

Grundwasserfassungen Holberg (GWR g 8-14) Uster / ZH

Überprüfung und Anpassung der Schutzzonen – Hydrogeologischer Bericht



Zürich, 29. Dezember 2020

revidiert am 25.7.2024

Auftraggeber: Energie Uster AG, Oberlandstrasse 78, Postfach, 8610 Uster

Objektnummer: 190162

Jäckli Geologie AG
Albulastrasse 55, 8048 Zürich
Telefon +41 44 344 55 66

Zürich · Baden · Winterthur · Schwyz · Cham

www.jaeckli.ch

INHALT

1	EINLEITUNG	4
1.1	Problemstellung und Auftrag	4
1.2	Verwendete Unterlagen	4
2	GEOLOGISCH-HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE	6
2.1	Geologie	6
2.2	Grundwasser	7
2.3	Hydrogeologische Verhältnisse bei den Fassungen Holberg 1 und 2	7
3	GRUNDWASSERFASSUNGEN HOLBERG 1 UND 2	10
3.1	Eckdaten	10
3.2	Brunnenbohrung und -ausbau	11
3.3	Konzessionierte Entnahmemenge	11
3.4	Fördermengen	12
3.5	Brunnenwasserstände	13
3.6	Fliessverhältnisse bei Pumpbetrieb	15
3.7	Chemisch-bakteriologische Wasserqualität	16
4	BEMESSUNG DER SCHUTZZONEN	17
4.1	Zielsetzungen	17
4.2	Heutige Abmessungen	17
4.3	Überprüfung der Grundwasserschutzzonen und Anpassungen	18
5	AUFLAGEN UND MÖGLICHE KONFLIKTE IN DEN SCHUTZZONEN	19
5.1	Allgemeines	19
5.2	Waldstrassen in Zone S2	19
5.3	SBB-Bahnlinie in Zone S3	20

TABELLE

Tabelle 1:	Angaben zu den GWF Holberg 1 und 2 [6]	10
------------	--	----

ABBILDUNGEN

Abb. 1:	Ausschnitt aus dem Geologischen Atlas 1:25'000 Blatt Uster [16]	6
Abb. 2:	Hydrogeologisches Querprofil, 4-fach überhöht	8
Abb. 3:	Ausschnitt aus der Grundwasserkarte des Kantons Zürich, 1:10'000 [14]	9
Abb. 4:	Schema mit Ausbau der Filterbrunnen Holberg 1 und 2 [7]	12
Abb. 5:	Jahres-Fördermengen der GWF Holberg 1 und 2 von 2000–2019	13
Abb. 6:	Ganglinie des Grundwasserspiegels in der GWF Holberg 1, Periode 2010–2019	14
Abb. 7:	Ganglinie des Grundwasserspiegels in der GWF Holberg 2, Periode 2010–2019	14
Abb. 8:	Grundwasserfliessverhältnisse beim Pumpversuch 1992 und heutige Schutzzonen	15

Abb. 9:	Aktuelle Belastungen mit dem Chlorothalonil-Metaboliten R471811 in Trinkwasserfassungen des Bezirks Uster	16
Abb. 10:	Vorschlag für Anpassung der Zone S2 südlich der S-Bahnlinie Uster–Aathal (mit Projekten Doppelspurausbau in «rot» und Oberlandautobahn in «blau»)	19

BEILAGEN

- Beilage 1: Situation 1:2000 mit bisherigen und neuen Schutzzonen (Übersichtsplan)
Beilage 2: Situation 1:2000 mit neuen Schutzzonen (AV-Plan)

1 EINLEITUNG

1.1 Problemstellung und Auftrag

Mit Verfügung der Baudirektion Nr. 2579/1996 wurden die Grundwasserschutzzonen um die Grundwasserfassungen Holberg 1 und 2 (Grundwasserrecht g 8-14) genehmigt. Seither sind verschiedene Gesetze und Verordnungen mit schutzzonenrelevanten Bestimmungen geändert worden. Zudem planen die SBB am Rand der bestehenden Zone S3 den Doppelspurausbau Aathal–Uster [8].

Das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) hat daher die Stadt Uster mit Schreiben vom 28. Januar 2019 aufgefordert, die bestehenden Schutzzonen durch einen Hydrogeologen überprüfen zu lassen. Das hydrogeologische Gutachten ist zusammen mit den aktualisierten Schutzzonendokumenten (Schutzzonenplan und -reglement) dem AWEL zur Vorprüfung einzureichen.

Basierend auf unserer Kostenschätzung vom 29.03.2019 wurde die Jäckli Geologie AG durch Herrn R. Germann, von der Energie Uster AG mündlich mit der Überprüfung der Schutzzonen beauftragt.

1.2 Verwendete Unterlagen

Frühere Berichte und Publikationen

- [1] Hug, J. & Beilick, A. (1934): Die Grundwasserverhältnisse des Kantons Zürich.
- [2] Dr. Th. Locher & Dr. L. Wyssling (01.08.1980): Die Grundwasserverhältnisse im oberen Glatttal/ZH – Bericht im Auftrag AGW Zürich (u.a. mit Bohrprofilen 101, 215, 216).
- [3] Th. Kempf et al. (1986): Die Grundwasservorkommen im Kanton Zürich, Erläuterungen zur Grundwasserkarte 1:25000 (Hrsg. AWEL).
- [4] Dr. Lorenz Wyssling (11.11.1991): Grundwasserprospektion im Gebiet Gibel, Uster / ZH, Hydrogeologische Untersuchungen zur Evaluation potentieller Fassungsstandorte. Ergebnisse der Pumpversuche vom April – August 1991 aus den Versuchsfilterbrunnen Nr. 55 und 56 und Empfehlungen zum weiteren Vorgehen.
- [5] Dr. Lorenz Wyssling (22.02.1993): Grundwasserprospektion im Gebiet Gibel, Uster / ZH, Hydrogeologische Untersuchungen zur Evaluation potentieller Fassungsstandorte. Zusammenfassender Schlussbericht der Untersuchungen 1989 – 1993, mit Empfehlungen zum Bau von zwei neuen Grundwasserfassungen an den Standorten KB56 und KB57.
- [6] Dr. Lorenz Wyssling (18.05.1996): Grundwasserfassungen Holberg I und II, GWR g 8-14, Uster / ZH – Hydrogeologischer Bericht zur Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen.
- [7] Hubert Meier AG (Januar 1999): Grundwasseranlage Holberg (Ersatz der Quellwasservorkommen im Aathal), Schlussbericht und Bauabrechnung.
- [8] SBB Studien-Factory PJ (28.01.2020): Objektstudie Doppelspurausbau Uster - Aathal, Konfliktanalyse Umwelt.

Messdaten

- [9] Energie Uster AG: Wöchentliche Fördermengen GWF Holberg 1 und 2, Zeitraum 2000–2020.
- [10] Energie Uster AG: Wöchentliche Wasserstandmessungen GWF Holberg 1 und 2, Zeitraum 2000–2020.
- [11] Kantonales Labor Zürich (2017–2020): Chemische und bakteriologische Analysen.
- [12] AWEL Qualitätsüberwachung (www.zh.ch): Messdaten GWF Holberg 1 ab 2000.

Öffentliche Grundlagen und Karten

- [13] maps.zh.ch (Dezember 2020): Gewässerschutzkarte Kanton Zürich.
- [14] maps.zh.ch (Dezember 2020): Grundwasserkarte Kanton Zürich, Mittel- und Hochwasserstand.
- [15] maps.zh.ch (Dezember 2020): Kataster der Belasteten Standorte.
- [16] Geologischer Atlas der Schweiz, Blatt 1092 Uster (2007), *siehe auch map.geo.admin.ch*
- [17] Kanton Zürich Gesundheitsdirektion Kantonales Labor Zürich / Baudirektion Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (10.09.2020): Grund- und Trinkwasser im Kanton Zürich: Rückstände von Chlorothalonil-Metaboliten.

Gesetze, Verordnungen und Richtlinien

- [18] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz GSchG) vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. Januar 2020), SR 814.20.
- [19] Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. April 2020), SR 814.201.
- [20] BUWAL, heute BAFU (2004): Vollzug Umwelt – Wegleitung Grundwasserschutz.
- [21] BAFU (2012): Grundwasserschutz zonen bei Lockergesteinen – Ein Modul der Vollzugshilfe Grundwasserschutz.
- [22] BAV/BAFU (August 2018): Richtlinie Entwässerung von Eisenbahnanlagen.
- [23] Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV) vom 16. Dezember 2016 (Stand am 1. Juli 2020).

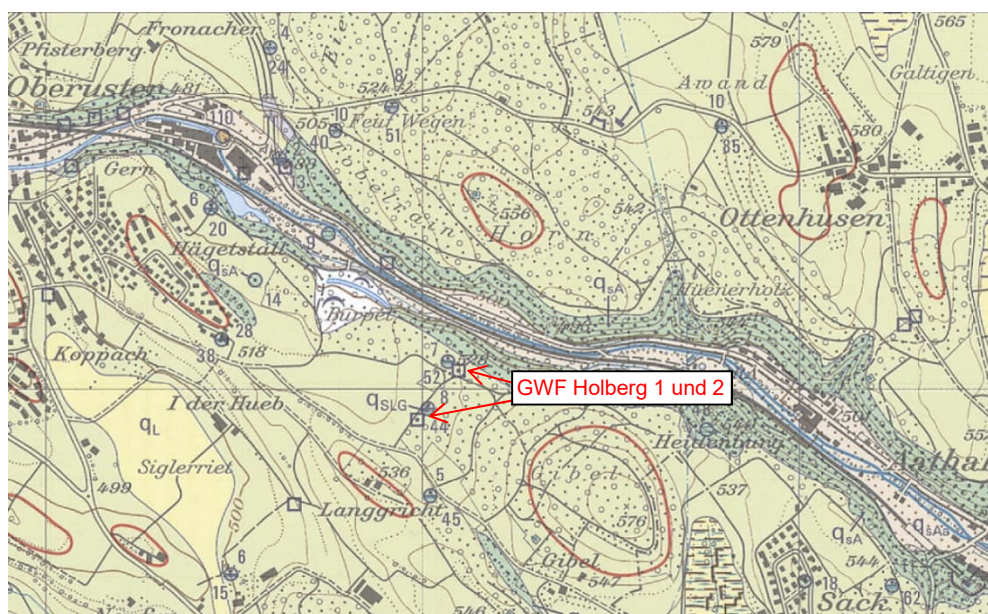
2 GEOLOGISCH-HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISS

2.1 Geologie






Die Grundwasserfassungen Holberg 1 und 2 der Stadt Uster liegen südlich des Aatals, auf einer teilweise bewaldeten Anhöhe. Die Drumlin-Hügel beidseits des Aatals werden aus Moränen der letzten Eiszeit gebildet.

Unter der Moräne folgt ein kalteiszeitlicher Schotter, welcher entlang des Einschnittes im Aatal aufgeschlossen ist (Abb. 1). Dieser so genannte Aathal-Schotter ist heterogen zusammengesetzt und häufig zu Nagelfluh verkittet. Nicht selten treten darin auch Einschaltungen von älteren Moränenablagerungen auf.

Abb. 1: Ausschnitt aus dem Geologischen Atlas 1:25'000 Blatt Uster [16]



Legende

	q _L Hanglehm, Schwemmlehm
	q _{SA} Aabach-Schotter, spät- bis postglazial (meist von geringmächtigen, feinkörnigen Überschwemmungssedimenten überdeckt)
	q _{4m} Moräne der Letzten Vergletscherung
	Drumlin
	q _{SA} Aathal-Schotter: kaltzeitliche Flussschotter

2.2 Grundwasser

Der Aathal-Schotter stellt einen heterogen aufgebauten *Grundwasserleiter* mit örtlich stark unterschiedlicher Durchlässigkeit dar, welcher sich von Bubikon bis nach Bassersdorf erstreckt. Im Gebiet südöstlich von Oberuster beherbergt der teilweise verkittete Schotter das kantonale Grundwasservorkommen g 8 (Aathal-Grundwasserstrom). Als Grundwasserstauer wirken die unter dem Schotter liegenden Seebodenablagerungen. Deren Oberfläche weist einen vergleichsweise flachen Verlauf auf. Die heutige Obergrenze des Aathal-Schotters stellt eine glaziale Erosionsfläche dar, welche von letzteiszeitlicher Moräne und warmzeitlichen Ablagerungen überdeckt ist.

Ein spezielles Charakteristikum des Aathal-Schotters stellt das Auftreten von steil stehenden «*Lehm-Dykes*» dar. Dabei handelt es sich um lehmgefüllte Klufflächen im Schotterkomplex, welche hydraulisch wie Dichtwände wirken und das Grundwasservorkommen in einzelne Kompartimente unterteilen. Durch solche «*Lehm-Dykes*» kann die natürliche Grundwasserflussbewegung lokal behindert resp. umgelenkt werden.

Im Gebiet Holberg erfolgt die natürliche *Fliessbewegung* des Grundwassers im Aathal-Schotter etwa parallel zum Aatal, in Richtung WNW.

Die *Grundwasserneubildung* erfolgt fast ausschliesslich über den versickernden Niederschlagsanteil. Entsprechend werden die Schwankungen des Grundwasserspiegels durch die witterungsbedingt unterschiedliche Grundwasserneubildung – sowie zusätzlich durch allenfalls vorhandene Grundwasserentnahmen – bestimmt.

2.3 Hydrogeologische Verhältnisse bei den Fassungen Holberg 1 und 2

Das nahe Umfeld der beiden Grundwasserfassungen Holberg 1 und 2 zeichnet sich durch besondere Verhältnisse aus. Die detaillierten Vorabklärungen für den Bau der Fassungen haben gezeigt, dass lokal zwei durch eine unterirdische «Grundwasserbarriere» vollständig getrennte Grundwasservorkommen (Kompartimente) vorhanden sind, welche vollkommen getrennt voneinander bewirtschaftet werden können resp. müssen [6].

Die lokalen hydrogeologischen Verhältnisse lassen sich wie folgt charakterisieren:

- *Aatal-nahes Kompartiment mit tieferen Grundwasserspiegel*
Im nördlich gelegenen, an das Aatal angrenzenden Kompartiment liegt die Fassung Holberg 1. Die natürliche Feldergiebigkeit beträgt gemäss früheren Pumpversuchen rund 700–900 l/min. Die nutzbare Mächtigkeit des grundwasserführenden Aathal-Schotters beträgt bei Mittelwasserstand ca. 9 m. Der Schotter weist eine mittlere Durchlässigkeit von $k = 7.5 \cdot 10^{-4}$ m/s auf. Der Grundwasserspiegel liegt im Mittel ca. auf Kote 489 m ü.M., entsprechend einem Flurabstand von rund 40 m.
- *Grundwasserbarriere*
Zwischen den beiden Fassungen ist eine *hydraulische Barriere* vorhanden, deren Verlauf allerdings nicht im Detail bekannt ist. Diese stellt eine weitgehend dichte, natürliche unterirdische Trennwand (Staumauer) dar. Südlich, d.h. im Aatal-ferneren Kompartiment liegt der Grundwasserspiegel rund 3–5 m höher. Es wird vermutet, dass es sich bei dieser innerhalb des Aathal-Schotters vorhandenen Barriere um eine wenige Dezimeter starke, senkrechte Kluffüllung aus gelbem Lehm handelt, wie sie z.B. schon beim Südportal des

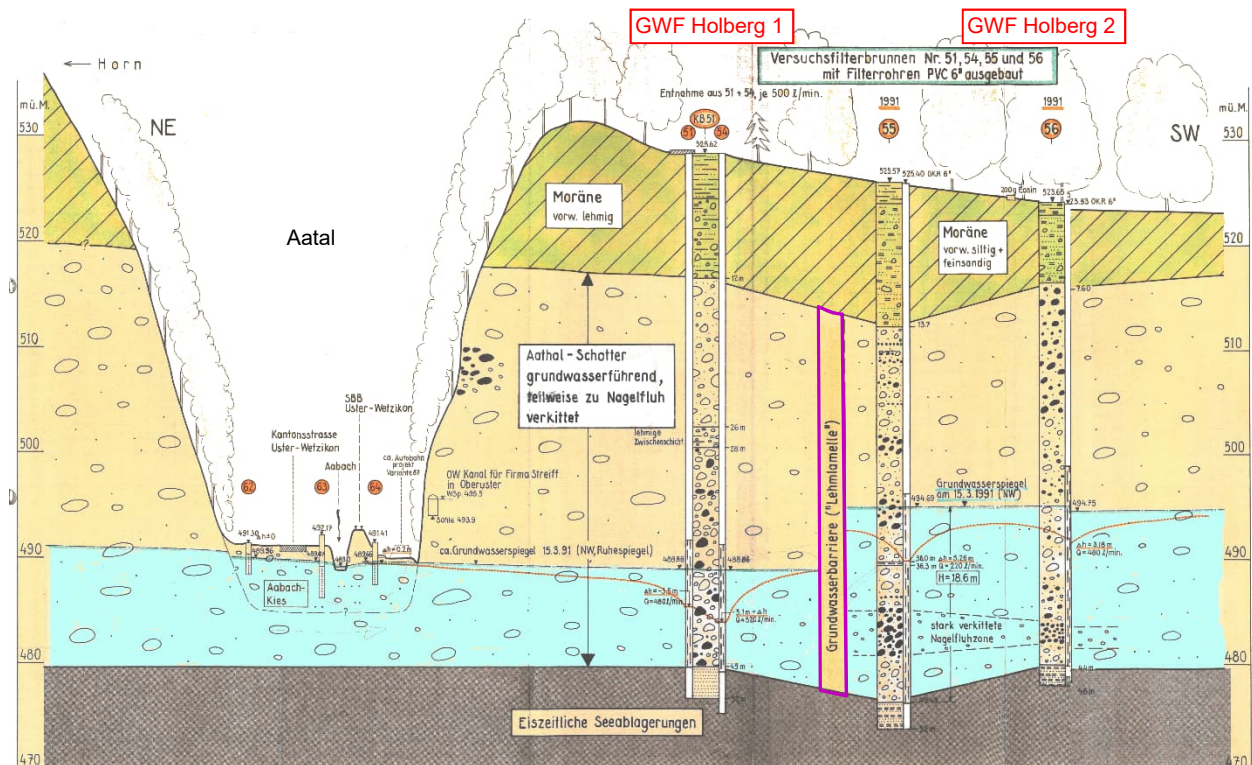
SBB-Tunnels Aathal und auch andernorts im Aathal-Schotter angetroffen worden ist. Diese durchtrennt die gesamte Mächtigkeit des Aathal-Schotters und ist hydraulisch derart wirksam, dass beim Pumpbetrieb in einem der beiden Kompartimente im anderen Kompartiment absolut keine Reaktion, d.h. kein Absinken des Grundwasserspiegels zu beobachten ist.

- Aathal-ferneres Kompartiment mit höherem Grundwasserspiegel
Das südliche Grundwasser-Kompartiment wurde mit der Fassung Holberg 2 erschlossen. Der natürliche Grundwassernachfluss resp. die Feldergiebigkeit ist in diesem Vorkommen deutlich geringer und beträgt lediglich ca. 200–300 l/min. Am Fassungsstandort beträgt die Grundwassermächtigkeit rund 14 m (bei Mittelwasser). Aus Pumpversuchen resultiert ein Profil-K-Wert von 7.5×10^{-4} m/s. Bei Mittelwasserstand liegt der Grundwasserspiegel ca. auf Kote 494 m ü.M., d.h. der Flurabstand beträgt rund um 30 m.

An den Standorten der Grundwasserfassungen Holberg 1 und 2 liegt eine schützende, durchschnittlich 7 m mächtige Moränendecke vor (vgl. Querprofil in Abb. 2), welche für das in 30–40 m Tiefe liegende Grundwasser einen natürlichen Schutz vor raschen Einsickerungen von der Oberfläche darstellt. Die für die senkrechte Durchsickerung von der Oberfläche bis ins Grundwasser benötigte Verweilzeit beträgt gemäss Markierversuchen 1991 über 16 Tage [5].

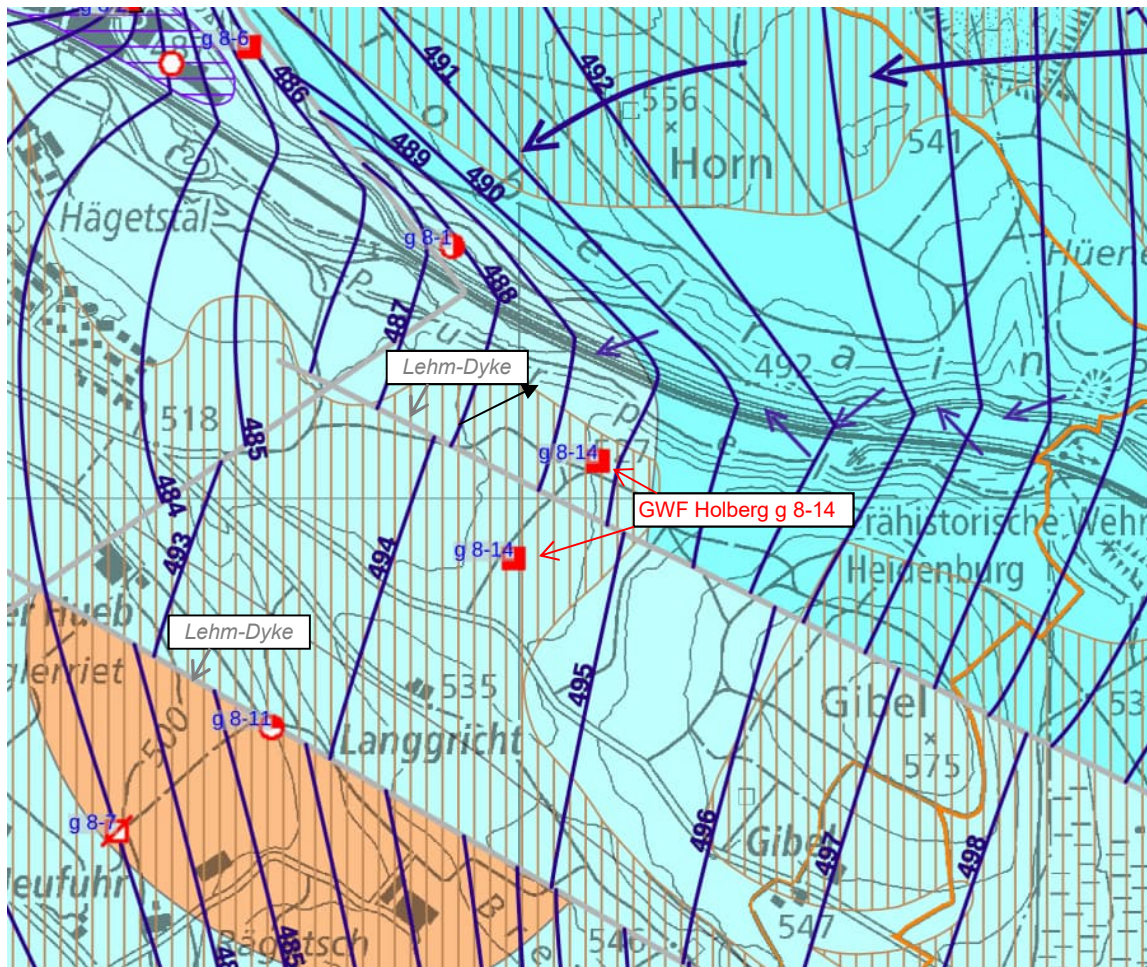
Unerwünschte kurzschlussartige Verbindungen vom Aabach ins genutzte Grundwasser sind gemäss den Resultaten der Markierversuche von 1992 [5] ebenfalls nicht zu befürchten.

Abb. 2: Hydrogeologisches Querprofil, 4-fach überhöht










aus Bericht Wyssling 1991 [4]

Abb. 3: Ausschnitt aus der Grundwasserkarte des Kantons Zürich, 1:10'000 [14]



Schotter-Grundwasser in Tälern








-  Grundwasserrandgebiet
-  Grundwassermächtigkeit ca. 2–10 m
-  Grundwassermächtigkeit ca. >10–20 m
-  Grundwassermächtigkeit ca. >20 m
-  Grundwasservorkommen vermutet
-  schlecht durchlässige Bedeckung > 5 m

-  Isohypsen der Grundwasseroberfläche bei Mittelwasser (m ü.M.)

Grundwasserfassungen mit Konzessionsmenge

-  ohne Angabe
-  < 30 l/min
-  30 – 300 l/min
-  > 300 – 3'000 l/min
-  > 3'000 l/min
-  stillgelegt
-  Kantonaler Grundwasserpegel

Quellwasserfassungen mit Konzessionsmenge

-  ohne Angabe
-  < 30 l/min
-  30 – 300 l/min
-  > 300 – 3'000 l/min
-  > 3'000 l/min
-  ungefasster Quellaustritt
-  stillgelegte Quellauffassung

3 GRUNDWASSERFASSUNGEN HOLBERG 1 UND 2

3.1 Eckdaten

In der nachfolgenden *Tabelle 2* sind die wichtigsten Angaben zu den GWF Holberg 1 und 2 zusammengestellt.

Tabelle 1: Angaben zu den GWF Holberg 1 und 2 [6]

Parameter	Holberg I	Holberg II
<u>Terrainhöhe</u> , m ü.M.	530.90 (KB 57)	523.65 (KB 56)
<u>Grundwasserspiegellage</u> , m ü.M.		
- bei Hochwasserstand, prognostisch	489.5	494.75
- bei Mittelwasserstand	489.25	494.0
- bei Niederwasserstand, prognostisch	489.0	493.5
OK <u>Grundwasserstauer</u> , m ü.M.	480.15 (KB 57)	479.65 (KB 56)
Mittlere <u>Grundwassermächtigkeit</u> H_m	9.10 m	14.35 m
Tiefster <u>Betriebsspiegel</u> , m ü.M.	ca. 487.0 (provis.)	ca. 489.0 (provis.)
Mittlere <u>Durchlässigkeit</u> k des Grundwasserleiters, m/sec	$7.5 \cdot 10^{-4}$	$7.5 \cdot 10^{-4}$
Natürliches <u>Gefälle</u> i_0 des Grundwasserspiegels	0.01	0.01
Konzessionierte maximale <u>Entnahmeleistung</u> Q , l/min	1'200	800
Frachtbeschränkung, gemäss Konzession		
pro Woche	9'500 m ³	-
pro Monat	35'000 m ³	-
pro Jahr	420'000 m ³	130'000 m ³
Beim Strömungsvorgang wirksame <u>Porosität</u> p des Grundwasserleiters (Annahme)	0.13	0.13
Natürliche <u>Fließgeschwindigkeit</u> v_0 des Grundwassers (unter Annahme von $p = 0.13$ und gemäss Abschätzung aus Markierversuchen 1992)		$v_0 = 5$ m/Tag
Für die senkrechte Durchsickerung der Moränen-deckschicht und des Schotters bis zum Grundwasserspiegel benötigte <u>Sickerzeit</u> (gemäss Markierversuch 1991)		mehr als 16 Tage
<u>Entnahmebreite</u> b auf Fassungshöhe bei maximalem Pumpbetrieb (extrapoliert/abgeschätzt aufgrund des Isohypsenbildes beim Pumpversuch 1992)	ca. 200 m	ca. 200 m
<u>Talseitige</u> Begrenzung des <u>Entnahmebereiches</u> x_0 (Abstand von der Pumpstelle, extrapoliert/abgeschätzt aufgrund des Isohypsenbildes beim Pumpversuch 1992)	ca. 100 m	ca. 100 m
Die benötigten minimalen Fließstrecken des Grundwassers betragen somit (ermittelt aus Markierversuchen, bzw. rechnerisch abgeschätzt nach der Formel von L. WYSSLING, 1979):		
Für Zuströmdauer <u>10 Tage</u> *) oberstrom der Fassung (= Rand von Zone S II)		$x = 116$ m
Für Zuströmdauer <u>25 Tage</u> *) oberstrom der Fassung (= Rand von Zone S III)		$x = 220$ m
Für Zuströmdauer <u>10 Tage</u> *) unterstrom der Fassung (= Rand von Zone S II)		$x = -70$ m
Für Zuströmdauer <u>25 Tage</u> *) unterstrom der Fassung (= Rand von Zone S III)		$x = -88$ m

*) ohne Berücksichtigung der für die senkrechte Durchsickerung der Moränen-deckschicht benötigten Sickerzeit

3.2 Brunnenbohrung und -ausbau

Der Bau der Fassungen Holberg 1 und 2 erfolgte im Zeitraum 1996–1998 gestützt auf umfangreiche hydrogeologische Vorabklärungen, welche Bohrungen und mehrmonatige Pumpversuche in Versuchsbrunnen umfassten. Die Brunnenanlagen wurden im Juli 1998 in Betrieb genommen.

GWF Holberg 1

Der Brunnen Holberg 1 wurde am Standort der Probebohrung KB57 erstellt. Vorgängig der eigentlichen Brunnenbohrung wurde bis 38 m Tiefe ein Beton-Senkschacht (ø 3000 mm) abgeteuft.

Die Brunnenbohrung weist einen Durchmesser von 2500 mm auf. Der Ausbau erfolgte mit Chromnickelstahl-Filterrohren ø 800 mm. Es sind zwei Schlitzbrücken-Filterabschnitte vorhanden, von 44.5–46.6 m und von 49.1–50.7 m Tiefe. Im 2.5 m langen Vollrohrstück zwischen den Filterrohren sind zwei Unterwasserpumpen angeordnet.

Im Juli 1998 wurde bei einer Förderrate von 700 l/min eine Absenkung des Brunnenwasserspiegels um 0.65 m gemessen.

GWF Holberg 2

Der Brunnen Holberg 2 liegt 170 m SW der GWF Holberg 1 (Standort Probebohrung KB56). Der Beton-Senkschacht ø 3000 mm ist deutlich weniger tief und reicht bis knapp 26 m u.T. Darunter wurde bis auf Endtiefe in 46.2 m u.T. die Brunnenbohrung ø 2500 mm niedergebracht. Die Chromnickelstahl-Filterrohre ø 800 mm erschliessen das Aathal-Grundwasservorkommen zwischen 40.5 und 43.8 m Tiefe. Die beiden Unterwasserpumpen sind über dem ca. 3.3 m langen Filterabschnitt angeordnet.

Gemäss den Messungen bei der Inbetriebnahme im Sommer 1998 resultiert bei einer Förderate von 400 l/min eine Absenkung des Brunnenwasserspiegels um 0.68 m

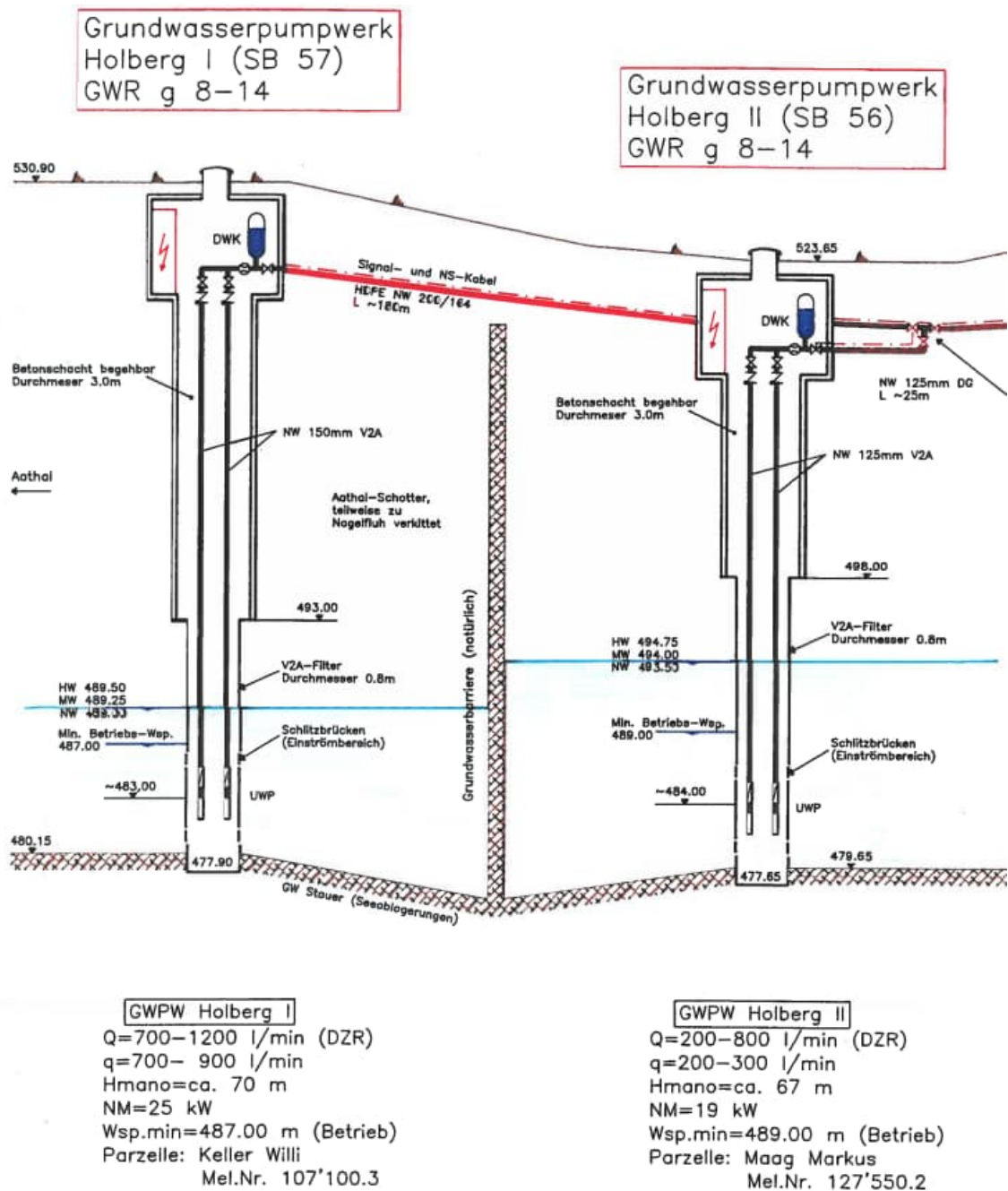
3.3 Konzessionierte Entnahmemenge

Mit Beschluss vom 9. November 1994 erteilte der Regierungsrat der Stadt Uster das Recht, dem Aathal-Grundwasserstrom mittels Filterbrunnen und Pumpenanlagen bis zu 2'000 l/min zu entnehmen und zu Trink- und Brauchzwecken zu verwenden (GWR g 8-14). Die Konzession erlaubt eine maximale Entnahme im PW Holberg 1 von 1'200 l/min und im PW Holberg 2 von 800 l/min.

Gleichzeitig wurden aufgrund der begrenzten Feldergiebigkeit folgende Frachtbeschränkungen verfügt:

PW Holberg 1:	9'500 m ³ /Woche	35'000 m ³ /Monat	420'000 m ³ /Jahr
PW Holberg 2:	-	-	130'000 m ³ /Jahr

Abb. 4: Schema mit Ausbau der Filterbrunnen Holberg 1 und 2 [7]



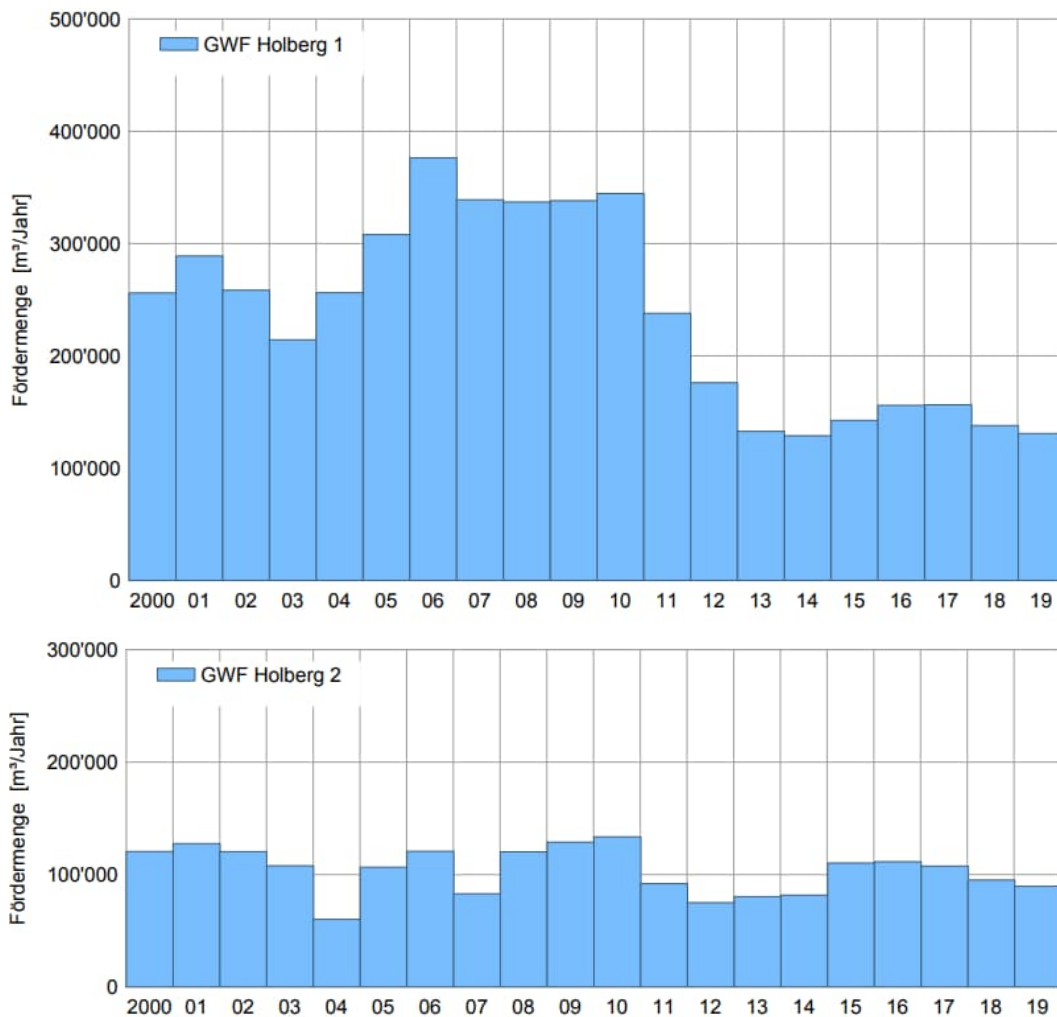
3.4 Fördermengen

Die Grafik in Abb. 5 zeigt die jährlichen Entnahmemengen im Zeitraum von 2000 bis 2019.

In der GWF Holberg 1 schwankten die jährlich geförderten Wassermengen zwischen minimal etwa 130'000 m³ und maximal 380'000 m³, was im Jahresmittel einer Förderung zwischen ca. 250 und 720 l/min entspricht. Es fällt auf, dass von 2000 bis 2010 im PW Holberg 1 deutlich mehr Wasser gefördert wurde als in den Folgejahren.

Die Entnahmemenge in der *GWF Holberg 2* war deutlich niedriger und schwankte zwischen minimal etwa 60'000 m³ und maximal 130'000 m³ pro Jahr, entsprechend einer mittleren Förderrate zwischen ca. 110 und 250 l/min.

Abb. 5: Jahres-Fördermengen der GWF Holberg 1 und 2 von 2000–2019



3.5 Brunnenwasserstände

Die Grundwasserstände in den Brunnen Holberg 1 und 2 werden jeweils wöchentlich gemessen (Ruhewasserspiegel). In *Abb. 6* und *Abb. 7* sind die Ganglinien des Grundwasserspiegels im Zeitraum 2010–2019 dargestellt.

Sieht man von den offensichtlich fehlerhaften Werten 2010/2011 ab, so schwankten die Wasserspiegel in der Fassung *Holberg 1* in einer engen Bandbreite zwischen minimal 488.1 und maximal 488.8 m ü.M. Im Mittel lag der Grundwasserspiegel auf ca. Kote 488.5 m ü.M.

In der Fassung *Holberg 2* waren im genannten Zeitraum demgegenüber vergleichsweise grosse Grundwasserspiegelschwankungen zu beobachten. Nach den Niedrigwasserständen im Jahr 2010 um Kote 490 m ü.M. stieg der Wasserspiegel sukzessive an und erreichte Mitte

2013 einen Maximalwert von 495.2 m ü.M. In den Folgejahren sanken die Grundwasserspiegel auf Werte zwischen 491 und 493 m ü.M. ab. Der mittlere Grundwasserspiegel lag bei ca. 492.5 m ü.M. und damit rund 2.5 m höher als in der Fassung Holberg 1.

Abb. 6: *Ganglinie des Grundwasserspiegels in der GWF Holberg 1, Periode 2010–2019*

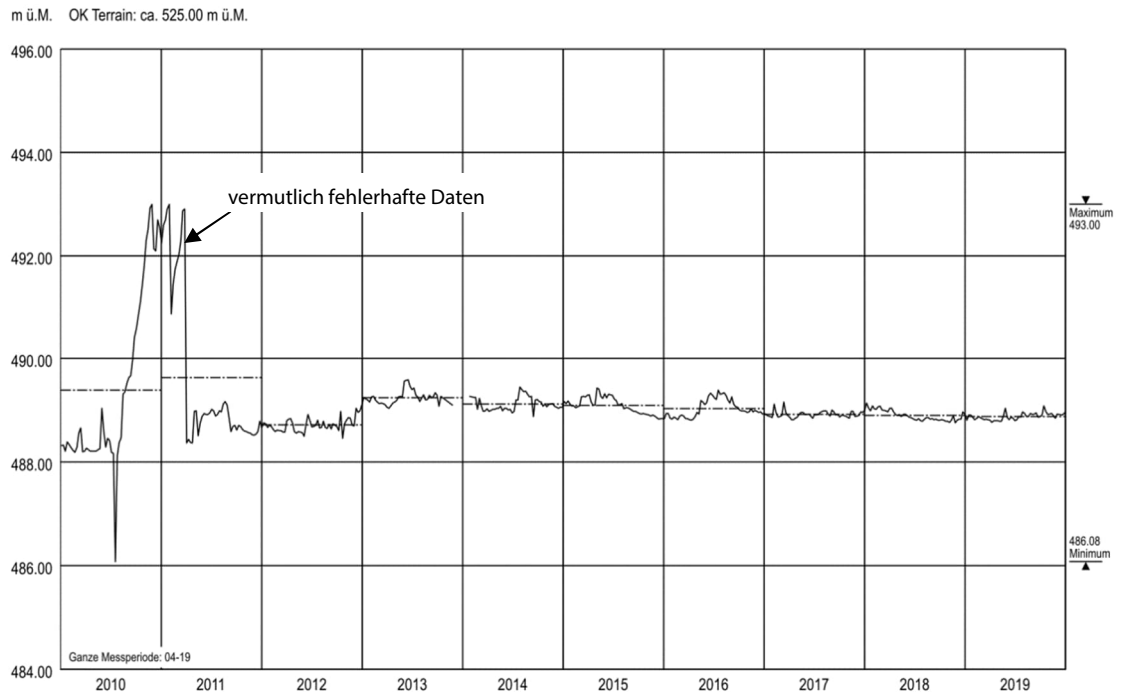
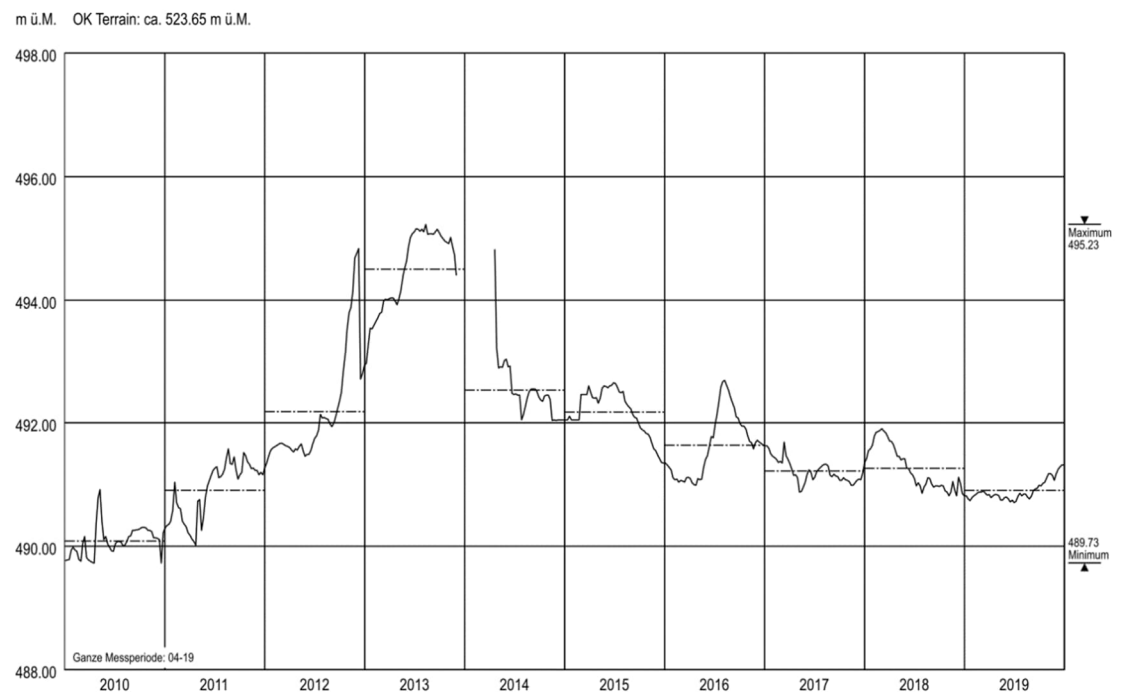


Abb. 7: *Ganglinie des Grundwasserspiegels in der GWF Holberg 2, Periode 2010–2019*

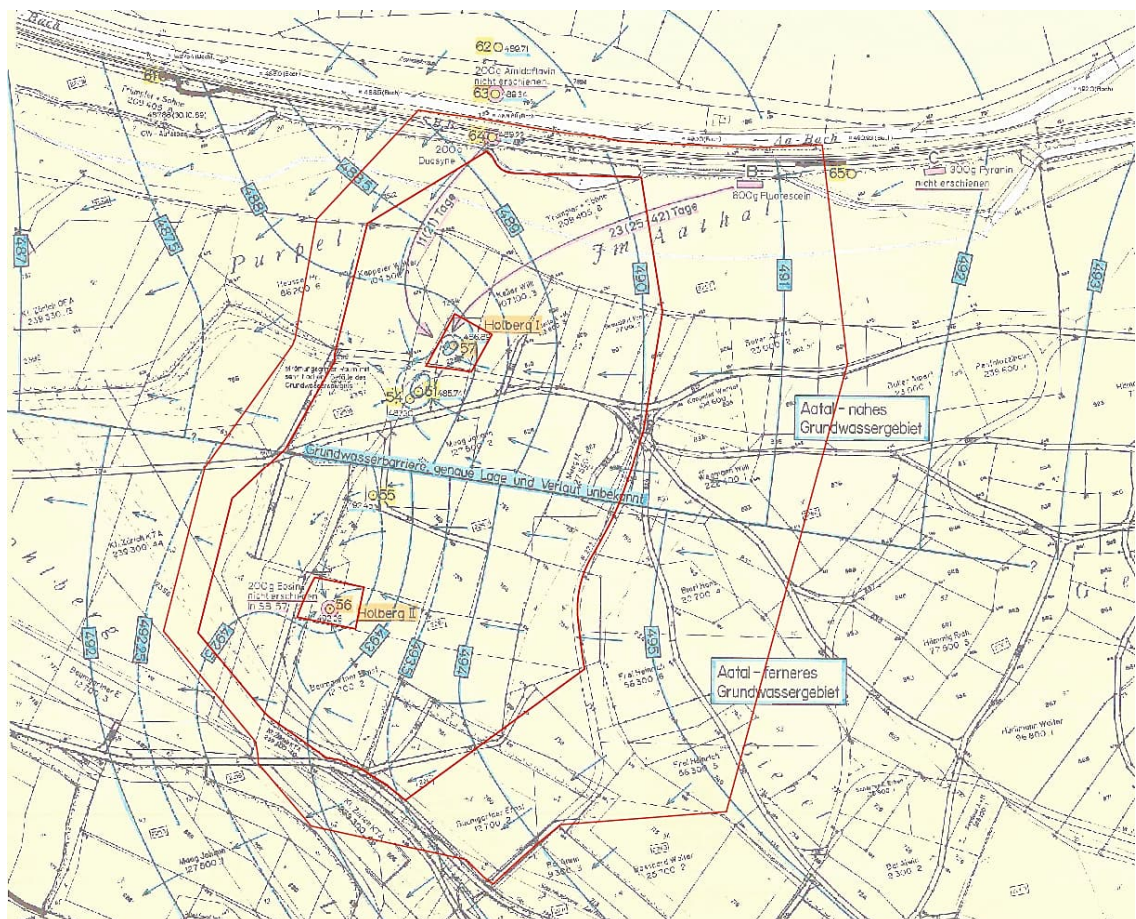


3.6 Fließverhältnisse bei Pumpbetrieb

Anlässlich des Pumpversuchs im Jahr 1992 wurden die Fließverhältnisse bei Pumpbetrieb bestimmt. Zum Zeitpunkt des Pumpversuchs lagen niedrige Wasserstände vor. Im Bereich des künftigen Fassungsstandorts *Holberg 1* wurde in 2 Versuchsbrunnen eine Wassermenge von total 1'000 l/min gefördert. In *Abb. 8* ist die Grundwasseroberfläche im «Aatal-nahen» Grundwasserkompartment vor Ende des Pumpversuchs dargestellt. Das Fassungseinzugsgebiet der Brunnen erstreckt sich in Richtung E bis NE und umfasst im Nahbereich auch das nördlich des Aabachs liegende Grundwassergebiet, d.h. hier ist bei Pumpbetrieb eine Unterströmung des Aabachs sowie zusätzlich eine Infiltration von Aabachwasser anzunehmen. Ein gleichzeitig ausgeführter Markierversuch ergab, dass ein beim Aabachufer in das Grundwasser eingegebene Farbstoff erst nach 11 Tagen in den Versuchsbrunnen erschien und die mittlere Verweilzeit rund 3 Wochen betrug. Es bestehen demzufolge zwar direkte Fließverbindungen zwischen Aabach und der Fassung *Holberg 1*, ein unerwünschter Einfluss von Bachwasserinfiltrat mit sehr kurzen Fließzeiten sind allerdings nicht anzunehmen.

Auch der Zuflussbereich zum Standort der künftigen Fassung *Holberg 2* wurde untersucht. Die Förderrate aus dem Versuchsbrunnen KB56 bei dem im Jahr 1991 durchgeführten Pumpversuch lag bei 400 l/min. Die Darstellung in *Abb. 8* zeigt die für den Niedrigwasserstand 1992 extrapolierten Fließverhältnisse. Die Zuströmung erfolgt aus Richtung Westen und umfasst eine Breite des Grundwasserleiters von ca. 150 m.

Abb. 8: Grundwasserfließverhältnisse beim Pumpversuch 1992 und heutige Schutzzonen



3.7 Chemisch-bakteriologische Wasserqualität

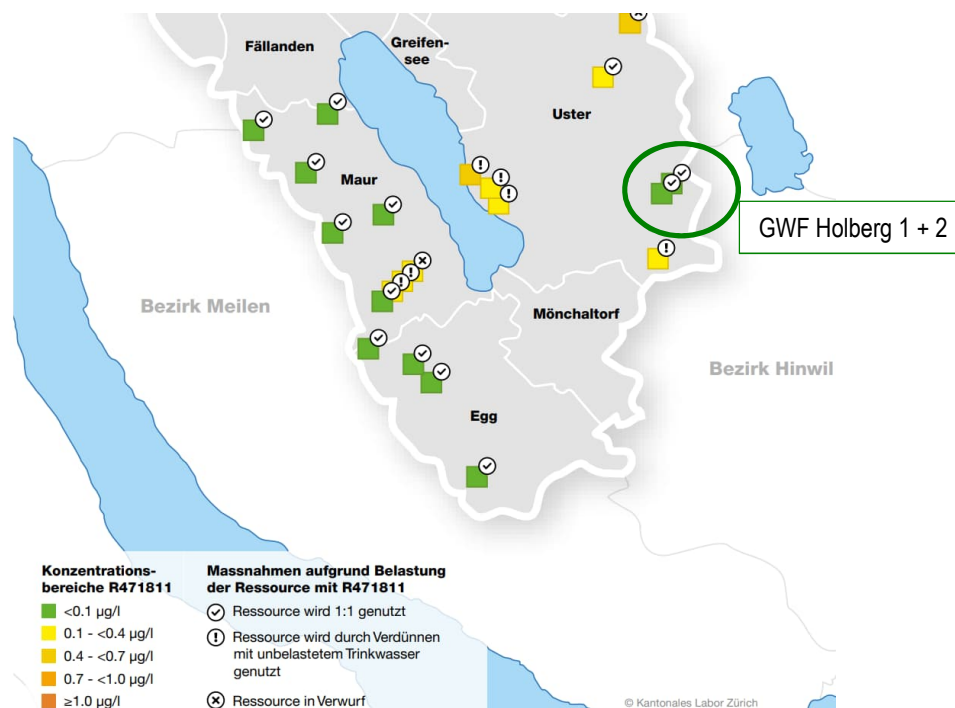
Das Förderwasser der GWF Holberg wird durch das kantonale Labor Zürich jährlich auf seine chemische und bakteriologische Qualität untersucht. Für den vorliegenden Bericht lagen uns chemisch-bakteriologischen Untersuchungen von 2010 bis 2017 vor. Zudem sind die Resultate der chemisch-bakteriologischen Analysen der Fassung Holberg 1 in der Messdatenbank des AWEL erfasst [12] und ausgewählte Parameter in Grafiken dargestellt.

Die Resultate der periodisch durchgeführten *bakteriologischen* Grundwasseruntersuchungen zeigen eine einwandfreie Trinkwasserqualität. Fäkalkeime (Escheria Coli oder Enterokokken) waren bislang zu keinem Zeitpunkt nachweisbar und die Anzahl aerober mesophiler Keime war nur vereinzelt leicht erhöht. Die bakteriologische Beschaffenheit des geförderten Grundwassers darf als einwandfrei bezeichnet werden.

Auch in *chemischer* Hinsicht ist die Wasserqualität nicht zu beanstanden. Das Grundwasser stammt aus mehrheitlich bewaldetem Einzugsgebiet und weist nur eine geringe anthropogene Beeinflussung auf. Der Nitratgehalt ist mit < 20 mg/l vergleichsweise niedrig. Die Gesamthärte liegt in der Fassung Holberg 1 bei rund 30 °fH und in der Fassung Holberg 2 bei ca. 35 °fH. Das Wasser ist als «ziemlich hart» bis «hart» zu bezeichnen, was auf den karbonatischen Untergrund zurückzuführen ist.

Aktuelle Untersuchungen des Kantons Zürich auf Rückstände des Pflanzenschutzmittels *Chlorothalonil* haben in vielen Trinkwasserfassungen zu hohe Werte. Diesbezüglich zeigen die Fassungen Holberg 1 und 2 ein günstiges Bild (Abb. 9). Die Konzentrationswerte liegen unter den zulässigen Höchstwert für Chlorothalonil-Metabolite von 0.1 µg/l und sind nicht zu beanstanden.

Abb. 9: Aktuelle Belastungen mit dem Chlorothalonil-Metaboliten R471811 in Trinkwasserfassungen des Bezirks Uster



4 BEMESSUNG DER SCHUTZZONEN

4.1 Zielsetzungen

Grundsätzlich müssen um die im öffentlichen Interesse liegenden Grundwasserfassungen Schutzzonen ausgeschieden werden, d.h. um alle Fassungen, deren Wasser den Anforderungen der TBDV [23] an Trinkwasser entsprechen muss.

Die Schutzzonen dienen in erster Linie dem qualitativen Schutz des geförderten Grundwassers vor *bakteriologischen Verunreinigungen*. Sie bieten hingegen keinen oder nur einen bedingten Schutz vor Verunreinigungen mit persistenten Stoffen, welche im Grundwasserleiter nicht ausgefiltert werden und sich nicht abbauen, wie z.B. Nitrat oder Pestizide.

Folgende Zonen werden unterschieden:

Zone S1 (Fassungsbereich)

Die Zone S1 umfasst die unmittelbare Umgebung einer Trinkwasserfassung. Der Perimeter sollte im Besitz des Fassungseigentümers sein und eingezäunt werden.

Die Zone S1 soll verhindern, dass:

- Verunreinigungen direkt in die Fassung gelangen;
- die Fassungsanlage durch Eingriffe beschädigt oder gar zerstört wird.

Zone S2 (Engere Schutzzone)

Die Zone S2 soll verhindern, dass:

- Keime und Viren sowie abbaubare Stoffe wie flüssige Treib- oder Brennstoffe in die Grundwasserfassung oder Anreicherungsanlage gelangen;
- das Grundwasser durch Grabungen und unterirdische Arbeiten verunreinigt oder die natürliche Filterwirkung des Bodens und des Untergrundes verringert wird;
- Schadstoffe rasch und in hoher Konzentration in die Fassung gelangen können;
- der Grundwasserzufluss durch unterirdische Anlagen behindert wird.

Zone S3 (Weitere Schutzzone)

Die Zone S3 soll gewährleisten, dass bei unmittelbar drohender Gefahr (z.B. bei einem Unfall mit einem Gefahrgut) für erforderliche Interventions- oder Sanierungsmassnahmen genügend Zeit und Raum zur Verfügung stehen.

4.2 Heutige Abmessungen

Vorgaben aus gewässerschutzrechtlicher Sicht

Gemäss «Wegleitung Grundwasserschutz» ist für die Bemessung der Zone S2 (Engere Schutzzone) die Verweilzeit des Grundwassers im gesättigten Untergrund bei Dauerpumpbetrieb mit der konzessionierten Entnahmemenge zu berücksichtigen. Aufgrund der massgebenden hydraulischen Kennwerte kann die Distanz, welches ein solches Wasserteilchen innerhalb

von 10 Tagen bis zur Grundwasserfassung zurücklegt, rechnerisch bestimmt werden. Anhand der so ermittelten *10-Tagesisochrone* wird die äussere Begrenzung der Zone S2 festgelegt. Eine Verweilzeit von 10 Tagen wird allgemein als ausreichend für den Abbau von allfälligen bakteriologischen Verschmutzungen angesehen. Zudem gewährleistet diese Zeitdauer die im Havariefall erforderlichen Interventionsmassnahmen zu treffen.

Die Aufenthaltsdauer des Sickerwassers im ungesättigten Bereich von der Geländeoberfläche bis zum Eintreffen auf der Grundwasseroberfläche, welche bei grossem Flurabstand wie im vorliegenden Fall einen hohen zusätzlichen Schutz bietet, darf bei der Bemessung der Zone S2 gemäss «Wegleitung Grundwasserschutz» nicht mehr berücksichtigt werden.

Weiter gilt, dass zwischen der Zone S1 (Fassungsbereich) und der äusseren Begrenzung der Zone S2 in Haupt-Zuflussrichtung ein *Mindestabstand von 100 m* eingehalten werden sollte, falls aufgrund der 10-Tagesisochrone ein kleinerer Abstand resultiert.

Hydrogeologische Bemessung der Zone S2

Gestützt auf die umfangreichen Vorerkundungen für die Fassungen Holberg 1 und 2 wurden seinerzeit die Schutzzonen durch das Geologische Büro Dr. L. Wyssling dimensioniert. Für die Zone S2 wurde die 10-Tageslinie bei maximalem Pumpbetrieb rechnerisch ermittelt. Die entsprechende Begrenzung reicht etwa 120 m grundwasserstromaufwärts und ca. 70 m grundwasserstromabwärts von den Fassungsbrunnen [6].

4.3 Überprüfung der Grundwasserschutzzonen und Anpassungen

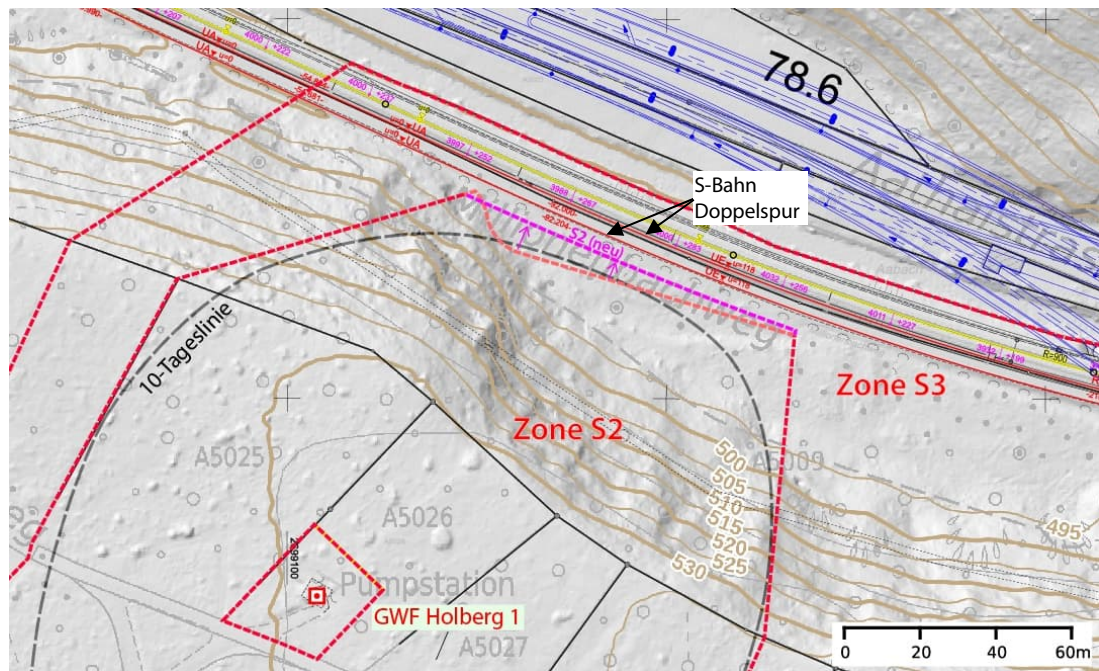
Im Zuge der vorliegenden Schutzzonenüberarbeitung wurden die früheren Berechnungen überprüft. Diese sind nachvollziehbar und werden im Rahmen der naturgemäss vorhandenen Unsicherheiten als korrekt beurteilt.

In *Beilage 1* ist der Verlauf der massgebenden 10-Tageslinie im Situationsplan eingetragen. Neben der rechnerischen Abschätzung trägt die Begrenzung auch den Resultaten der Pump- und Markierversuchen sowie den hydraulischen Auswirkungen durch die vorhandene Grundwasserbarriere resp. «Dichtwand» Rechnung. Diese führen dazu, dass die Ausdehnung des Absenktrichters seitlich limitiert wird und sich die 10-Tageslinie stärker nach Ob- und Unterstrom ausdehnt. Gegenüber dem seinerzeitigen Vorschlag [6] wurde der Verlauf der 10-Tageslinie nur marginal angepasst.

Aus diesem Grund besteht aus hydrogeologischer Sicht nur wenig Bedarf für Anpassungen an den bestehenden Schutzzonen. Kleinere Korrekturen werden dort vorgeschlagen, wo die heutigen Grenzen vorhandene, nahe Grenzpunkte nicht berücksichtigen. Im Hinblick auf den geplanten Doppelspurausbau der Strecke Uster–Aathal wird zudem empfohlen, die Zone S2 neu in einem Abstand von 5 m zum geplanten südlichen SBB-Gleis zu führen (*Abb. 10*). Zudem wurde die nordöstliche Ecke der Zone S3 deutlicher an die hydrogeologische Schutzzonenbegrenzung angepasst, so dass das Bauwerk «Durchlass Purpelgraben» gerade ausserhalb der S3 liegt.

Die heutigen und der Vorschlag für die neuen Schutzzonen sind im Übersichtsplan in *Beilage 1* eingezeichnet. Aus *Beilage 2* sind die neuen Schutzzonen zusammen mit dem AV-Plan ersichtlich.

Abb. 10: Vorschlag für Anpassung der Zone S2 südlich der S-Bahnlinie Uster–Aathal (mit Projekten Doppelspurausbau in «rot» und Oberlandautobahn in «blau»)



5 AUFLAGEN UND MÖGLICHE KONFLIKTE IN DEN SCHUTZZONEN

5.1 Allgemeines

Innerhalb der Schutzzonen gelten grundsätzlich die Vorschriften und Nutzungsbeschränkungen gemäss der «Wegleitung Grundwasserschutz» (BAFU 2004) und gemäss dem «Normreglement für Grundwasser-Schutzzonen» des Kantons Zürich.

Nachfolgend werden die in der Schutzzone der GWF Holberg vorhandenen Objekte, welche gemäss Wegleitung Grundwasserschutz (BAFU 2004) nicht zonenkonform sind, diskutiert und hinsichtlich der von ihnen ausgehenden Gefährdung bewertet.

5.2 Waldstrassen in Zone S2

Durch die Zone S2 verlaufen mehrere Waldstrassen. Diese stellen grundsätzlich zonenfremde Objekte dar. Die chaussierten Waldstrassen sind mit einem Fahrverbot belegt und dürfen nur forstwirtschaftlich genutzt werden. Das anfallende Regenwasser versickert teils über den kiesigen Deckbelag, teils über die Schulter im angrenzenden Waldboden.

Von den Waldstrassen geht keine erhöhte Gefährdung für das in der GWF Kindhausen geförderte Grund- resp. Trinkwasser aus, weshalb diese toleriert werden können.

5.3 SBB-Bahnlinie in Zone S3

Die Zone S3 umfasst einen ca. 250 m langen Streckenabschnitt der bestehenden SBB-Linie Uster–Aathal. Auch der geplante Doppelspurausbau kommt in die Zone S3 zu liegen und tangiert die neu vorgeschlagene Zone S2 nicht.

Im Hinblick auf den künftigen Gleisbau in der Zone S3 gilt es folgende Auflagen zu berücksichtigen:

- *Neubauten und Erweiterungen* von Bahnanlagen bedürfen der Zustimmung des AWEL.
- Beim Erstellen neuer oder bei wesentlichen Änderungen an den bestehenden Gleisanlagen in der *Zone S3 ist das Gleistrasse abzdichten*. Als wesentliche Änderungen gelten alle Vorhaben, welche die Fundationsschicht des Unterbaus oder das Entwässerungssystem betreffen (z.B. Oberbauerneuerung mit Unterbausanierung), nicht aber Vorhaben an den übrigen Teilen der Gleisanlage (z.B. Ersatz von Gleisen, Schwellen, Schotter etc.). Bei einer Abdichtung des Gleistrassees ist das in der Schutzzone anfallende Abwasser Fall gemäss den Vorgaben der «Richtlinie Entwässerung von Eisenbahnanlagen» [22] abzuleiten und ausserhalb der Zone S3 über eine Bodenfilteranlage versickern zu lassen oder in ein Oberflächengewässer (Aabach) einzuleiten. Alternativ kann das Abwasser, bei geringer Belastung und Vorhandensein eines optimalen Bodenaufbaus, über die Böschung oder einen bewachsenen Bahngraben versickert werden.
- In der ganzen Schutzzone gelten bezüglich der Verwendung von *Pflanzenschutzmitteln* auf und an Gleisanlagen die Einschränkungen der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung sowie die Richtlinien und Weisungen des Bundesamtes für Verkehr und des Bundesamtes für Umwelt.

Zürich, 29. Dezember 2020
revidiert am 25. Juli 2024
190162 Bericht_rev.docx La/TR/Ja

Jäckli Geologie AG



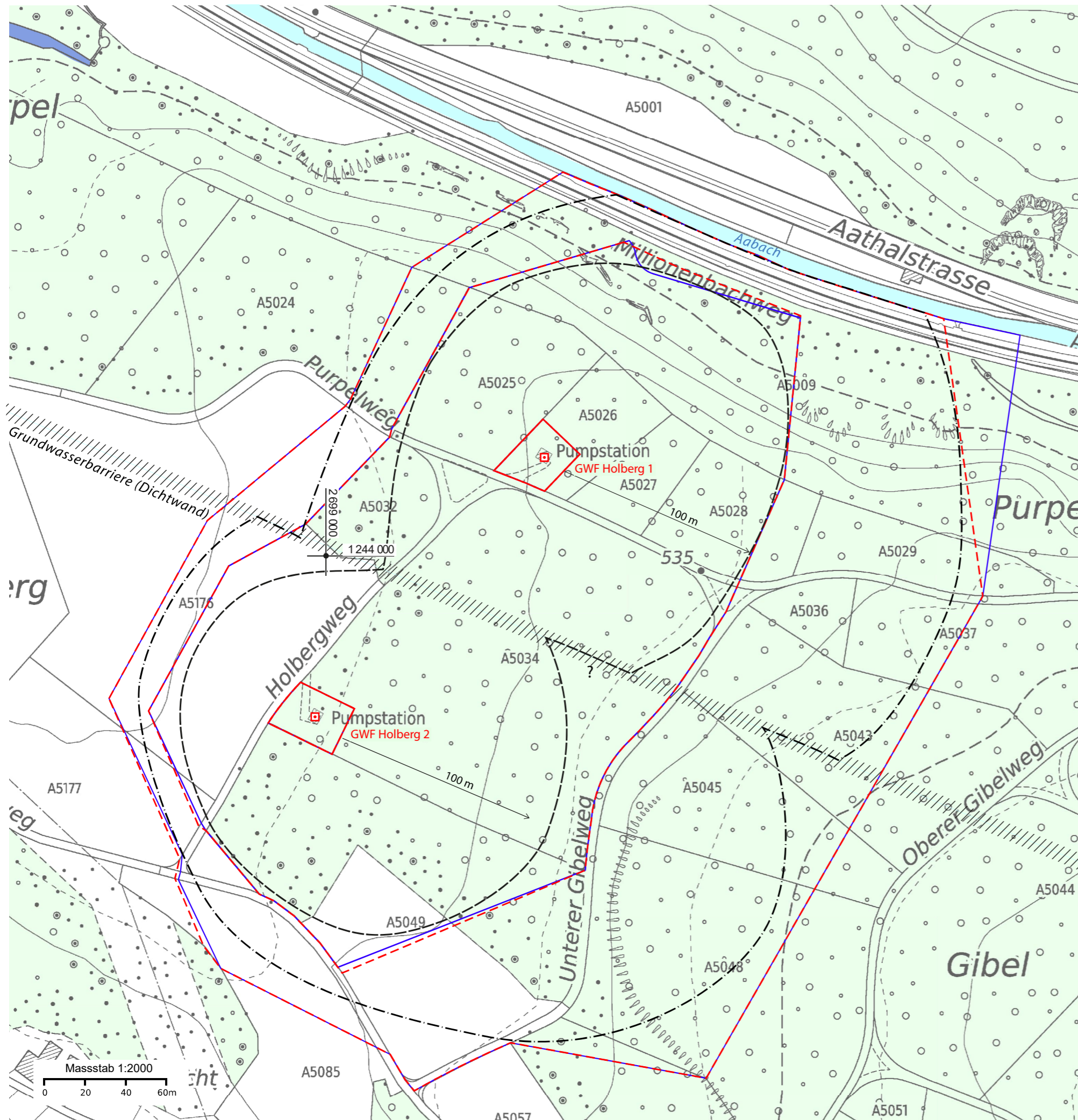
Sachbearbeiter:

Walter Labhart, Dr. sc. nat. Geologe






Grundwasserfassungen Holberg 1 und 2
(GWR g 8-14), Uster / ZH

Überprüfung und Anpassung der Schutzzone –
Hydrogeologischer Bericht

Situation 1:2000
mit heutigen und neuen Schutzzonen



Legende

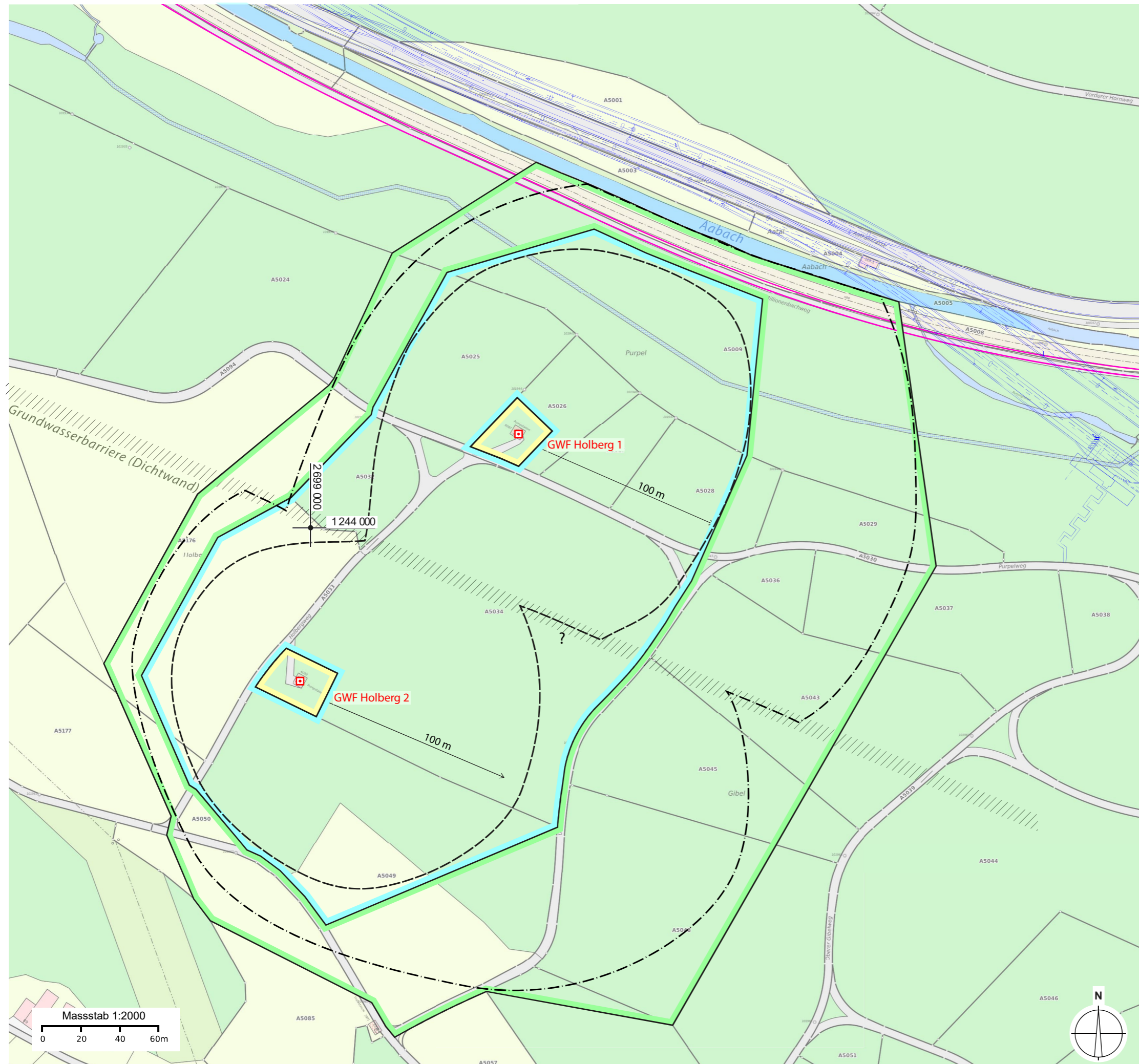
-  Grundwasserfassung (Vertikalfilterbrunnen)
-  heutige Schutzzone
-  Vorschlag neue Schutzzone
-  hydrogeologische Zone S2 (10-Tageslinie),
gemäss „Wyssling 1996“. leicht modifiziert
-  hydrogeologische Zone S3

Kartengrundlage:
© GIS-ZH Übersichtsplan

Grundwasserfassungen Holberg 1 und 2
(GWR g 8-14), Uster / ZH

Überprüfung und Anpassung der Schutzzone –
Hydrogeologischer Bericht

Situation 1:2000
mit neuen Schutzonen (AV-Plan)



Legende

- Grundwasserfassung (Vertikalfilterbrunnen)
- hydrogeologische Zone S2 (10-Tageslinie),
gemäss „Wyssling 1996“. leicht modifiziert
- hydrogeologische Zone S3
- Vorschlag neue Schutzzone**
- Zone S1 (Fassungsbereich, wie bisher)
- Zone S2 (Engere Schutzzone)
- Zone S3 (Weitere Schutzzone)
- Projekt Doppelspurausbau
SBB-Linie Uster–Aathal
- Projekt Oberland-Autobahn

Kartengrundlage:
© GIS-ZH AV-Plan 2024

Massstab 1:2000

0 20 40 60m