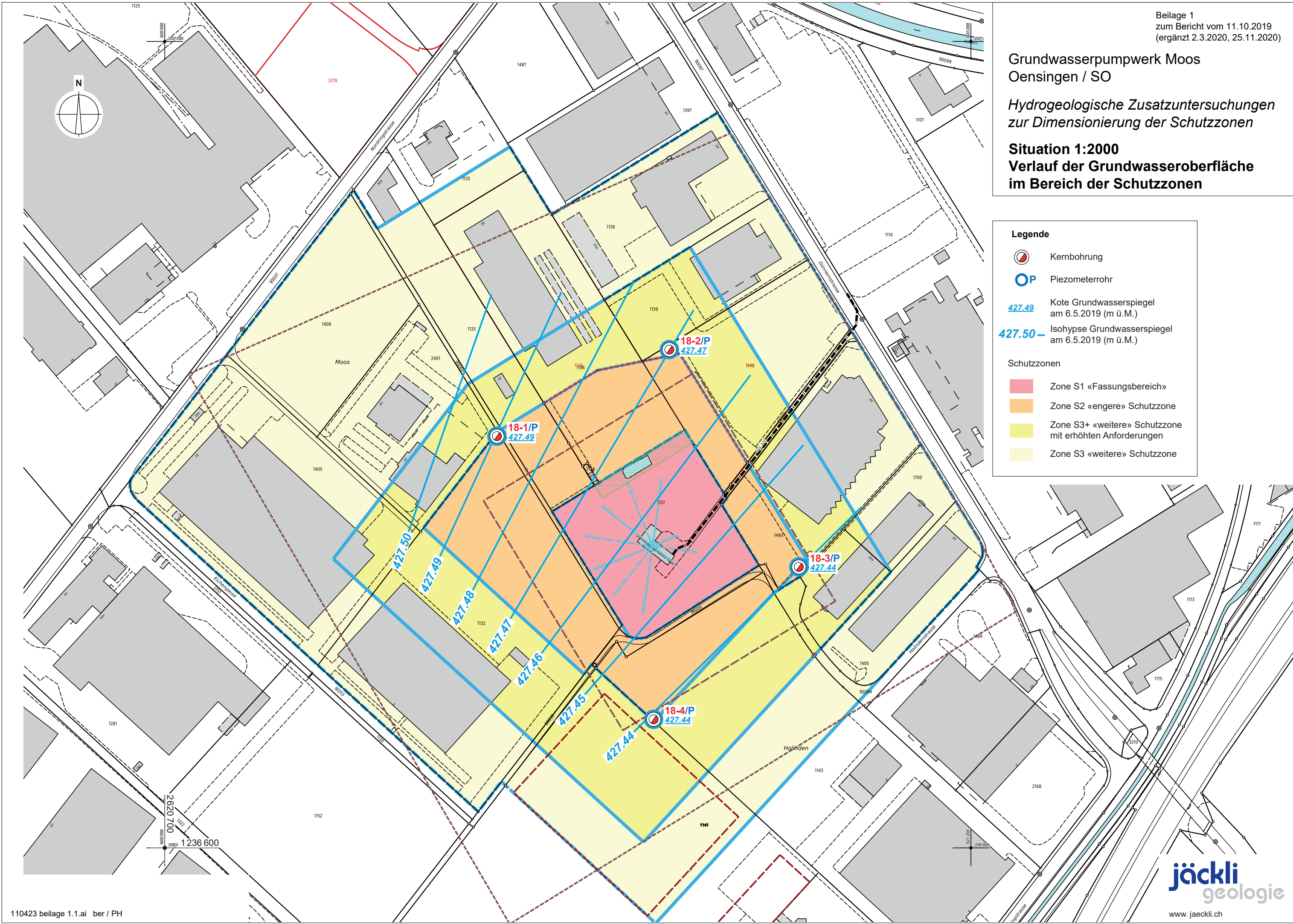
Schutzzonen

 Zone S1 «Fassungsbereich»

 Zone S2 «engere» Schutzzone

 Zone S3+ «weitere» Schutzzone
mit erhöhten Anforderungen

 Zone S3 «weitere» Schutzzone



Grundwasserpumpwerk Moos
Oensingen / SO

*Hydrogeologische Zusatzuntersuchungen
zur Dimensionierung der Schutzzonen*

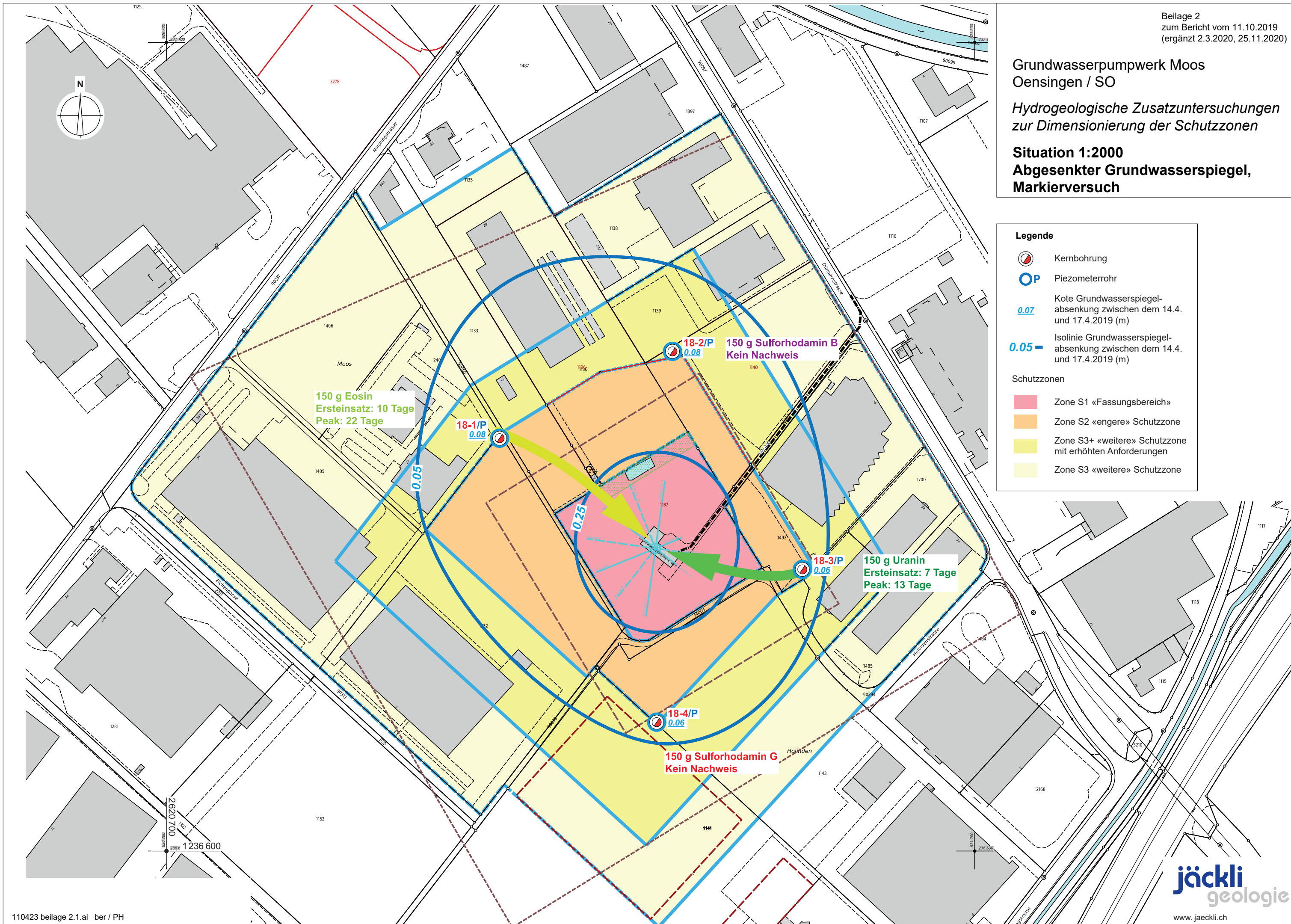
Situation 1:2000
Abgesenkter Grundwasserspiegel,
Markierversuch

Legende

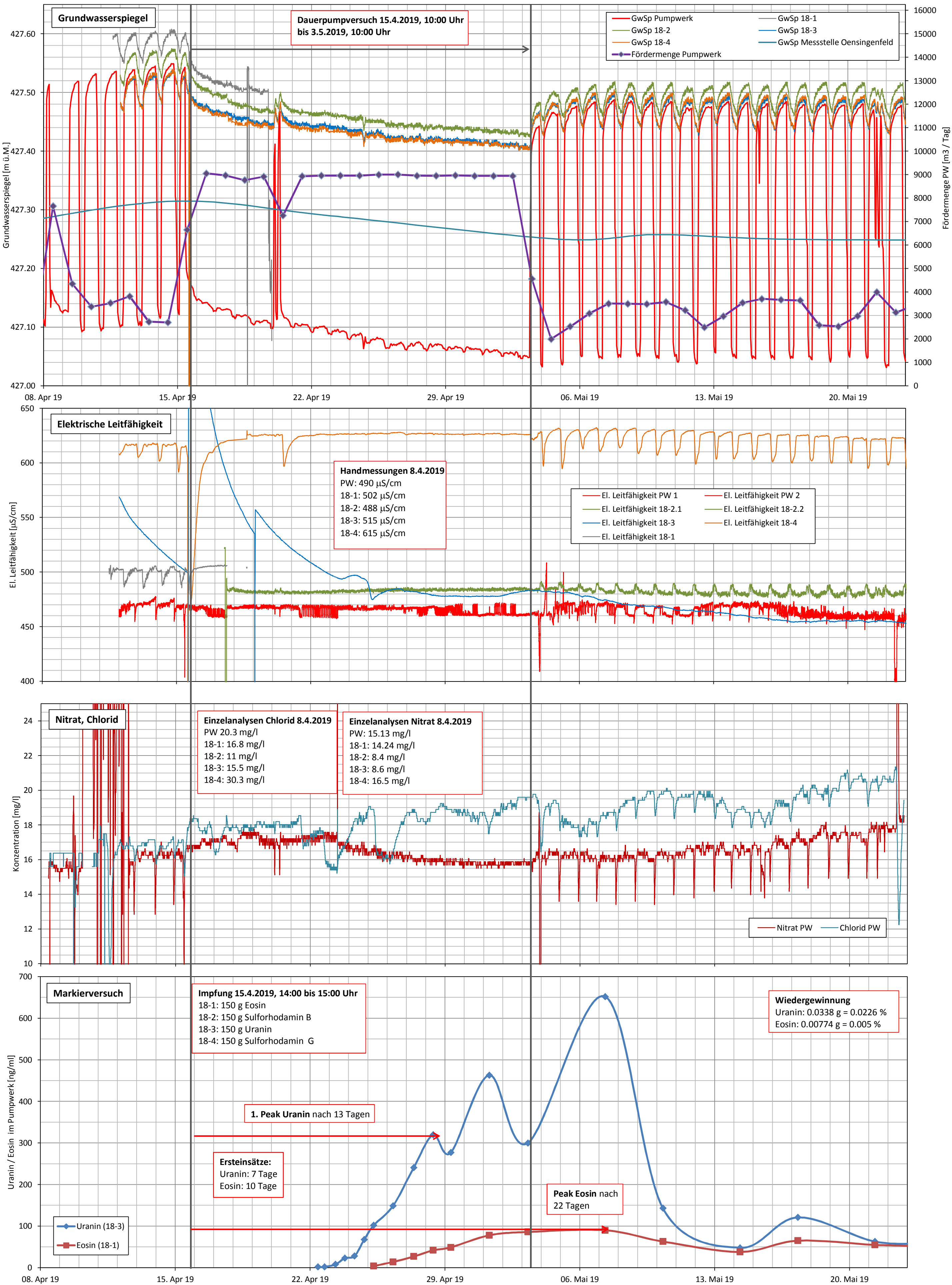
-  Kernbohrung
-  Piezometerrohr
-  Kote Grundwasserspiegel-
absenkung zwischen dem 14.4.
und 17.4.2019 (m)
-  Isolinie Grundwasserspiegel-
absenkung zwischen dem 14.4.
und 17.4.2019 (m)

Schutzzonen

-  Zone S1 «Fassungsbereich»
-  Zone S2 «engere» Schutzzone
-  Zone S3+ «weitere» Schutzzone
mit erhöhten Anforderungen
-  Zone S3 «weitere» Schutzzone



Grundwasserpumpwerk Moos, Oensing / SO
Hydrogeologische Zusatzuntersuchungen zur Dimensionierung der Grundwasserschutzonen
Ganglinien des Dauerpump- und Markerversuchs vom April / Mai 2019



Grundwasserpumpwerk Moos
Oensingen / SO

***Hydrogeologische Zusatzuntersuchungen
zur Dimensionierung der Schutzzonen***

Einzelprotokolle der Sondierbohrungen 18-1 bis 18-4, 1:200

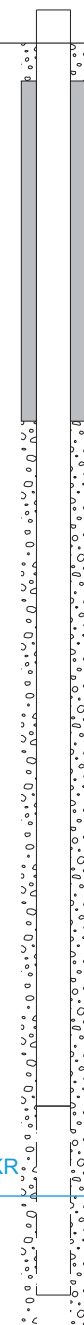
Grundwasserfassung Moos Oensingen / AG

Bohrung 18-1

Bauherrschaft:	Gemeinderat Oensing, Hauptstrasse 2, Oensing	Koordinaten:	2 620 908 / 1 236 858
Bohrfirma:	Kibag Bohrungen AG, Bächaustrasse 73, Bäch	OK Terrain (OKT):	458.06 m ü.M.
Bohrmeister:	Branko Crepulja, Pawel Grygorasz	OK Rohr (OKR):	458.94 m ü.M.
Geologische Aufnahme:	Andrea Winter, MSc Erdw. ETH, Geologin	Massstab:	1:200
Ausführungsdatum:	16. 1.2019 - 16.2.2019	Datei:	110423 bohrung 18-1.ai / gi



www.jaeckli.ch

Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Bohrlochversuche Einbauten	PVC ø4.5"	
Einfachkernrohr, Bohr-ø 301 - 168 mm	Deckschichten	456.3	▼ 0.1 0.3	brauner, toniger Silt, wenig plastisch, wenig Feinsand, viele Wurzeln, Fremdbestandteile (Plastikfolie, Gewichtsprozent < 1%)	 Filterkies 4-8 mm Ton- abdichtung 29 m Vollrohr Filterkies 4-8 mm Gwsp. 6.5.2019 31.45 m ab OKR 5 m Filterrohr		
	Ueberschwemmungs- ablagerungen		1.8	brauner, toniger Silt, wenig plastisch, reichlich Feinsand hellbrauner, siltiger Ton, plastisch			
			3.5 4.2 4.7	hellbrauner, stark tonig-siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand beiger, mässig bis stark siltiger Kies, reichlich Sand beiger, stark tonig-siltiger Feinsand, vereinzelt Kies			
		Schotter	453.3	4.8 5.6 6.4 6.9 8.0 8.1 8.7 9.5 9.7		beiger, stark tonig-siltiger Kies, viel Feinsand beiger, leicht siltiger Kies, reichlich Sand, Steine (gem. max. ø ca. 8 cm, Gewichtsanteil ca. 5%) hellbeiger, leicht bis mässig siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand beiger, mässig bis stark tonig-siltiger Kies, wenig Sand beiger, leicht siltiger Kies, wenig Sand, Steine (gem. max. ø ca. 10 cm, Gewichtsanteil ca. 5-10%) Block beiger, sauberer bis leicht siltiger Kies, reichlich Sand, Steine (gem. max. ø ca. 8 cm, Gewichtsanteil ca.40%) braunbeiger, leicht siltiger Kies, wenig Sand, Steine (gem. max. ø ca. 10 cm, Gewichtsanteil ca. 5-10%) Blöcke	
	14.0 14.6		graubeiger, sauberer bis leicht siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand, Steine und Blöcke (gem. max. ø > Bohr-ø, Gewichtsanteil ca. 20-25%) graubeiger, sauberer Kies (vorwiegend Grobkies), wenig Sand, Steine (gem. max. ø ca. 11 cm, Gewichtsanteil ca. 30%)				
	17.4 17.9 18.1		beiger, sauberer bis leicht siltiger Kies, reichlich Sand, Steine (gem. max. ø ca. 14 cm, Gewichtsanteil ca. 5%) hellbeiger, sauberer Kies, viel Sand Block				
	19.7 20.0		grauer, sauberer bis leicht siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand, Steine (gem. max. ø ca. 8 cm, Gewichtsanteil ca. 10%) hellgrauer, sauberer Kies, viel Sand				
	24.4		grauer bis beiger, sauberer bis leicht siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand, Steine (gem. max. 9 cm, Gewichtsanteil ca. 5-10%)				
	26.0		grauer, sauberer bis leicht siltiger Kies, reichlich bis viel Sand				
	27.4		graubeiger, sauberer bis leicht siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand				
	30.0		hellgrauer, sauberer bis leicht siltiger Kies, reichlich bis viel Sand (vorwiegend Feinsand), Steine (gem. max. ø ca. 8 cm, Gewichtsanteil ca. 5-10 %)				
	34.0		beiger, sauberer bis leicht siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand				
			424.1				

Grundwasserfassung Moos Oensingen / AG

Bohrung 18-2

Bauherrschaft:	Gemeinderat Oensing, Hauptstrasse 2, Oensing	Koordinaten:	2 621 015 / 1 236 902
Bohrfirma:	Kibag Bohrungen AG, Bächaustrasse 73, Bäch	OK Terrain (OKT):	457.99 m ü.M.
Bohrmeister:	Branko Crepulja, Pawel Grygorasz	OK Rohr (OKR):	458.89 m ü.M.
Geologische Aufnahme:	Andrea Winter, MSc Erdw. ETH, Geologin	Massstab:	1:200
Ausführungsdatum:	16. 1.2019 - 16.2.2019	Datei:	110423 bohrung 18-2.ai / gi



www.jaeckli.ch

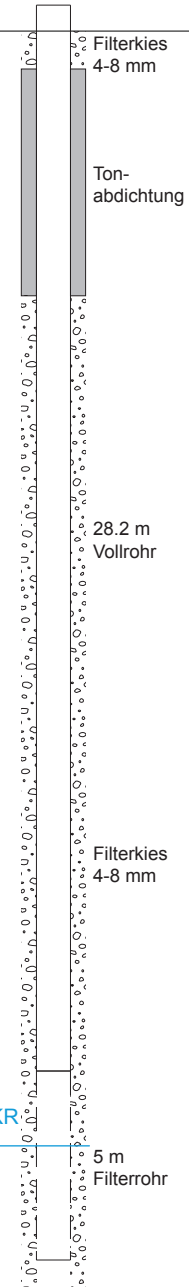
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Bohrlochversuche Einbauten		
Einfachkernrohr, Bohr-ø 301 - 168 mm	Deckschichten	457.1	▼ 0.1 0.4 0.9	dunkelbrauner, mässig tonig-siltiger Feinsand, feine Wurzeln dunkelbrauner, toniger Silt bis siltiger Ton, wenig plastisch bis ziemlich plastisch, wenig bis reichlich Kies dunkelbrauner, toniger Silt, wenig plastisch	PVC ø4.5" Filterkies 4-8 mm Ton- abdichtung 29 m Vollrohr Filterkies 4-8 mm Gwsp. 6.5.2019 31.42 m ab OKR 5 m Filterrohr		
	Ueberschwemmungs- ablagerungen		453.99	4.0		hellbeiger bis beiger, mässig bis stark tonig-siltiger Kies, wenig Sand	
	Schotter			5.2		beiger, mässig siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand	
		6.2		graubeiger, leicht bis mässig siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand, Steine (gem. max. ca. 7 cm, Gewichtsanteil ca. 5-10%)			
		6.8		beiger, mässig siltiger Kies, wenig Sand			
				grauer, leicht bis mässig siltiger Kies, reichlich Sand, Steine (gem. max. ca. 10 cm, Gewichtsanteil ca. 5-10%)			
		12.0		grauer, leicht bis mässig siltiger Kies, reichlich Sand			
		17.4		grauer, leicht bis mässig siltiger Kies, reichlich Sand, Steine (gem. max. ca. 10 cm, Gewichtsanteil ca. 10-15%)			
		20.0		grauer, sauberer bis leicht siltiger Kies, wenig Sand			
		20.5		grauer, leicht bis mässig siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand			
		22.3		hellgrauer, leicht siltiger Kies, reichlich bis viel Sand			
		23.4		grauer, mässig siltiger Kies, wenig Sand, Steine			
		24.2		grauer, mässig siltiger Kies, wenig Sand, Steine (gem. max. ca. 12 cm, Gewichtsanteil ca. 5%)			
				grauer, sauberer bis leicht siltiger Kies, reichlich bis viel Sand			
		26.8		beiger, mässig bis stark siltiger Kies, wenig Sand			
		27.2		grauer bis hellgrauer, leicht siltiger Kies, viel Sand			
		29.4	grauer, mässig siltiger Kies, reichlich Sand				
	30.3	hellgrauer, sauberer bis leicht siltiger Kies, reichlich bis viel Sand					
	30.7	brauner, mässig siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand					
	32.0	brauner, leicht siltiger Kies, wenig Sand					
	33.0	brauner, leicht siltiger Kies, reichlich Sand					
	424.0	34.0					
				</			

Grundwasserfassung Moos Oensingen / AG

Bohrung 18-3

Bauherrschaft:	Gemeinderat Oensingen, Hauptstrasse 2, Oensingen	Koordinaten:	2 621 094 / 1 236 777
Bohrfirma:	Kibag Bohrungen AG, Bächaustrasse 73, Bäch	OK Terrain (OKT):	456.97 m ü.M.
Bohrmeister:	Branko Crepulja, Pawel Grygorasz	OK Rohr (OKR):	457.66 m ü.M.
Geologische Aufnahme:	Andrea Winter, MSc Erdw. ETH, Geologin	Massstab:	1:200
Ausführungsdatum:	16. 1.2019 - 16.2.2019	Datei:	110423 bohrung 18-3.ai / gi



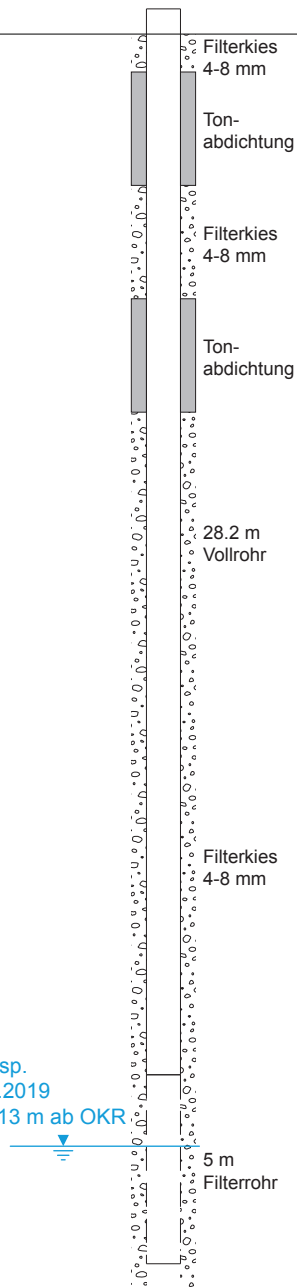
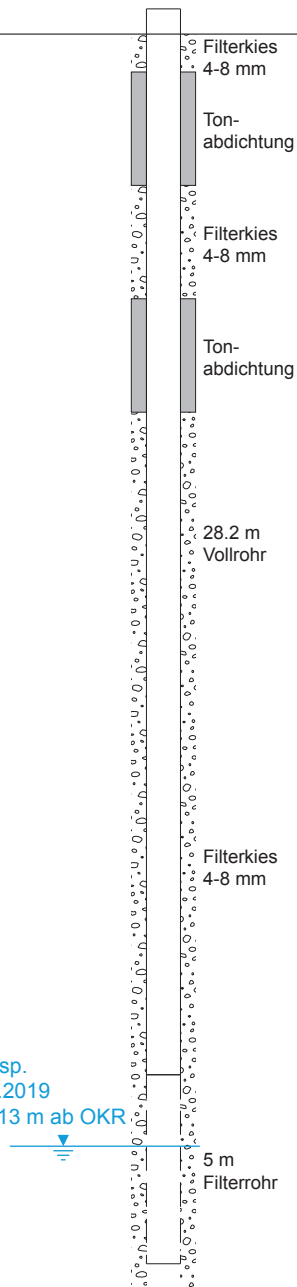
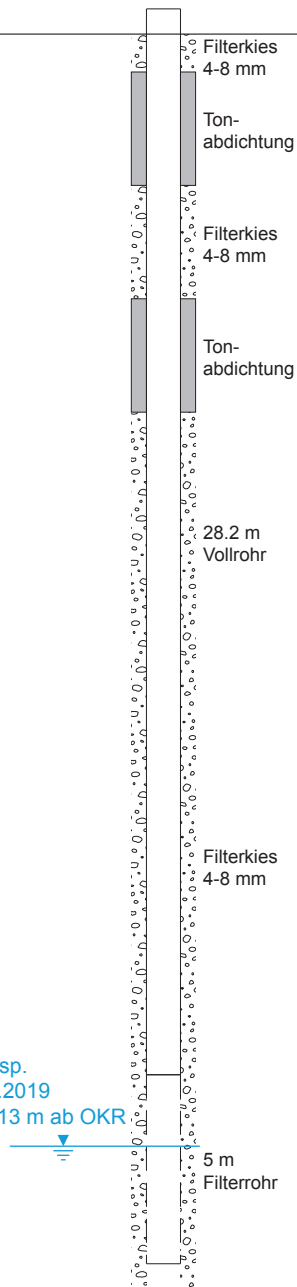
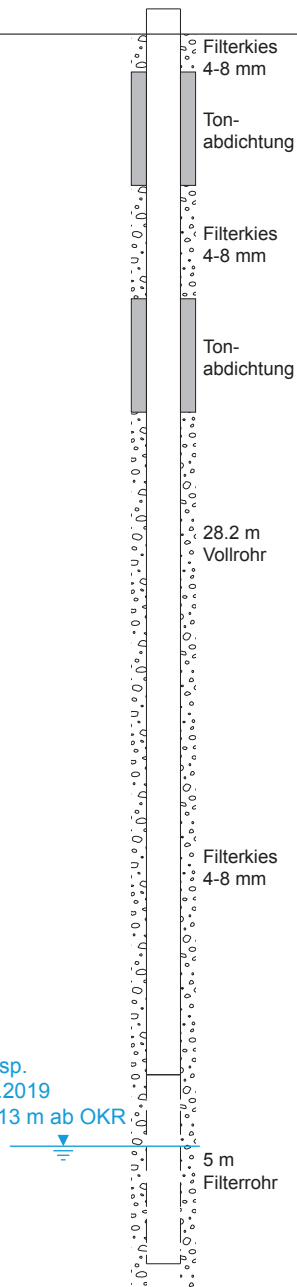
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Bohrlochversuche Einbauten	PVC ø4.5"
Einfachkernrohr, Bohr-ø 301 - 168 mm	Deckschichten	455.4	▼ 0.4	dunkelbrauner, mässig siltiger Feinsand, viele feine Wurzeln, Fremdbestandteile (Ziegelbruchstücke, Gewichtsanteil ca. 2%)	 Gwsp. 6.5.2019 30.22 m ab OKR	Filterkies 4-8 mm
	Ueberschwemmungs- ablagerungen		1.1	brauner bis beige, siltiger Ton, ziemlich plastisch		Ton- abdichtung
			1.4	beiger, stark siltiger Kies, wenig Sand		
			1.6	brauner, toniger Silt, wenig plastisch, vereinzelt Kies		
			2.2	beiger, mässig bis stark siltiger Kies, wenig Sand		
			3.7	beiger, mässig bis stark siltiger Kies, wenig Sand		
			4.0	braunroter bis grauer stark siltiger Kies, wenig Sand		
			4.6	beiger, mässig bis stark siltiger Kies, wenig Sand		
	Schotter		5.3	graubeiger, stark siltiger Kies, wenig Sand		28.2 m Vollrohr
			6.7	beiger, mässig siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand		
			7.6	grauer, leicht bis mässig siltiger Kies, wenig Sand, Steine (gem. max. ø ca. 10 cm, Gewichtsanteil ca. 5%)		
			9.4	grauer, leicht bis mässig siltiger Kies, wenig Sand, Steine und Blöcke (gem. max. ø > Bohr-ø, Gewichtsanteil ca. 35-40%)		
			11.1	beiger, sauberer bis leicht siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand, Steine (gem. max. ø ca. 7 cm, Gewichtsanteil ca.3- 5%)		
			13.1	beiger, leicht bis mässig siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand, Steine (gem. max. ø ca. 7 cm, Gewichtsanteil ca. 10%)		
				beiger, leicht siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand		
			graubeiger, leicht bis mässig siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand, Steine (gem. max. ø ca. 11 cm, Gewichtsanteil ca. 3-5%)			
24.0		beiger, leicht siltiger Kies, reichlich bis viel Sand				
26.5		beiger, leicht bis mässig siltiger Kies, reichlich Sand, Steine (gem. max. ø ca. 10 cm, Gewichtsanteil ca. 5-10%)	Filterkies 4-8 mm			
28.6	beiger, leicht siltiger Kies, viel Sand					
29.4	beiger, leicht bis mässig siltiger Kies, reichlich Sand					
30.0	graubeiger, sauberer bis leicht siltiger Kies, wenig Sand, Steine (gem. max. ø ca. 9 cm, Gewichtsanteil ca. 3-5%)					
	423.8	33.2			5 m Filterrohr	

Grundwasserfassung Moos Oensingen / AG

Bohrung 18-4

Bauherrschaft:	Gemeinderat Oensingen, Hauptstrasse 2, Oensingen	Koordinaten:	2 621 003 / 1 236 682
Bohrfirma:	Kibag Bohrungen AG, Bächaustrasse 73, Bäch	OK Terrain (OKT):	456.90 m ü.M.
Bohrmeister:	Branko Crepulja, Pawel Grygorasz	OK Rohr (OKR):	457.57 m ü.M.
Geologische Aufnahme:	Andrea Winter, MSc Erdw. ETH, Geologin	Massstab:	1:200
Ausführungsdatum:	16. 1.2019 - 16.2.2019	Datei:	110423 bohrung 18-4.ai / gi



Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Bohrlochversuche Einbauten	PVC ø4.5"			
Einfachkernrohr, Bohr-ø 301 - 168 mm	Deckschichten	454.3	0.4	dunkelbrauner, leicht tonig, mässig siltiger Feinsand		Filterkies 4-8 mm			
			0.6	hellbrauner, toniger Silt, wenig plastisch		Ton- abdichtung			
			1.0	brauner bis dunkelgrauer, siltiger Ton, ziemlich plastisch		Filterkies 4-8 mm			
	1.8		beiger, toniger Silt, wenig Sand, wenig bis reichlich Kies, wenig plastisch	Ton- abdichtung					
	2.6		hellbeiger, mässig bis stark siltiger Kies, wenig Sand	Filterkies 4-8 mm					
	3.6		braunbeiger, leicht bis mässig siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand	Ton- abdichtung					
	Schotter	448.9	4.3	graubrauner, leicht siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand, Steine (gem. max. ø ca. 10 cm, Gewichtsanteil ca. 5-10%)			Filterkies 4-8 mm		
			6.0	braunbeiger, leicht siltiger Kies, wenig Sand, Steine (gem. max. ø ca. 10 cm, Gewichtsanteil ca. 30%)			Ton- abdichtung		
			6.4	grauer, leicht siltiger Kies (vorwiegend Grobkies), wenig Sand			Filterkies 4-8 mm		
	7.2		grauer, leicht bis mässig siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand	Ton- abdichtung					
	8.0		beigegrauer, mässig, siltiger Kies, wenig Sand	Filterkies 4-8 mm					
	Ueberschwemmungs- ablagerungen		446.9	10.0			brauner, mässig bis stark siltiger Kies, wenig Sand, Steine (gem. max. ø ca. 12 cm, Gewichtsanteil ca. 20-30%)		Ton- abdichtung
		10.7		beiger, leicht siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand, Steine (gem. max. ø ca. 10 cm, Gewichtsanteil ca. 30%)			Filterkies 4-8 mm		
		12.0		beiger bis grauer, sauberer bis leicht siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand			Ton- abdichtung		
	14.7	graubeiger, leicht bis mässig siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand		Filterkies 4-8 mm					
	18.0	grauer, leicht bis mässig siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand		Ton- abdichtung					
	Schotter	423.7		20.8			hellgrauer, sauberer Kies, reichlich Sand, Steine (gem. max. ø ca. 8 cm, Gewichtsanteil ca. 3-5%)		
			21.4	beiger, leicht bis mässig siltiger Kies, wenig Sand			Ton- abdichtung		
			24.0	brauner bis grauer, sauberer bis leicht siltiger Kies, reichlich bis viel Sand			Filterkies 4-8 mm		
			24.3	beiger, leicht siltiger Kies, wenig Sand			Ton- abdichtung		
			25.0	grauer, mässig siltiger Kies, wenig Sand			Filterkies 4-8 mm		
			25.3	brauner, leicht siltiger Kies, wenig Sand			Ton- abdichtung		
			27.6	grauer, sauberer Kies, reichlich bis viel Sand, Steine (gem. max. ø ca. 8 cm, Gewichtsanteil ca. 5-10%)			Filterkies 4-8 mm		
			29.5	graubeiger, sauberer bis leicht siltiger Kies, reichlich Sand			Ton- abdichtung		
			30.2	dunkelgrauer, mässig bis stark siltiger Kies, wenig Sand			Filterkies 4-8 mm		
			33.2	dunkelgrauer, leicht siltiger Kies, wenig bis reichlich Sand			Ton- abdichtung		