

Hochwasserschutz und Revitalisierung Surb Schleinikon / ZH

Hydrogeologisches Gutachten



Zürich, 14. Mai 2020

Auftraggeber: Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Abt. Wasserbau / Bau
Walcheplatz 2, 8090 Zürich

Objektnummer: 200211

INHALT

1	EINLEITUNG	3
1.1	Problemstellung und Auftrag	3
1.2	Grundlagen	3
2	HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE	4
2.1	Geologie	4
2.2	Grundwasserverhältnisse	4
2.3	Lage und Schwankungen des Grundwasserspiegels	5
2.4	Durchlässigkeit des Schotter-Grundwasserleiters	6
3	GRUNDWASSERFASSUNG GRÜT	6
3.1	Ausbau des Brunnens	6
3.2	Wechselseitige Beziehung zwischen Grundwasser und Surb	7
3.3	Chemisch-bakteriologische Wasserqualität	8
3.4	Rechtskräftig festgesetzte Schutzzonen	9
3.5	Bestimmung der 10-Tagesisochrone mit Hilfe von numerischen Modellrechnungen	9
4	REVITALISIERUNGSMASSNAHMEN IN DER SCHUTZZONE	14
4.1	Gefährdung der GWF Grüt durch Bachwasser-Infiltrat	14
4.2	Revitalisierung in der Zone S2	15
4.3	Revitalisierung in der Zone S3	15
4.4	Empfehlungen für vorsorgliche Massnahmen	16

ABBILDUNGEN

Abb. 1:	Ausschnitt aus der Grundwasserkarte des Kantons Zürich, 1:20'000 [7]	5
Abb. 2:	Ganglinie des Grundwasserspiegels (Ruhewasserspiegel) in der GWF Grüt, Periode 2009–2018	6
Abb. 3:	Hydrogeologisches Querprofil auf Höhe der GWF Grüt, Massstab ca. 1:200 [2]	7
Abb. 4:	Bandbreite der Kornverteilung von 6 Proben aus den Deckschichten [2]	8
Abb. 5:	Schutzzonen um die GWF Grüt, 1:4000 [8]	9
Abb. 6:	Übersicht FE-Modellgebiet	11
Abb. 7:	Kalibrierung Mittelwasserstand (im Hintergrund die Isohypsen gemäss Grundwasserkarte)	12
Abb. 8:	Simulation der Zuströmverhältnisse bei Entnahme mit der Konzessionsmenge von 1'000 l/min und mit Darstellung der 10-Tagesisochrone (Porosität $n = 15\%$), Situation 1:2500	13

Titelbild: Revitalisierte Surb bei Niederweningen (Foto N. Eisenhut AWEL)

1 EINLEITUNG

1.1 Problemstellung und Auftrag

Das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Abt. Wasserbau prüft die Möglichkeit einer Revitalisierung der Surb auf Gemeindegebiet Schleinikon. Auf dem zur Diskussion stehenden Abschnitt quert die Surb auf rund 200 m Länge den Randbereich der Zone S2 der Grund- resp. Trinkwasserfassung Grüt der Wasserversorgung Niederweningen (GWR m 9-6). In der Zone S2 resp. in der «engeren Schutzzone» sind flussbauliche Massnahmen, welche die Qualität des geförderten Grundwassers nachteilig beeinflussen könnten, grundsätzlich kritisch zu beurteilen und werden nur in Ausnahmefällen zugelassen.

Vor diesem Hintergrund beauftragte uns die Abt. Wasserbau des AWEL, die Möglichkeit von Revitalisierungsmassnahmen in der Zone S2 aus hydrogeologischer Sicht zu beurteilen. Der diesbezügliche Auftrag wurde der Jäckli Geologie AG gestützt auf das Angebot vom 17.02.2020 noch gleichentags erteilt.

1.2 Grundlagen

Frühere Berichte

Für die Auswertungen und die hydrogeologische Beurteilung standen uns folgende Berichte zur Verfügung:

- [1] Büro H. Gujer AG (Januar 1965): Gemeinde Niederweningen, Wasserversorgung, Grundwasser-Sondierungen 1964, Schlussbericht
- [2] Dr. U. Schaer (30.10.1974): Gde. Niederweningen – Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen, Pumpwerke Gruet und Huebwis, Geotechnischer Bericht
- [3] Dr. Heinrich Jäckli AG (30.6.2005): Wasserbeschaffung Wehntal, Heutige und künftige Grundwassernutzung unter Berücksichtigung des Grundwasserdargebotes und der Restwassermenge in der Surb
- [4] Dr. Heinrich Jäckli AG (24.01.2019): Grundwasserfassung Grüt (GWR m 9-6) der Gemeinde Niederweningen in Schleinikon / ZH, Hydrogeologischer Bericht zur Überarbeitung der Schutzzonen

Messdaten

- [5] Kantonales Labor Zürich (1998–2018): Chemische und bakteriologische Wasseruntersuchungen
- [6] Wasserversorgung Niederweningen: Wöchentliche Fördermengen PW Grüt (2015–2018)

Amtliche Planungsinstrumente und Karten

- [7] Grundwasserkarte (maps.zh.ch)
- [8] Gewässerschutzkarte (maps.zh.ch)

Gesetze, Verordnungen und Wegleitungen

- [9] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. Januar 2017)
- [10] Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. Mai 2017)
- [11] BAFU (2004): Wegleitung Grundwasserschutz
- [12] SVGW Regelwerk W1004 (2007): Empfehlungen Revitalisierung im Einflussbereich von Trinkwasserfassungen

Publikation

- [13] N. Werdenberg; R. Steiner; T. Meile und A. Widmer (2015): Bachoffenlegung in Schutzzonen (Fachartikel in AQUA & GAS N° 11 | 2015)

2 HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

2.1 Geologie

Die Grundwasserfassung Grüt liegt im westlichen Gemeindegebiet von Schleinikon / ZH, in der Talebene des Wehntals. Das Wehntal wurde während der Eiszeiten durch den Gletscher tief ausgehobelt. In Talmitte liegt die Felsoberfläche in über 100 m Tiefe. Der Felstrog wurde in der Folge mit einer mächtigen Abfolge feinkörniger Seeablagerungen gefüllt. Im Zuge der letzten Vergletscherung brachten die Schmelzwässer im Vorfeld der Gletscherstirn einen sogenannten Niederterrassenschotter zur Ablagerung. Die Mächtigkeit des Schotters nimmt von rund 15 m bei Schöfflisdorf talabwärts auf knapp 5 m ab.

Über dem Schotter wurden nacheiszeitlich feinkörnige Verlandungssedimente abgelagert, welche bei Niederweningen örtlich auch aus Torf bestehen.

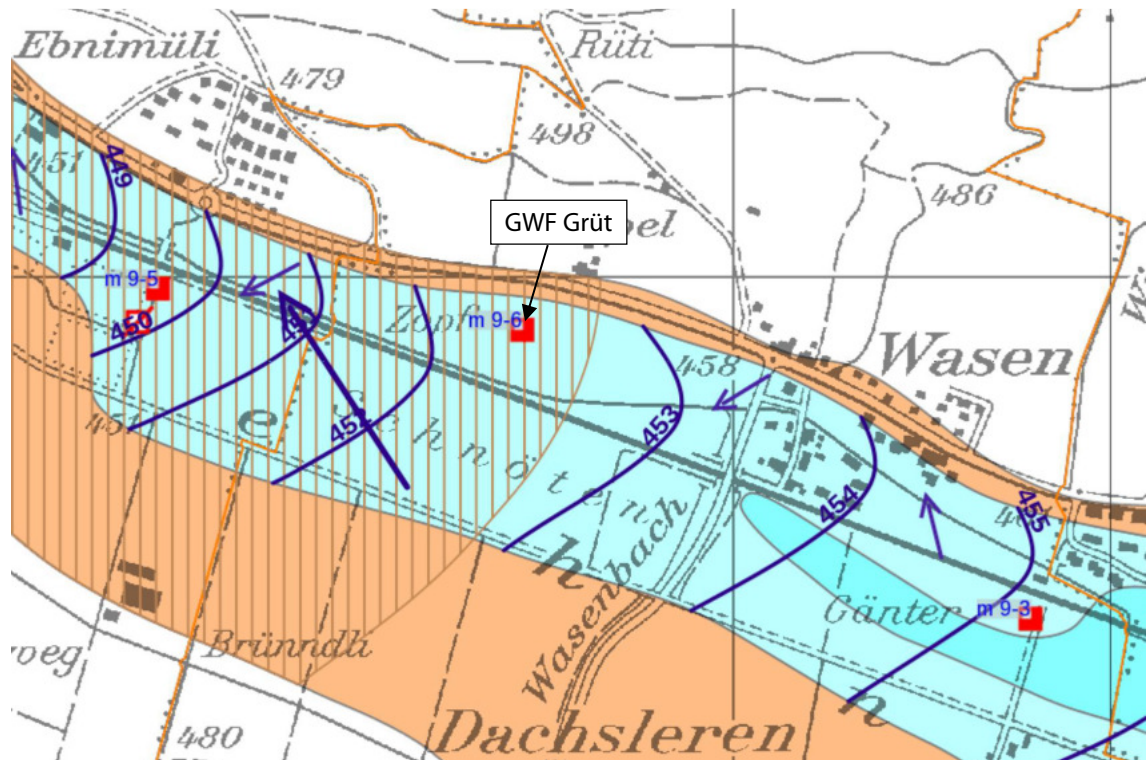
2.2 Grundwasserverhältnisse

Der Niederterrassenschotter bildet den Grundwasserleiter für das Grundwasservorkommen im Wehntal (Kantonales Grundwassergebiet m9, vgl. Abb. 1). Die unter dem Schotter liegenden, gering wasserdurchlässigen Seeablagerungen wirken demgegenüber als Grundwasserstauer.

Das Schotter-Grundwasservorkommen des Wehntales erstreckt sich vom Vorfeld des würmeiszeitlichen Moränenwalls östlich von Sünikon bis zur Kantonsgrenze bei Niederweningen und findet seine Fortsetzung im aargauischen Surbtal. An seinem oberen Ende bei Schöfflisdorf weist der nutzbare Teil des Grundwasserleiters eine beachtliche Breite von rund 800 m auf. Zwischen Oberweningen und Schleinikon nimmt die laterale Ausdehnung des Grundwasservorkommens dann aber sukzessive von etwa 650 m auf noch 200 m im östlichen Teil von Niederweningen ab. Auf der restlichen Strecke bis zur Kantonsgrenze beschränkt sich das Grundwasservorkommen auf eine etwa 100 – 300 m breite Rinne.






Die Grundwasserfliessrichtung verläuft im Surbtal etwa parallel zur Talachse, also von Ost nach West. Das Grundwassergefälle beträgt knapp 1%.

Abb. 1: Ausschnitt aus der Grundwasserkarte des Kantons Zürich, 1:20'000 [7]




Legende



Schotter-Grundwasserleiter in Tälern

-  Gebiet geringer Grundwassermächtigkeit (meist weniger als 2 m) oder geringer Durchlässigkeit. Randgebiet mit unterirdischer Entwässerung zum Grundwassernutzungsgebiet
-  Gebiet mittlerer Grundwassermächtigkeit (2 bis 10 m)
-  Gebiet grosser Grundwassermächtigkeit (10 bis 20 m)
-  Gebiet sehr grosser Grundwassermächtigkeit (mehr als 20 m)
-  Grundwasser-Vorkommen vermutet

Bedeckung von Grundwasserleitern

-  Schlecht durchlässige Deckschichten von meist mehr als 5 m Mächtigkeit (Moränen, Seebodenlehme, Schwemmlehme)

Hydrogeologische Angaben

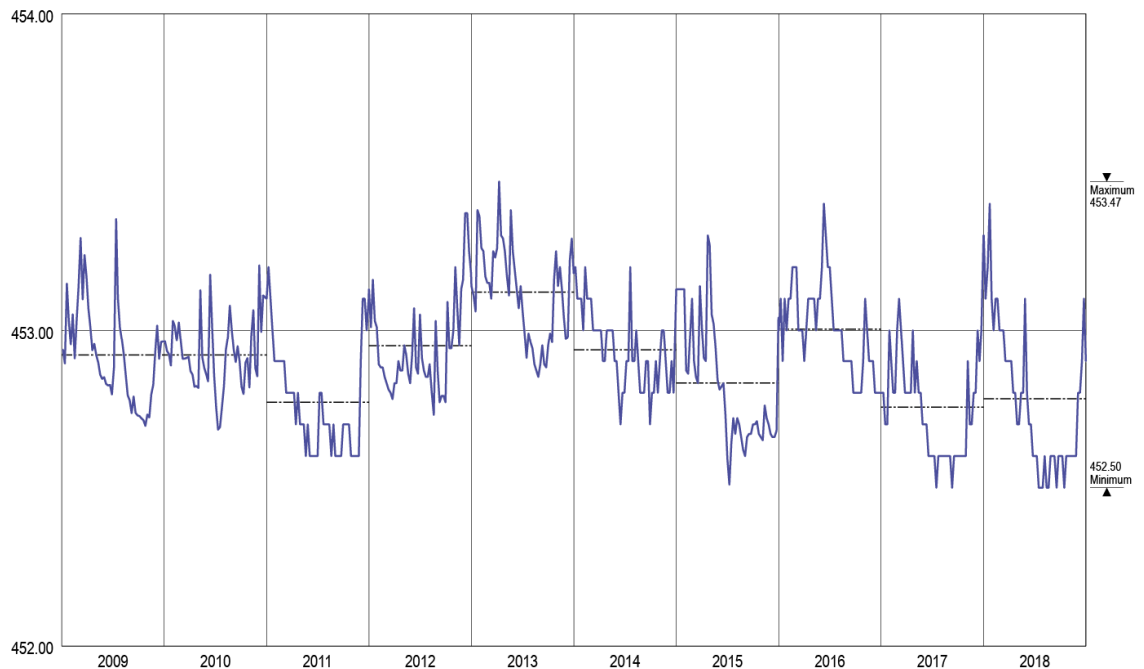
-  401 Isohypsen des Grundwasserspiegels bei Mittelwasserstand
-  Grundwasserfassung / G. stillgelegt

2.3 Lage und Schwankungen des Grundwasserspiegels

Gestützt auf die Langzeitmessungen liegt der mittlere Grundwasserspiegel (MW) in der GWF Grüt ca. auf Kote 452.8–452.9 m ü.M. Auf der Grundwasserkarte ist demgegenüber ein etwas niedrigerer MW dargestellt. Bezogen auf den Fassungsstandort beträgt der Flurabstand des subartesisch gespannten Grundwasserspiegels bei MW lediglich ca. 2.1 m. Die Sohle der Surb liegt ca. auf Kote 451.8 m ü.M. und damit rund 1 m unter dem MW im Fassungsbrunnen.

Der niedrigste bisher gemessene Grundwasserspiegel (NW) wurde am 26.03.1973 auf Kote 452.2 m ü.M. angetroffen. Der höchste Grundwasserspiegel (HHW) erreichte Kote 453.5 m ü.M. Die Schwankungen des piezometrischen Druckniveaus sind somit gering und betragen maximal 1.3 m.

Abb. 2: Ganglinie des Grundwasserspiegels (Ruhewasserspiegel) in der GWF Grüt, Periode 2009–2018



2.4 Durchlässigkeit des Schotter-Grundwasserleiters

Der Durchlässigkeitsbeiwert K im Bereich der GWF Grüt liegt aufgrund des Pumpversuchs im Jahr 1974 bei ca. 4×10^{-4} m/s [2]. Dies entspricht einer nur mässig guten Schotter-Durchlässigkeit.

Die mittlere Fliessgeschwindigkeit des unbeeinflussten Grundwassers wurde auf 1.5–2.0 m pro Tag abgeschätzt.

3 GRUNDWASSERFASSUNG GRÜT

3.1 Ausbau des Brunnens

Die im Jahr 1966 erstellte GWF Grüt weist als einziges Pumpwerk im Wehntal einen sogenannten *Horizontalfilterbrunnen* auf. Dieser verfügt über 5 Filterstränge mit einem Durchmesser von 20 cm. Die Filterstränge sind auf Kote 445.3 m ü.M. resp. in rund 10 m Tiefe angeordnet und weisen Längen zwischen 17 und 29 m auf. Am Brunnenstandort beträgt die nutzbare Grundwassermächtigkeit im Niederterrassenschotter lediglich etwa 6 m. Die Mächtigkeit der darüber liegenden Deckschichten (Verlandungssedimente) liegt bei ca. 5–6 m. Im hydrogeologischen Querprofil der Abb. 3 sind die Lage und Anordnung der Filterstränge des Horizontalfilterbrunnens eingezeichnet.

Im Fassungsschacht sind Pumpen mit einer Förderleistung von je 500 l/min installiert, wovon jeweils höchstens zwei in Betrieb sind. Die Pumpen speisen einzeln in das Trinkwasserlei-

Die konzessionierte Entnahmemenge beträgt 1'000 l/min (GWR m 9-6). Bei dieser Entnahmerate senkt sich der Wasserspiegel im Förderschacht um ca. 3.6 m ab [2]. Die jährlich geförderte Grundwassermenge entspricht zwischen 10 und 20% der konzessionierten Pumpmenge.

The diagram illustrates a geological cross-section of a well field (GWF) in Grün. It features several boreholes and their associated data:

- Stollenstr.**: A horizontal tunnel or shaft on the left side.
- Tastbohrung $\phi 140$ BR. 2"**: A test borehole with a diameter of 140 mm and a borehole radius (BR) of 2 inches.
- Sondierbohrung $\phi 1000$ mit Pumpversuch, 1400 l/min**: A sounding borehole with a diameter of 1000 mm, equipped with a pump test, yielding 1400 l/min.
- Tastbohrung $\phi 220$ BR. 2"**: A test borehole with a diameter of 220 mm and a borehole radius (BR) of 2 inches.
- Proj. Horizontalfassung**: A projected horizontal intake.
- Tastbohrung $\phi 140$ BR. 2"**: Another test borehole with a diameter of 140 mm and a borehole radius (BR) of 2 inches.
- Sondierbohrung, 1943 (Pumpversuch 600 l/min.) $\Delta h = 3.70$ m**: A sounding borehole from 1943, with a pump test yielding 600 l/min and a head difference (Δh) of 3.70 m.
- Sondierbohrung 1943 BR. 2"**: Another sounding borehole from 1943 with a borehole radius (BR) of 2 inches.

The geological layers are labeled as follows:

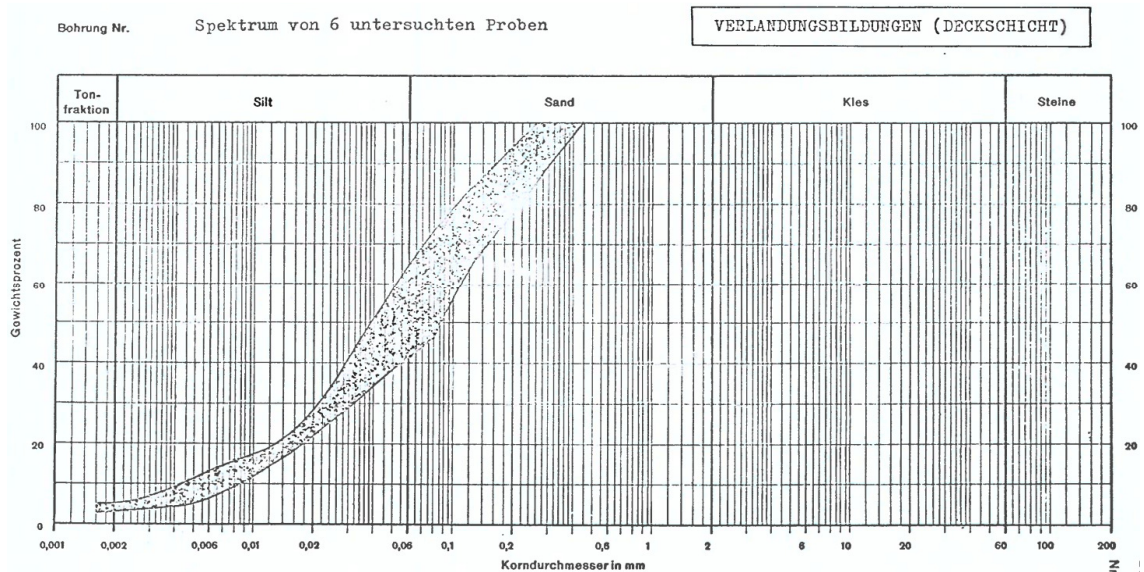
- Deckschichten**: Covering layers.
- Schotter**: Gravel.
- Seeablagerungen**: Lake deposits.
- stark verkittete Kies- und Sand-Schichten**: Strongly cemented gravel and sand layers.
- Kies- u. Sand durchlässig**: Permeable gravel and sand.
- gelber Schliesand**: Yellow clayey sand.
- Torfig**: Torfy (peaty).
- lehmige f.**: Silty clay.
- Ruhe**: Rest or still water level.

Key features and data points include:

- GWF Grün**: The central well field area.
- Filter $\phi 400$ prov.**: A filter with a diameter of 400 mm, provisionally installed.
- 750 m**: A vertical dimension, likely the depth of the filter or intake.
- 44.90**: A specific elevation or depth value.
- 47.65**: A specific elevation or depth value.
- 52.66**: A specific elevation or depth value.
- 54.99**: A specific elevation or depth value.
- 55.18**: A specific elevation or depth value.
- 55.02**: A specific elevation or depth value.
- 55.71**: A specific elevation or depth value.
- 54.78**: A specific elevation or depth value.
- 55.03**: A specific elevation or depth value.
- 54.09**: A specific elevation or depth value.
- 54.62**: A specific elevation or depth value.
- 54.56**: A specific elevation or depth value.
- 3.10.64**: A date, likely March 10, 1964.
- 18.10.64**: A date, likely October 18, 1964.
- 670 l/min.**: A flow rate of 670 l/min.
- 1000 l/min.**: A flow rate of 1000 l/min.
- Humus, Braune**: Humus, brown.
- artesischer Gr.W.Sp.**: Artesian groundwater level.
- Pv.**: Piezometric level.
- Surb**: Surface or surge.
- S.B.B.**: A specific label or abbreviation.

Gemäss den früheren Untersuchungen liegt die Oberkante der feinkörnigen Deckschichten resp. der Verlandungssedimente im Bereich der Surb ca. auf Kote 450.0–450.5 m ü.M. und somit knapp 2 m unter der Bachsohle der Surb (*Abb. 3*). Die Deckschichten bestehen gemäss Kornverteilungsbestimmungen aus leicht tonigem, feinsandigem Silt. Der Siltanteil schwankt zwischen 40 und 65% (*Abb. 4*). Der Durchlässigkeitsbeiwert dieser Schichten dürfte aufgrund der Kornzusammensetzung und Lagerungsdichte im Bereich von $K = 5\text{--}8 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ liegen. Unter den Deckschichten folgen mehrere Meter verkittete Kies- und Sandschichten. Aufgrund der Verkittung sind auch diese Schotter-Schichten nur wenig durchflusswirksam. Der K-Wert ist mit $\leq 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ anzunehmen.

Abb. 4: Bandbreite der Kornverteilung von 6 Proben aus den Deckschichten [2]



Ohne Pumpbetrieb resp. bei Ruhewasserständen im Pumpwerk liegt der subartesisch gespannte Grundwasserspiegel *über* dem Wasserspiegel in der Surb, so dass theoretisch eine Exfiltration von Grundwasser in die Surb stattfinden kann. Da aber das Flussbett der Surb in den feinkörnigen, gering wasserdurchlässigen Deckschichten verläuft, sind keine nennenswerten Grundwasserübertritte festzustellen.

Bei Förderung in der GWF Grüt sinkt das piezometrische Druckniveau des Grundwassers hingegen recht deutlich unter die Sohle der Surb ab (Abb. 3), so dass die hydraulischen Voraussetzungen für eine Infiltration von Bachwasser in das Grundwasser gegeben sind. Auch in diesem Fall verhindern die feinkörnigen Deckschichten eine mengenmässig nennenswerte Infiltration von Bachwasser in das tief liegende Schotter-Grundwasservorkommen.

3.3 Chemisch-bakteriologische Wasserqualität

Das Wasser der GWF Grüt wird regelmässig durch das kantonale Labor Zürich kontrolliert. Dabei war die Wasserqualität in *chemischer* Hinsicht stets unauffällig.

In *bakteriologischer* Hinsicht erfüllte das gepumpte Grundwasser mehrheitlich die Anforderungen an Trinkwasserqualität. Eine Ausnahme bilden je eine Probe der Jahre 2003, 2014 und 2017, bei welchen im Rohwasser vor der UV-Anlage eine erhöhte Gesamtkeimzahl und auch einzelne Enterokokken festgestellt worden sind. Bei diesen Proben waren die Anforderungen an Trinkwasser aus bakteriologischer Sicht nicht erfüllt. Die Ursache für die erhöhte bakteriologische Belastung dürfte in diesen Fällen auf unwetterbedingte Starkniederschläge und damit verbundene Vernässungen an der Geländeoberfläche zurückzuführen sein. Ein Zusammenhang mit Hochwasser in der Surb scheint weniger wahrscheinlich, kann aber nicht ganz ausgeschlossen werden.

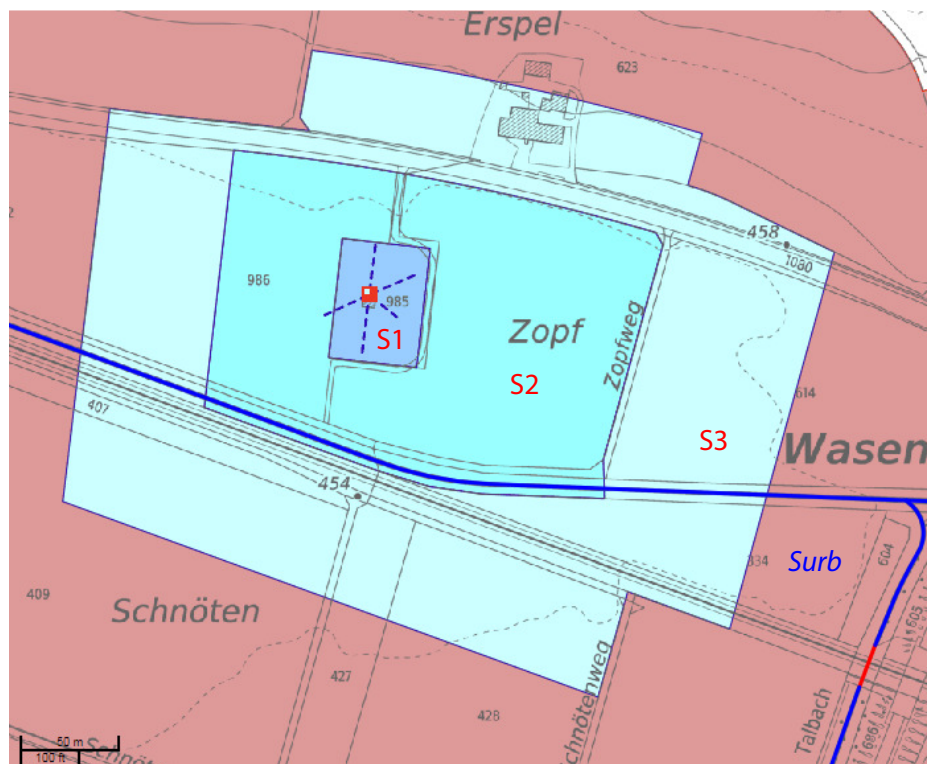
3.4 Rechtskräftig festgesetzte Schutzzonen

Aus dem Ausschnitt aus der Gewässerschutzkarte des Kantons Zürich in Abb. 5 sind die aktuell gültigen Schutzzonen ersichtlich.

Die Surb verläuft auf einer Länge von rund 200 m entlang dem äusseren Rand, aber noch innerhalb der Zone S2. Obstrom der Zone S2 verläuft die Surb auf 81 m Länge in der weiteren Schutzzone S3, und im Abströmbereich der GWF Grüt liegt ein 66 m langer Abschnitt der Surb in der Zone S3. Der in der Schutzzone S liegende Abschnitt der Surb weist eine Länge von total 355 m auf.

Gemäss Ziff. 6.22 des Schutzzonenreglements gelten in der Zone S2 folgende Einschränkungen: «Das Umgestalten von stillgelegten Kiesgruben zu Biotopen sowie die Revitalisierung von Fliessgewässern sind verboten.»

Abb. 5: Schutzzonen um die GWF Grüt, 1:4000 [8]



mittlere Aufenthaltszeit auf dem Fliessweg im Grundwasserleiter berücksichtigt. Dieser Ansatz ist konservativ in Bezug auf den Eintrag von Schadstoffen an der Geländeoberfläche oder aus der Surb, da die Verweilzeit des Sickerwassers in der ungesättigten Zone sowie auch jene in den gesättigten, gering durchlässigen Deckschichten bis zum Erreichen des durchlässigen Schotter-Grundwasserleiters unberücksichtigt bleiben.

Die 10-Tagesisochrone kann entweder mit Hilfe von aufwändigen Markierversuchen oder aber auch rechnerisch, mittels einer numerischen Modellierung der Fliessverhältnisse bestimmt werden.

Durchgeführte Modellrechnungen

Im vorliegenden Fall wurden für die Beurteilung der Zulässigkeit von Renaturierungsmassnahmen in der Schutzzone Modellrechnungen durchgeführt. Dabei wurden die Aufenthaltszeiten des Grundwassers bei einer Dauerförderung in der GWF Grüt mit der konzessionierten Entnahmemenge von 1'000 l/min mit Hilfe eines 3D-Strömungsmodells ermittelt.

Um eine möglichst gute Übereinstimmung der Modellresultate mit den natürlichen Verhältnissen zu erzielen, müssen die Modell-Randbedingungen möglichst zweckmässig vorgegeben werden. *Abb. 6* zeigt die dem numerischen Strömungsmodell zu Grunde gelegten hydraulischen Randbedingungen. Nachfolgend werden diese näher beschrieben.

Festpotenzialränder

Der Grundwasser-Abfluss über den nordwestlichen Modellrand bei Niederwenigen wurde mit Hilfe eines Festpotentials mit Kote 446 m ü.M. beschrieben.

Randzuflüsse

Randliche Zuflüsse finden von Osten her über den Grundwasserstrom der Surb, sowie im Norden und Süden als Hangwasserzufluss in das Modellgebiet statt. Eine genaue Angabe dieser Zuflüsse ist naturgemäss schwierig. In erster Näherung können diese über die Durchströmungsfläche und den Grundwassergradienten abgeschätzt werden.

Die entsprechenden Annahmen sind im Rahmen der Modellkalibrierung überprüft und angepasst worden. Die Kalibrierung führte schliesslich zu einer resultierenden Zuflussmenge entlang der Ränder von ca. 2'000 l/min.

Flussrandbedingung

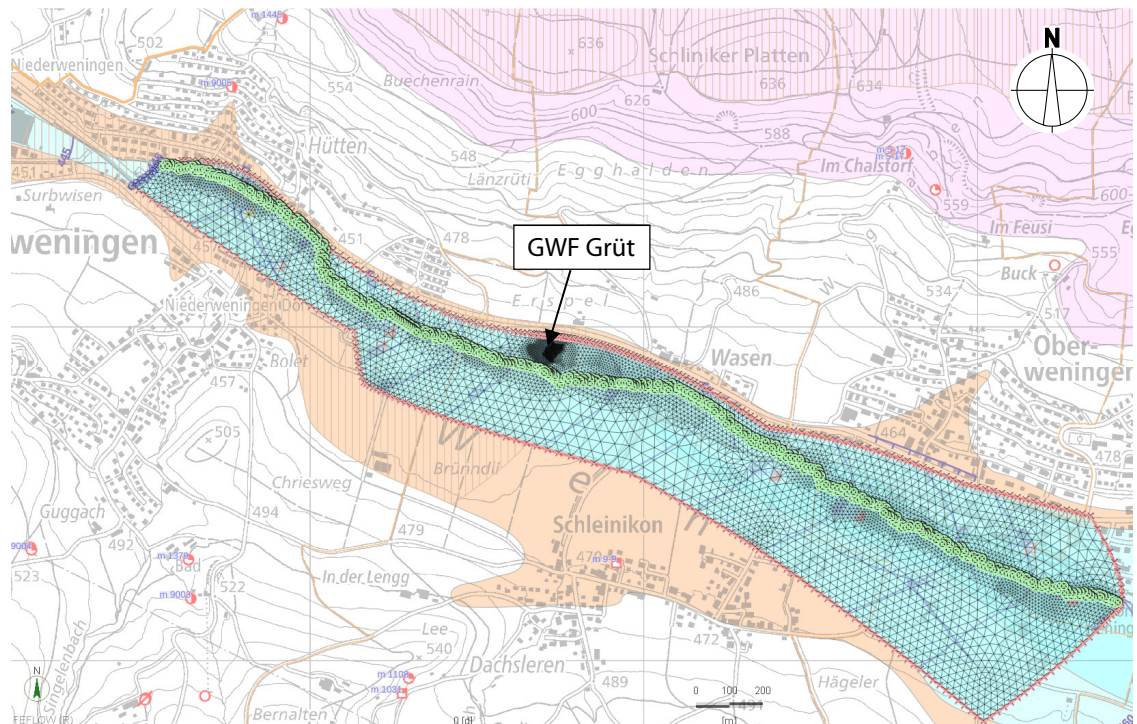
Die wechselseitige Beziehung zwischen Surb und Grundwasser wird über eine so genannte «Leakage»-Randbedingung definiert. Die Infiltration des Flusswassers erfolgt dabei über eine Kolmationsschicht mit verminderter Durchlässigkeit. Das Produkt aus der Potenzialdifferenz zwischen dem Oberflächen- und dem Grundwasser sowie dem Kolmationsfaktor liefert die In- bzw. Exfiltrationsrate (Flusstransferrate).

Die Pegelhöhen der Surb wurden aufgrund der Höhenangaben aus der Karte der amtlichen Vermessung näherungsweise bestimmt. Der Kolmationsfaktor wurde dagegen im Laufe der Kalibrierung iterativ angepasst. Im Modellperimeter treten bei Mittelwasser rund 760 l/min Grundwasser in die Surb über. Die Infiltration spielt mit 160 l/min eine untergeordnete Rolle.

Grundwasserneubildung

Neben der Speisung des Grundwasservorkommens über Randzuflüsse erfolgt ein wichtiger Anteil der Grundwasserneubildung durch die Versickerung von Niederschlagswasser. Ausgehend von einem mittleren Niederschlag von rund 1'000 mm/a dürften je nach Beschaffenheit der Geländeoberfläche im Mittel etwa 300–400 mm/a des Niederschlags versickern und zur Grundwasserneubildung beitragen.

Abb. 6: Übersicht FE-Modellgebiet



Durchlässigkeit

Der als Grundwasserleiter wirkende Schotter weist eine mässig gute Durchlässigkeit auf. Im Zuge der stationären Kalibrierung auf den Mittelwasserstand gemäss Grundwasserkarte wurden die K-Werte im Rahmen der Plausibilitätsgrenzen variiert. Für die Modellrechnungen wurden dem Schotter-Grundwasserleiter Durchlässigkeitsbeiwerte von $K = 0.3\text{--}2 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ vorgegeben.

Kalibrierung des Strömungsmodells

Zur Kalibrierung des stationären Strömungsmodells stand die Darstellung der Grundwasserisohypsen bei Mittelwasserverhältnissen gemäss der Grundwasserkarte des Kantons Zürich zur Verfügung.

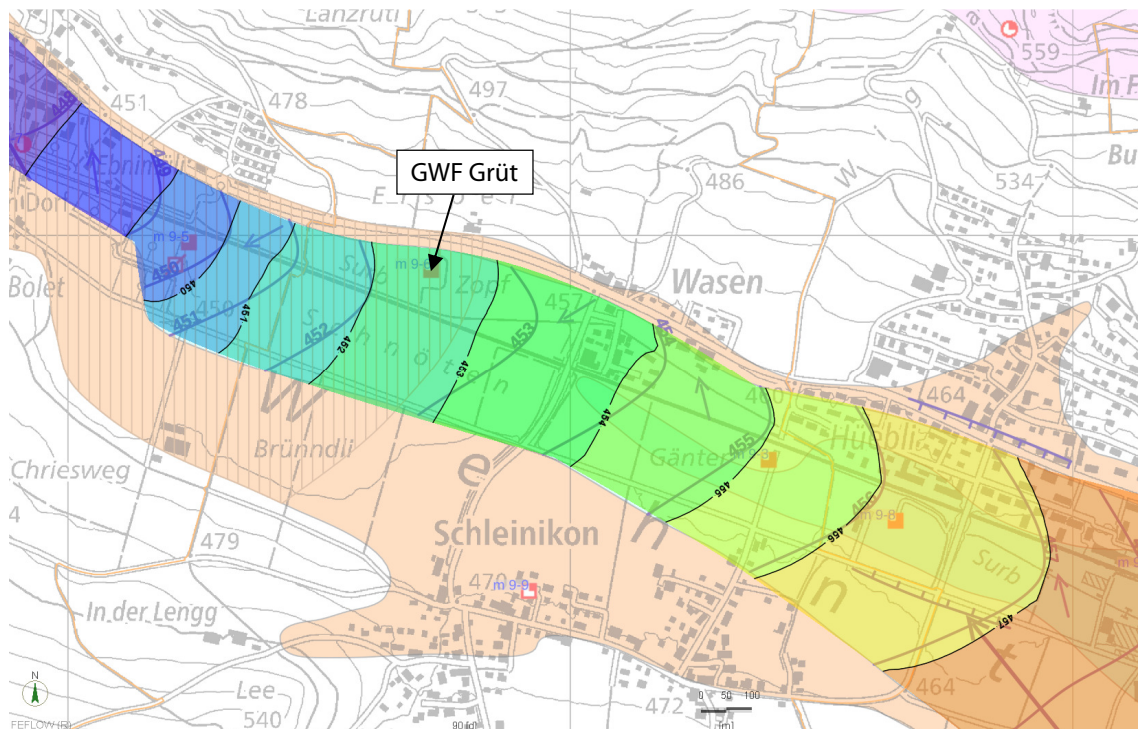
Die Kalibrierung erfolgte unter der Annahme eines konstanten Pumpbetriebes in den vorhandenen Grundwasserfassungen mit der durchschnittlichen Entnahmemenge. Ziel der Kalibrierung war eine möglichst gute Übereinstimmung der berechneten Grundwasserstände

mit dem Verlauf der Grundwasserisohypsen gemäss Grundwasserkarte als Grundlage für das Wärmetransportmodell.

Der Kalibrierungsprozess erfolgte iterativ in mehreren Schritten:

- 1) Festlegung des Festrandpotenzials, der Neubildung durch Niederschlag und der Verteilung der hydraulischen Durchlässigkeiten in einer ersten Annäherung,
- 2) Feineinstellung der Randzuflüsse, der In- und Exfiltration der Surb über die «Leakage»-Raten,
- 3) Durchführung einer Sensitivitätsanalyse,
- 4) Plausibilitätsprüfung der resultierenden Bilanzgrössen, Nach-Kalibrierung der hydraulischen Durchlässigkeiten, der Randzuflüsse und der «Leakage»-Raten.

Abb. 7: Kalibrierung Mittelwasserstand (im Hintergrund die Isohypsen gemäss Grundwasserkarte)



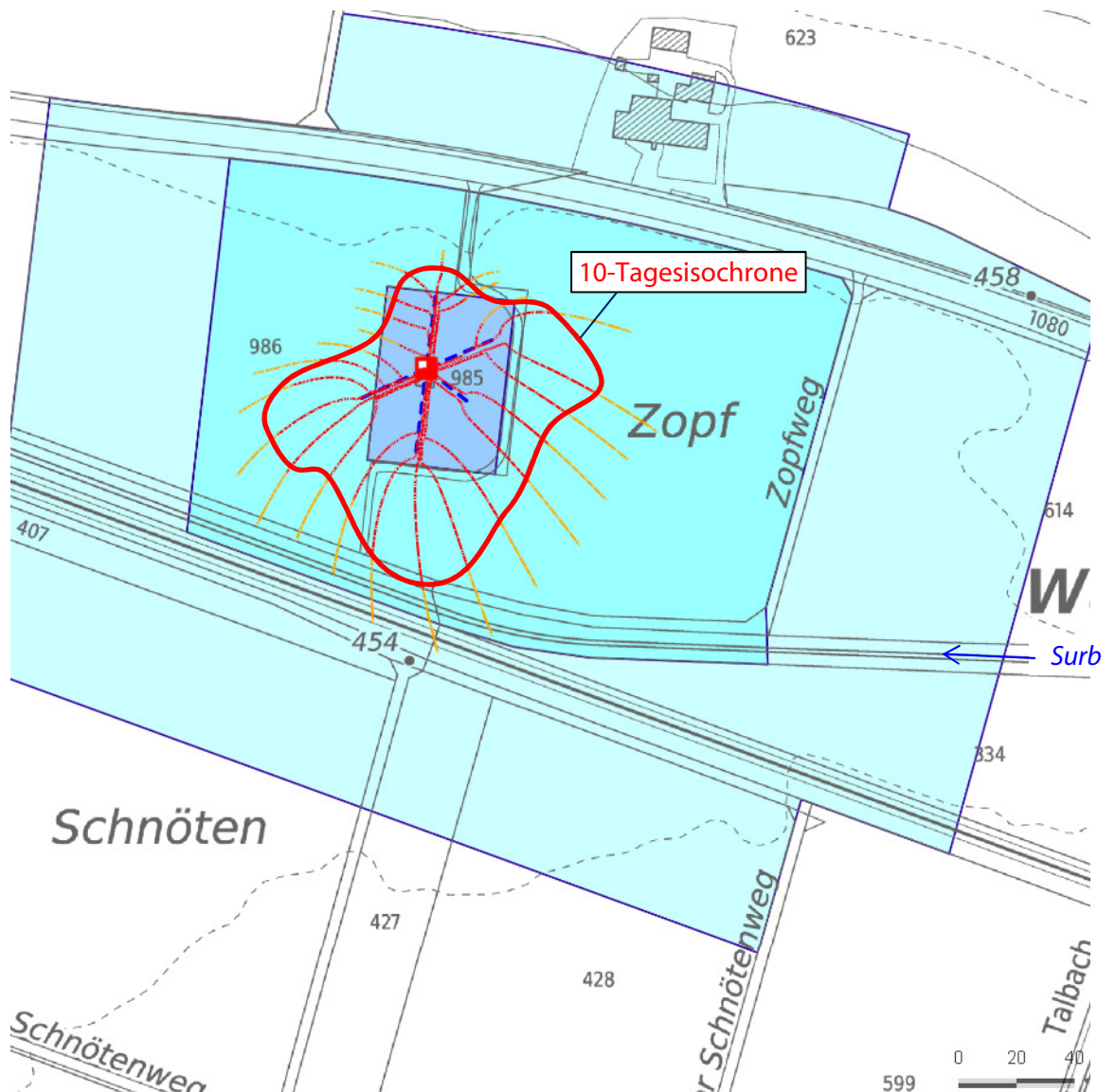
Resultate der numerischen Modellrechnungen

Mit Hilfe des Strömungsmodells wurden die Zuströmverhältnisse und die Verweilzeiten des Grundwassers bei Förderbetrieb in der GWF Grüt rechnerisch bestimmt. Die durchflusswirksame Porosität wurde mit $n = 15\%$ eingesetzt.

In Abb. 8 sind die resultierenden Pfadlinien resp. die Anströmung zum Horizontalbrunnen dargestellt. Die rot eingefärbten Abschnitte der Pfadlinien entsprechend einer mittleren Verweilzeit von bis zu 10 Tagen, die orangenen Abschnitte Bereiche von bis zu 20 Tagen. Die Ergebnisse der Modellrechnungen zeigen, dass die 10-Tagesisochrone bis nahe an das rechte Surbufer reicht, dieses aber nicht miteinschliesst. Die Verweilzeit des Grundwassers zwischen

Surb und der GWF Grüt beträgt demzufolge auch bei einer Förderung mit der konzessionierten Entnahme von 1'000 l/min etwas mehr als 10 Tage. Für den überwiegenden Teil des in der Zone S2 liegenden Bachabschnittes ist mit einer Verweilzeit von mehr als 20 Tagen zu rechnen.

Abb. 8: Simulation der Zuströmverhältnisse bei Entnahme mit der Konzessionsmenge von 1'000 l/min und mit Darstellung der 10-Tagesisochrone (Porosität $n = 15\%$), Situation 1:2500



Die Zone S2 ist generell ausreichend gross dimensioniert und weist gegenüber der hydrogeologischen Begrenzung resp. der 10-Tagesisochrone im Westen (Abströmrichtung), im Norden (seitliche Zuströmung) sowie vor allem im Osten (Hauptzuströmrichtung) noch eine gewisse Reserve auf.

Fazit

Da die mittlere Fließzeit von der Surb bis zum südlichsten Fassungsstrang der GWF Grüt gemäss Modellrechnung etwas mehr als 10 Tage beträgt, sollten bakteriologische Verunreinigungen, welche durch eine allfällige Infiltration von belastetem Surbwasser in das Grundwasser gelangen, bis zum Eintreffen in der GWF Grüt abgebaut sein. Bei dieser Betrachtung werden homogene Untergrundverhältnisse angenommen. Bei Vorhandensein von präferentiellen Fließwegen können einzelne Wasserteilchen schneller in die Fassung gelangen. In diesem Fall handelt es sich aber um einen eher bescheidenen Anteil am Förderwasser.

Zusätzlich gilt es zu beachten, dass die vertikale Sickerströmung durch die schützenden Deckschichten bei den berechneten Verweilzeiten nicht berücksichtigt wurde. Aufgrund der geringen Durchlässigkeit und der vergleichsweise grossen Mächtigkeit der Deckschichten inklusive der verkitteten Kies-Sandschichten dürfte die *Aufenthaltszeit des Sickerwassers* mehrere Tage betragen. Damit steht effektiv mehr Zeit zum Abbau von bakteriologischen Verunreinigungen zur Verfügung, als dies die Verweilzeiten des Grundwassers gemäss Modellrechnungen ausweisen.

4 REVITALISIERUNGSMASSNAHMEN IN DER SCHUTZZONE

4.1 Gefährdung der GWF Grüt durch Bachwasser-Infiltrat

Wie in Kap. 3.2 dargelegt, ist die wechselseitige Beziehung zwischen Surb und Grundwasser im Bereich der GWF Grüt aufgrund der vorhandenen hydrogeologischen Verhältnisse deutlich eingeschränkt. Bei unbeeinflussten, wenig über dem Abflusspegel der Surb liegenden Grundwasserständen ist mit mengenmässig praktisch vernachlässigbaren Grundwasseraustritten (Exfiltration) im Böschungsbereich zu rechnen. Bei laufendem Förderbetrieb in der GWF Grüt wird der Grundwasserspiegel bis unter die Bachsohle abgesenkt. Auch in diesem Fall verhindert der feinkörnige Untergrund einen nennenswerten Wasseraustausch resp. eine Infiltration von Bachwasser in das Grundwasser.

Die Mächtigkeit der feinkörnigen Deckschichten beträgt im Bereich der Surb knapp 2 m. Zusammen mit den verkitteten Kies-Sandschichten über dem Grundwasserleiter beträgt die Mächtigkeit aber mehr als 5 m. Eine geringfügige Verletzung der oberflächennahen, wenig wasserdurchlässigen Schichten durch kleinräumige flussbauliche Massnahmen dürfte daher zu keiner spürbaren Zunahme der Bachwasserinfiltration führen. Hinzu kommt, dass die mittlere Verweilzeit des Grundwassers zwischen Surb und der GWF Grüt – selbst bei Dauerpumpbetrieb mit der Konzessionsmenge – mehr als 10 Tage beträgt, so dass ausreichend Zeit für den Abbau bakteriologischer Belastungen im Bachwasserinfiltrat zur Verfügung stehen sollte.

Unter den beschriebenen speziellen Randbedingungen sind unseres Erachtens gewisse Revitalisierungsmassnahmen im Bereich der Schutzzone – unter Auflagen – ohne nachteilige Auswirkungen auf die bestehende Trinkwassernutzung möglich. Nachfolgend werden diese genauer definiert.

4.2 Revitalisierung in der Zone S2

Das Bachbett der Surb quert auf rund 200 m Länge den südlichen Randbereich der Zone S2 (engere Schutzzone). Gemäss Schutzzonenreglement sind Revitalisierungsmassnahmen innerhalb der Zone S2 nicht zugelassen. Aufgrund des nur geringen Gefälles ist eine stärkere Aufweitung des Surbbettes mit Mäandern ohnehin nur an ausgewählten Stellen und in beschränkter Masse möglich. Durch Mäandern entsteht ein längerer Flusslauf, welcher die Fliessgeschwindigkeit reduziert und so die Verschlammungen im Niederwasserbereich fördert. Im Bereich des Flurwegs entlang dem rechten Surbufer verläuft zudem die Hauptsammelkanalisation von Schleinikon nach Niederweningen. Die Leitung wurde 2012 saniert und ist innerhalb der Zone S2 mit einer Leckerkennung ausgestattet. Die Abwasserleitung darf durch die flussbaulichen Massnahmen nicht tangiert werden.

Aufgrund der vorgängig beschriebenen hydrogeologischen Verhältnisse erachten wir in der Zone S2 folgende Massnahmen als zulässig:

- Kleinräumige flussbauliche Massnahmen, wie z.B. das Entfernen bestehender Sohlen- und Ufersicherungen und der Einbau von kleinen Ufer-Elementen (z.B. Faschinen, Wurzelstöcke etc.). Mit diesen Massnahmen wird eine gewisse Dynamik der Bachströmung, aber ohne Geschiebetrieb und Sohlerosion, zugelassen.
- Entfernen kleiner Schwellen mit minimaler Anpassung des Höhenprofils.
- Lokale Baggerungen für die oben beschriebenen baulichen Sicherungen bis maximal 1 m unter das Niveau der Bachsohle. Für die Hinterfüllung von Ufer-Elementen ist feinkörniges, lehmiges Material zu verwenden.

Nicht zugelassen werden sollten:

- Gerinne-Aufweitungen mit Mäandern und einer erhöhten Fliessdynamik.
- Entfernen von Schwellen (Abstürze) mit Sohlenabsenkung im Oberwasser¹.

Grundsätzlich ist im rund 40 m langen Abschnitt unmittelbar auf Höhe der Fassung, wo die 10-Tagesisochrone bis nahe an die Surb reicht (vgl. Abb. 8), bei der Planung von Eingriffen erhöhte Vorsicht geboten. In diesem Bereich sind bei Bedarf zusätzliche Schutzmassnahmen zu diskutieren, wie z. B. eine lokale Gerinneabdichtung mit einer wurzelbeständigen Bentonitmatten [13].

Revitalisierungsmassnahmen sind in jedem Fall in Absprache mit der Abt. Gewässerschutz des AWEL zu planen und dürfen nur mit deren Zustimmung realisiert werden.

4.3 Revitalisierung in der Zone S3

Oberhalb und unterhalb der Zone S2 wäre im Bereich der weiteren Schutzzone (Zone S3) – neben den oben genannten Revitalisierungsmassnahmen – unseres Erachtens zusätzlich ein leicht mäandrierender Verlauf des Bachgerinnes (vgl. Titelfoto) möglich. Die entstehende

¹ grössere Schwellen/Abstürze sind in der Zone S2 und S3 keine vorhanden.

Fliessdynamik darf dabei allerdings zu keinen erosiven Prozessen an der Sohle und entlang der Uferböschungen mit Abschwemmungen von Feinmaterial bei Hochwasser führen.

Grössere Aufweitungen oder die Entfernung von Schwellen mit Sohlenabsenkungen sind auch in der Zone S3 nicht zuzulassen.

4.4 Empfehlungen für vorsorgliche Massnahmen

Bei den *Bauarbeiten* sind die «Allgemeinen Nebenbestimmungen für die Ausführung von Bauten in Grundwasserschutzzonen (Zone S) vom Januar 2010» (rev. 1. Oktober 2015) zu beachten.

Das Pumpwerk sollte während der baulichen Eingriffe in der Zone 2 vorsorglich abgeschaltet. Zwei Wochen nach Beendigung derselben kann dieses wieder in Betrieb genommen werden, falls eine einwandfreie chemisch-bakteriologische Trinkwasserqualität nachgewiesen wird. Zudem sollte die Wasserqualität anschliessend während eines Jahres monatlich untersucht werden, um allfällige Auswirkungen der Revitalisierung feststellen zu können.

Zürich, 14. Mai 2020
200211 Bericht01_rev.docx La / TR

Jäckli Geologie AG



Sachbearbeiter:

Walter Labhart, Dr. sc. nat. Geologe
Roland Toussaint, Dr. Geologe