

Kiesabbau im Gebiet Hubletzen, Cham ZG

Beurteilung der Auswirkungen auf das Grundwasservorkommen „Maschwanden bis Knonau“



Amt für Umweltschutz, Abteilung Wasser, 6300 Zug

Auftragsnummer: 17 132.1

Datum: 15.03.2018 [17_132_1_Bericht_Version_2 0.docx] **Version 2.0**

Inhalt

	Zusammenfassung.....	3
1	Ausgangslage und Zielsetzung	5
1.1	Ausgangslage	5
1.2	Auftrag.....	6
1.3	Zielsetzung.....	6
1.4	Pflichtenheft	6
2	Ausgewertete Unterlagen	7
2.1	Untersuchungsperimeter	7
2.2	Verwendete Unterlagen.....	7
2.2.1	Karten, Profile, Berichte etc.....	7
2.2.2	Pegeldaten.....	7
2.2.3	Hydrochemische Daten	8
3	Grundwasservorkommen „Maschwanden bis Knonau“	9
3.1	Geologischer Überblick.....	9
3.2	Hydrogeologische Situation	10
3.2.1	Grundwasserleiter	10
3.2.2	Ausdehnung des Grundwasservorkommens und Grundwassermächtigkeiten..	10
3.2.3	Überdeckung	11
3.2.4	Flurabstand.....	11
3.2.5	Grundwassermächtigkeiten und Druckverhältnisse.....	11
3.2.6	Fliessrichtungen	12
3.2.7	Oberflächenwassereinfluss, Grundwasserneubildung und Verweilzeiten	12
3.2.8	Grundwasserqualität.....	13
4	Grundwasserdargebot.....	14
4.1	Bestehende Grundwassernutzungen	14
4.1.1	Grundwasserfassungen	14
4.1.2	Quellwasserfassungen	14
4.2	Ungenutzte Grundwasseraustritte	15
4.3	Abschätzung der nutzbaren Grundwassermenge (Feldergiebigkeit).....	17
4.3.1	Unterteilung in die Teilgebiete A und B.....	17
4.3.2	Feldergiebigkeit Teilgebiet A.....	17
4.3.3	Feldergiebigkeit Teilgebiet B.....	17
4.3.4	Fazit:	18
4.4	Hydrogeologisch und planerisch günstige Standorte für künftige Grundwassernutzungen.....	18
4.4.1	Einleitende Bemerkungen	18
4.4.2	Grundwassernutzung Amlisberg (Kanton Zug).....	19
4.4.3	Grundwassernutzung Rütiweid (Kanton Zürich).....	19
4.4.4	Nutzungen im Raum Maschwanden.....	20

5	Trinkwasserversorgung	21
5.1	Heutige Trinkwassergewinnung	21
5.1.1	Einführung.....	21
5.1.2	Quellfassungen Hatwil 1 (Kloster Frauenthal, Nrn. 1973 und 2001)	21
5.1.3	Quellfassung Hatwil 2 (Nr. 527).....	21
5.2	Entwicklung des mittelfristigen Wasserbedarfs, strategische Reserven	21
5.2.1	Heutiger Wasserverbrauch	21
5.2.2	Künftiger Wasserverbrauch	22
5.3	Interesse der Wasserversorgungen am ungeschmälernten Erhalt der Grundwasserneubildung.....	23
6	Auswirkungen des Kiesabbaus und der Rekultivierung auf die Grundwasserneubildung und die Grundwassernutzung	24
6.1	Potentielle Auswirkungen des Kiesabbaus.....	24
6.2	Kiesabbaugebiet Äbnetwald	24
6.2.1	Qualitative Beeinflussungen	24
6.2.2	Quantitative Beeinflussungen	27
6.3	Mögliche Auswirkungen eines Kiesabbaus im Gebiet Hubletzen inkl. östlicher Erweiterung	30
6.3.1	Einleitende Bemerkungen	30
6.3.2	Mögliche qualitative Auswirkungen	31
6.3.3	Mögliche quantitative Auswirkungen.....	31
7	Auswirkungen des Kiesabbaus und der Rekultivierung auf nicht genutzte Grundwasseraustritte, Naturwerte und Landwirtschaft.....	35
7.1	Auswirkungen auf heute nicht genutzte Grundwasseraustritte	35
7.2	Auswirkungen auf vom Grundwasser abhängige Naturwerte	35
7.3	Auswirkungen auf die Landwirtschaft	36
8	Bedeutung des Erhalts der Grundwasserneubildung	37
8.1	Gebiet Hubletzen	37
8.2	Übriges Gebiet des Grundwasservorkommens „Maschwanden bis Knonau“	37
9	Empfehlungen.....	38
	Verwendete Unterlagen	40

Beilagen

Beilage 1:	Übersicht Oberwil–Hatwil–Knonau–Maschwanden 1:15'000
Beilage 2:	Übersicht Grundwasservorkommen „Maschwanden bis Knonau“ 1:15'000
Beilage 3:	Einzugsgebiete möglicher Grundwasserfassungen 1:15'000
Beilage 4:	Niederschlagsdiagramm und Grundwasserpegel
Beilage 5:	Zusammenstellung Hydrochemiedaten Untersuchung [1] (Dr. V. Lützenkirchen, AfU Zug)

Zusammenfassung

Im Hinblick auf eine mögliche definitive Verankerung des Gebiets Hubletzen als Kiesabbau- und Rekultivierungsgebiet im Richtplan sollten die möglichen Einwirkungen auf das Grundwasservorkommen „Maschwanden bis Knonau“ im weiteren Sinne abgeklärt werden. Dabei waren auch die Erfahrungen aus dem Kiesabbau Äbnetwald zu berücksichtigen.

Das Grundwasservorkommen „Maschwanden bis Knonau“ lässt sich in die durch eine Trennstromlinie getrennten Teilgebiete A (Hatwil–Hubletzen–Niederwil, ca. 0.9 km²) und B (Oberwil–Äbnet–Knonau–Maschwanden, ca. 3.1 km²) unterteilen. Das Grundwasser des Teilgebiets A wird bereits heute fast vollständig gefasst (Quellfassungen Hatwil 1 und 2; ca. 600 l/min), aber nur zu ca. 4 % genutzt. Im heute noch kaum erschlossenen Teilgebiet B liegt ein grösseres, noch nicht genutztes Potential von insgesamt ca. 1'600 l/min Grundwasser, womit über 13'000 Menschen mit Trinkwasser versorgt werden könnten.

Die Erfahrungen aus dem Kiesabbau Äbnetwald und anderen Kiesabbaugebieten haben gezeigt, dass der Kiesabbau sowohl qualitative wie auch quantitative Auswirkungen auf das Grundwasser haben kann. Während des Kiesabbaus im Raum Hubletzen wäre – ein durchaus positiver Effekt – mit einer Verminderung der Gesamtmineralisation und damit der Härte des Quellwassers in Hatwil zu rechnen. Das Grundwasser wäre in dieser Phase aber schlechter gegen Oberflächeneinflüsse geschützt, einerseits aufgrund der verschlechterten Filterwirkung (Entfernen der intakten Bodenschicht und des grössten Teils der ungesättigten Zone) und andererseits aufgrund der anzunehmenden kürzeren Verweilzeiten (reduzierter Selbstreinigungsprozess).

Bei einem Kiesabbau ist im Gebiet Hubletzen – ähnlich wie im Äbnetwald – mit einer möglicherweise bedeutenden Veränderung des Grundwasserregimes zu rechnen. Vor allem im Teilgebiet A ist nach der Rekultivierung mit einer signifikanten Verminderung der Neubildungsrate zu rechnen. Die damit verbundene Absenkung des Grundwasserspiegels hätte für die Quellwasserfassungen Hatwil möglicherweise schwerwiegende Folgen (verminderter Quellertrag, aufgrund der Höhenlage der Fassungen evtl. Trockenlegung). Als Ersatzmassnahme müssten die Fassungen allenfalls topografisch tiefer neu gebaut oder Filterbrunnen mit Pumpbetrieb erstellt werden. Im Teilgebiet B wären die Folgen des Kiesabbaus im Gebiet Hubletzen weniger gravierend. Die heutige Brauchwasserfassung 1352 (Fischzucht), die sich sehr gut auch als Filterbrunnen für die Trinkwassergewinnung eignen würde, könnte unter bestimmten Sicherheitsvorkehrungen allenfalls sogar weiter betrieben werden.

Durch einen Abbau der ungesättigten Zone muss während der Abbauphase zudem mit kürzeren Verweilzeiten gerechnet werden, was die Versorgungssicherheit im Gebiet Hatwil in mehrmonatigen Trockenzeiten, wie sie sich aufgrund der Klimaerwärmung künftig häufen dürften, schmälert.

Die hydrogeologischen Verhältnisse im Raum Hubletzen sind ähnlich kompliziert wie im Äbnetwald und in wesentlichen Punkten noch nicht ganz geklärt, was zuverlässige Prognosen erschwert. Aus all diesen Gründen und zumal die Höfe Hatwil und Islikon sowie das Kloster Frauenthal vollständig auf die beiden Quellfassungen in Hatwil angewiesen sind, stellt der mögliche Kiesabbau Hubletzen für die Trinkwasserversorgung eine ernste Gefahr dar.

Aus hydrogeologischer Sicht wird empfohlen, das Gebiet Hubletzen *nicht* als Kiesabbau- und Rekultivierungsgebiet im Richtplan einzutragen. Der Hauptgrund für diese Beurteilung liegt in der Gefährdung der heutigen Trinkwasserversorgung in Hatwil. Das Grundwasservorkommen „Maschwanden bis Knonau“ stellt zudem eine bedeutende, heute noch kaum genutzte Trinkwasserreserve dar, welche durch den Kiesabbau geschmälert würde. Die kantonale, hydrogeologisch günstig gelegene Grundwasserfassung 1352 weist ein grosses Potenzial für eine zukünftige Trinkwasserversorgung auf und sollte in jedem Fall erhalten werden.

Auftraggeber: Amt für Umweltschutz
Abteilung Wasser
Aabachstrasse 5
6300 Zug



Abb. 1: Ausschnitt aus der Landeskarte 1:25'000, verkleinert auf 1:50'000, Blätter Nrn. 1111 Albis und 1131 Zug mit Umrandung des Grundwasservorkommens „Maschwanden bis Knonau“.

1 Ausgangslage und Zielsetzung

1.1 Ausgangslage

Das Gebiet Niederwil–Hatwil (Kanton Zug) und Knonau–Maschwanden (Kanton Zürich) weist ein für die Trinkwassergewinnung nutzbares Grundwasservorkommen auf, das Grundwasservorkommen „Maschwanden bis Knonau“. In den Gebieten Hubletzen und Äbnetwald sind im kantonalen Richtplan je ein Kiesabbau- und Rekultivierungsgebiet eingetragen. Im Gebiet Äbnetwald wird bereits seit dem vorletzten Jahrhundert Kies abgebaut, an vielen Stellen wurde auch bereits wieder aufgefüllt und rekultiviert. Dagegen ist das Gebiet Hubletzen erst als Zwischenergebnis im Richtplan als Kiesabbau- und Rekultivierungsgebiet verankert. Im Rahmen der anstehenden Richtplanaktualisierung sollen nun für dieses Gebiet Entscheidungsgrundlagen für die definitive Nutzung geschaffen werden: entweder Kiesabbau mit allfälliger Erweiterung Richtung Osten bis zur Kantonsgrenze oder aber Verzicht auf einen Kiesabbau.

1.2 Auftrag

Der Auftrag für die vorliegende Hydrogeologiestudie wurde uns basierend auf unserer Offerte vom 29.5.2017 vom Amt für Umweltschutz am 8.6.2017 erteilt.

Der Auftrag für den ergänzten Bericht – die vorliegende Version 2.0 – wurde uns vom Amt für Umweltschutz basierend auf unserer Offerte vom 20.12.2017 am 15.1.2018 erteilt.

1.3 Zielsetzung

Hauptziel ist die Beurteilung eines möglichen Kiesabbaus im Gebiet Hubletzen auf

- die langfristige Nutzbarkeit des Grundwasservorkommens „Maschwanden bis Knonau“,
- die vom Grundwasser abhängigen Naturwerte und
- die vom Grundwasser abhängige landwirtschaftliche Nutzung.

1.4 Pflichtenheft

In den Ausschreibungsunterlagen wurden die auszuführenden Arbeiten und zu behandelnden Fragen in Form eines Pflichtenhefts detailliert beschrieben (Tab. 1). Unser Berichtsaufbau hält sich weitgehend an den Aufbau dieses Pflichtenhefts. Die vom Amt für Umweltschutz nachträglich gewünschten Ergänzungen sind im Pflichtenheft [19] aufgeführt.

Tab. 1:
Pflichtenheft Amt
für Umweltschutz
12.5.2017.

a. Grundwasserdargebot	Abschnitt im Text
► Darstellung und Quantifizierung der bestehenden Grundwassernutzungen (Trink- und Brauchwassernutzung) aus dem Grundwasservorkommen „Maschwanden bis Knonau“.	Abschnitt 4.1, S.14
► Darstellung und Quantifizierung der ungenutzten Grundwasseraustritte.	Abschnitt 4.2, S. 15
► Abschätzung der nutzbaren Grundwassermenge im Gebiet (Feldergiebigkeit).	Abschnitt 4.3, S. 17
► Darstellung hydrogeologisch und planerisch günstiger Standorte für Grundwasserbrunnen zur Trinkwassergewinnung.	Abschnitt 4.4, S. 18
b. Wasserversorgung	Abschnitt im Text
► Darstellung der öffentlichen und privaten Wasserversorgungen im Bereich des Grundwasservorkommens Maschwanden bis Knonau.	Abschnitt 5.1, S. 21
► Darstellung der Trinkwassergewinnung der Wasserversorgungen.	Abschnitt 5.1, S. 21
► Darstellung der Entwicklung des mittelfristigen Wasserbedarfs der Wasserversorgungen (50 Jahre) und der vorgesehenen Wasserbezugsorte.	Abschnitt 5.2, S. 21
► Interesse der Wasserversorgungen am ungeschmälernten Erhalt der Grundwasserneubildung.	Abschnitt 5.3, S. 23
c. Folgen des Materialabbaus für die Grundwasserneubildung und Grundwassernutzung	Abschnitt im Text
► Darstellung der Auswirkungen des Kiesabbaus und der Rekultivierung auf die Grundwasserneubildung und die Grundwassernutzung im - in Betrieb stehenden Gebiet Äbnetwald, - Gebiet Hubletzen (inkl. östliche Erweiterung).	Abschnitt Abschnitt 6.2, S.24 Abschnitt 6.3, S. 30
► Darstellung der Auswirkungen des Kiesabbaus und der Rekultivierung auf die heute nicht genutzten Grundwasseraustritte sowie die vom Grundwasser abhängigen Naturwerte und auf die vom Grundwasser abhängige landwirtschaftliche Nutzung.	Kapitel 7, S. 35
d. Bedeutung des Erhalts der Grundwasserneubildung im Gebiet Hubletzen	Abschnitt im Text
► Darstellung der Eignung des Grundwassergebiets als strategische Reserve für die Trinkwassergewinnung.	Abschnitt 5.2, S. 21

2 Ausgewertete Unterlagen

2.1 Untersuchungsperimeter

Der Untersuchungsperimeter umfasst das gesamte Grundwasservorkommen „Maschwanden bis Knonau“ gemäss Beilage 1.

Beim potentiellen Kiesabbaugebiet Hubletzen ist zu unterscheiden zwischen dem kleineren „Perimeter Zwischenergebnis Abbau- und Rekultivierungsgebiet Hatwil / Hubletzen, gemäss kantonalem Richtplan Zug“ und dem erweiterten „Perimetervorschlag für die Richtplanfestsetzung“, welcher sich weiter gegen Osten ausdehnt. Beide Perimeter überschneiden sich mit der Schutzzone S3 der Quelle Hatwil 1 (Beilagen 1 und 2).

2.2 Verwendete Unterlagen

2.2.1 Karten, Profile, Berichte etc.

Die neusten zurzeit zur Verfügung stehenden hydrogeologischen Unterlagen sind die von Hand gezeichnete Grundwasserkarte [8] 1:10'000 samt dazu gehörigen hydrogeologischen Profile, der hydrogeologische Bericht [9] zum Schutzzonengutachten der Quelfassung Hatwil 1 (Kloster Frauenthal) und der Bericht [16] mit den Resultaten des Markierversuchs und den damals aktuellen Ausdehnungen der Schutzzonen zur Quelfassung Hatwil 1. Mit E-Mail vom 25.1.2018 wurde uns vom AfU der definitive, vom AfU am 9.2.2018 genehmigte Schutzzonenplan dieser Trinkwasserfassung zugestellt. Die neueren Untersuchungen bauen auf den Berichten [1], [4], [6] und [7] auf. Für das Gebiet Äbnetwald sind weiter die Berichte [2] und [3] von Bedeutung. Ein Beispiel für einen Ertragsrückgang von Quellen bietet der Bericht [17].

Die Entwicklung des Kiesabbaus im Äbnetwald wurde von Dr. V. Lützenkirchen, AfU Zug, basierend auf Luftfotos in groben Zügen rekonstruiert. Die Abbauperimeter wurden von uns so gut es ging georeferenziert.

Die hydrogeologische Karte [8] wurde von uns digitalisiert und ins GIS übernommen.

2.2.2 Pegeldaten

Zu folgenden Grundwasserpegeln wurden uns vom AfU Zug Daten zur Verfügung gestellt:

Zustrommessstelle Äbnetwald:

- 6205

Abstrommessstellen Äbnetwald:

- 6215
- 6214
- 6217
- 6220 (Grundwasserfassung 1352 resp. V1)
- B3 (Pegel Kanton Zürich)

Messstellen innerhalb Kiesabbaugebiet Äbnetwald:

- 6212

- ▶ 6213 (NAQUA SPEZ-Messstelle)
- ▶ 6221

Messstellen Hatwil–Hubletzen:

- ▶ 6223
- ▶ 6224

Die Pegeldata sind in Beilage 4 grafisch dargestellt.

2.2.3 Hydrochemische Daten

- ▶ Zusammenstellung physikalische und chemische Daten 1973–1977 des Berichts [1] (zusammengestellt von Dr. V. Lützenkirchen, AfU Zug; siehe Beilage 5).
- ▶ Chemische Grundwasseranalysen Grube Rütenen 18.2.1991 und Bohrung 11-89 (Messstelle 6211) 19.4.1989 (Beilagen 12 a und b des Berichts [3]).
- ▶ 5 Wasseranalysen Raum Hatwil vom 24.6.2009: KB 1/09, KB 2/09 (Messstelle 6223), KB 3/09 (Messstelle 6226), KB 4/09 (Messstelle 6226) und Hausbrunnen (Be-richt [6]).
- ▶ 4 Wasseranalysen Raum Hatwil vom 1.6.2011: KB 2/09 (Messstelle 6223), KB 4/09 (Messstelle 6224), KB 5/11 (Messstelle 6227) und KB 6/11 (Messstelle 6228) (Be-richt [7]).
- ▶ NAQUA SPEZ-Daten Bohrung 13-89 (Messstelle 6213) 30.11.1992–23.6.2017 (vom AfU Zug zur Verfügung gestellt).
- ▶ 2 Wasseranalysen „1. Quellfassung“ und „2. Quellfassung“ vom 8.2.2017 (Beilage 5 des Berichts [9]).

3 Grundwasservorkommen „Maschwanden bis Knonau“

3.1 Geologischer Überblick

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in einer von Gletschern der Letzten Eiszeit geformten Moränenlandschaft. Oberflächlich steht entsprechend an den meisten Orten 5–20 m mächtige Moräne (Till) der Letzten Eiszeit (Hoch- und Spätglazial) an. Die darunter liegenden früh- bis hochglazialen, glazial überfahrenen, stellenweise bis 50 m mächtigen Vorstossschotter, welche in der Kiesgrube Chrüzhügel grobblockig ausgebildet und mit Till verzahnt sind, sind natürlicherweise nur gerade bei Hatwil aufgeschlossen. In den Kiesgruben im Äbnetwald werden diese Schotter in grossen Kiesgruben abgebaut.

Jüngere Lockergesteine als die Moräne der Letzten Eiszeit weisen nur vergleichsweise geringe Ausdehnungen auf: Zwischen Hatwil und Islikon finden sich siltig-feinsandige Seesedimente, welche Reste des ehemaligen, spät- bis postglazialen Reusstalsees darstellen. Im Gebiet Grischhei–Hatwilerbächli am Rand des Reusstals werden diese durch jüngere Reuss-Schotter (Niveau 1: Stadelmatt, 391–393 m ü. M.) überlagert. Noch jüngere, holozäne Lockergesteine finden sich entlang des von Knonau Richtung Maschwanden fliessenden Haselbachs.

Der tiefere Untergrund des Untersuchungsgebiets wird geprägt durch eine in den Molassefels eingeschnittene alte, mittelpleistozäne Talung. Beim Molassefels handelt es sich um Schlamm- und Sandsteine, gelegentlich auch Konglomerate der Oberen Süsswassermolasse (OSM). Am westlichen Rand der über 200 m tiefen Talung, welche das südliche Untersuchungsgebiet ca. in Ost–West-Richtung quert und dann im Gebiet Hubletzen nach NNW dreht, steigt der Molassefels westlich von Hubletzen an die Oberfläche und bildet so die natürliche westliche Begrenzung des Lockergesteinsvorkommens. Auch im Süden, entlang der bogenförmigen Linie Rumentikon–Oberweid–Oberwil–Hinterbüel ist der OSM-Fels an der Oberfläche aufgeschlossen. Am nordöstlichen Rand der Rinne, im Gebiet Äbnet–Chrüzstross, steigt der OSM-Fels zwar auch stark an, bleibt aber von über 30 m Grundmoräne, Vorstossschotter und Moräne überlagert (vgl. Abb. 40 in [5]). Auch weiter im Norden des Untersuchungsgebiets tritt der OSM-Fels an keiner Stelle mehr an die Oberfläche.

Im Bereich der Felsrinne wird der OSM-Fels von einer Grundmoräne und mehreren 10 m mächtigen, fluvioglazialen Lockergesteinen überlagert, welche ein artesisch gespanntes Grundwasser führen. Zwischen diesen tieferen und älteren Schottern und den jüngeren, grundwasserführenden Vorstossschottern liegen 20–80 m mächtige, feinkörnige Seeablagerungen, welche als Stauer wirken und das obere und untere Grundwasserstockwerk hydraulisch voneinander trennen.

3.2 Hydrogeologische Situation

3.2.1 Grundwasserleiter

Das hier zu beurteilende Grundwasser fliesst grösstenteils in den letzteiszeitlichen Vorstossschottern. Erst im Raum Maschwanden tritt das Grundwasser in die meist sandig-kiesigen, teilweise aber auch tonig-siltigen Schmelzwasserdeltaschüttungen (z.B. Bohrung M2 [1]) über. Das gespannte Wasser im tieferen Grundwasserleiter unter den Seeablagerungen ist für den potentiellen Kiesabbau Hubletzen nicht relevant und wird deshalb im Folgenden nicht weiter diskutiert.

Bei den Vorstossschottern handelt es sich um graue sandige Kiese mit Steinen. Der Kiesanteil beträgt ca. 60–80 %, wovon ca. 10 % Steine sind. Der Sandanteil liegt entsprechend bei 20–40 % [6]. Untersuchungen von G. Wyssling haben gezeigt, dass im südlichen Teil der Kiesgrube Äbnetwald der Risi AG eine etwa Ost–West verlaufende, praktisch senkrecht stehende, hellbraune Lehmlamelle („Lehm-Dyke“) vorhanden ist, welche eine hydraulisch wirksame Grundwasserbarriere darstellt. Solche Dykes können auch an andern Stellen des sonst an sich gut durchlässigen Vorstossschotters vorhanden sein.

Mächtigkeit der Vorstossschotter:

Im Dreieck Niederwil–Knonau–Hatwil erreichen die Vorstossschotter ihre grösste Mächtigkeit [1]. Die maximale Mächtigkeit liegt dort bei ca. 24 m, die durchschnittliche Mächtigkeit beträgt meist zwischen ca. 12 und 20 m [7]. Deutlich mächtiger – lokal bis 45 m – ist der Vorstossschotter im Kiesabbaugebiet Äbnet–Chrüzstross [8].

Auf Zürcher Gebiet nördlich der Kiesgruben Äbnetwald beträgt die Mächtigkeit zwischen 19 und 37 m (gemäss [1]: Bohrung E2: 22 m, B2: 37 m, B3: 19 m).

Wo sich der Grundwasserstrom nordwestlich von Knonau deutlich auf ca. 400 m verengt, etwa im Bereich der bewaldeten Hügel Boll und Unterholz, sind die Mächtigkeiten bereits deutlich geringer als weiter südlich. In der Bohrung D2 wurden noch 13 m, in D3 sogar nur noch 7 m gemessen [1].

Die nördlichste Stelle, wo die Vorstossschotter des Grundwasservorkommens „Maschwanden bis Knonau“ noch erbohrt wurden, ist die Bohrung G2: Die Mächtigkeit beträgt hier 8 m [1]. Weiter im NNW, auf Gemeindegebiet Obfelden, sind die Mächtigkeiten der Vorstossschotter aber wieder deutlich grösser, weshalb hier auch zahlreiche Kiesgruben angelegt wurden.

3.2.2 Ausdehnung des Grundwasservorkommens und Grundwassermächtigkeiten

Der Lockergesteinsaquifer „Maschwanden bis Knonau“ erstreckt sich von Niederwil–Oberwil im Süden bis zum östlichen Ortskern von Maschwanden im Norden, also über eine Länge von ca. 3.6 km. Auf der Höhe Hubletzen–Knonau wird mit ca. 2.2 km die grösste Breite des Grundwasserstroms beobachtet. Nordöstlich von Hatwil, entlang des Haselbachs, reduziert sich die Breite auf ca. 400 m. Südöstlich des Ortskerns von Maschwanden nimmt schliesslich die Breite des Grundwasserstroms auf ca. 540 m wieder etwas zu.

3.2.3 Überdeckung

Wie bereits im Abschnitt 3.1 erwähnt, werden die Vorstossschotter praktisch überall von einer 5–20 m mächtigen Grundmoränendecke überlagert. Nur im Quellgebiet Hatwil, wo die Grundmoräne, die Vorstossschotter und die mittelpleistozänen Seeablagerungen erosiv auskeilen, fehlt diese Überdeckung (siehe z.B. Beilage 2 im Bericht [9]).

Quasi am Ende des Grundwasservorkommens „Maschwanden bis Knonau“ bei Maschwanden, wo das Grundwasser in Ablagerungen des ehemaligen Reusstalsees fliesst, fehlt eine schlecht durchlässige Überdeckung ebenfalls.

Auch im Haselbachtal ist auf den Grundwasserkarten beider Kantone die Signatur „schlecht durchlässige Deckschichten von meist mehr als 5 m Mächtigkeit (Moränen, Seebodenlehme, Schwemmlehme)“ *nicht* eingezeichnet. Der Grund dafür ist uns unbekannt: In der Bohrung D3 liegen die Vorstossschotter nämlich unter einer 17 m mächtigen Moränenschicht – was allerdings nicht ganz zur geologischen Beschreibung passt („siltiger Kiessand mit Steinen“, „siltiger Sand“) – und es scheinen subartesische Verhältnisse zu herrschen. Ähnliches gilt für die weiter nördlich bei Wigarten gelegene Bohrung M3, wo die nur 2 m mächtigen Vorstossschotter von einer 16 m mächtigen Moräne überlagert werden und sogar artesische Verhältnisse herrschen (ca. 150 l/min Überlauf) [1].

3.2.4 Flurabstand

Im Gebiet Hatwil–Niederwil–Äbnetwald–Knonau beträgt der Flurabstand je nach Topografie zwischen 15 und 30 m.

Nordwestlich von Knonau, im Tal des Haselbachs, liegt der Flurabstand bei ca. 20 m, wobei im Bereich des Hügels Unterholz ein freier Grundwasserspiegel vorliegt (Bohrung D2: Grundwasser auf Niveau der Vorstossschotter, Flurabstand 19.45 m), hingegen in der Talachse gespannte Verhältnisse herrschen (Bohrung D3: Kote Obergrenze Vorstossschotter in 20.8 m Tiefe, Druckspiegel in 1.2 m Tiefe) [1].

Im nördlichsten Teil des Grundwasserleiters, im Raum Hügel Boll–Wigarten–Neumatt, liegt das Grundwasser in Tiefen zwischen ca. 10 und 23 m und ist entweder subartesisch oder artesisch gespannt (Bohrungen M3, G1 und G2 [1]; vgl. Tab. 3).

3.2.5 Grundwassermächtigkeiten und Druckverhältnisse

Im Gebiet Hatwil–Hubletzen nimmt die Mächtigkeit des freien, nicht gespannten Grundwassers von Süden (Hubletzen) bis zu den natürlichen Grundwasseraustritten in Hatwil von einigen Metern auf gut 10 m zu ([7], [9]). In Randbereichen (z.B. KB 4/09 und KB2 (2017) scheint das Grundwasser eher gespannt zu sein.

Deutlicher grösser ist die Grundwassermächtigkeit südöstlich einer zwischen Ausserholz und Amlisberg in SW–NE-Richtung verlaufenden hydraulischen Barriere (möglicherweise Lehm-Dyke; Lage und Eigenschaften nicht genau bekannt): Im rund 550'000 m² grossen Gebiet Fraubreit–Dürrenast–Äbnet–Aspli–Chapf–Amlisberg beträgt die Grundwassermächtigkeit über 20 m [8]. In der Regel handelt es sich auch hier um freie Grundwasserspiegel, nur zwischen der hydraulischen Barriere und Niederwil

scheinen auch gespannte Verhältnisse vorzukommen (Entwürfe [8]: Längenprofile 1 und 2).

Weiter im Norden, im Tal des Haselbachs und bei Maschwanden, ist die Grundwassermächtigkeit mit 2–17 m grossen Schwankungen unterworfen. Dieses Gebiet ist geologisch wesentlich schlechter untersucht als etwa das Gebiet Hubletzen oder Äbnetwald.

3.2.6 Fliessrichtungen

Am oberen Ende des Grundwasservorkommens „Maschwanden bis Knonau“ fliesst Grundwasser aus den Richtungen Knonau (NW), Oberwil (SE) und Niederwil (SSE) schliesslich in nordwestlicher Richtung auf die hydraulische Barriere zu [8].

Die Grundwasseraustritte von Hatwil werden von aus SE bis SSW zufließendem Grundwasser gespeist (Bericht [9]: „südwestliches Grundwasservorkommen“ zwischen Hatwil und Niederwil resp. „Teilgebiet A“ gemäss Abschnitt 0).

Das vom südwestlichen Grundwasservorkommen durch eine Grenzstromlinie (auch Trennstromlinie genannt) getrennte „nordöstliche Grundwasservorkommen“ (resp. „Teilgebiet B“ gemäss Abschnitt 0) reicht von Chrüzstross bei Oberwil im Süden über Äbnet, Hatwilerwald bis ins Tal des Haselbachs [8]. Die Lage der Trennstromlinie kann sich bei Veränderung der hydrogeologischen und/oder hydrologischen Verhältnisse verändern (vgl. Abschnitt 6.3.3). Ab der hydraulischen Barriere fliesst der Grundwasserstrom generell in Richtung Nordwesten. Erst südöstlich von Maschwanden dreht er in Richtung SSW ab.

3.2.7 Oberflächenwassereinfluss, Grundwasserneubildung und Verweilzeiten

Im Bereich Hatwil–Oberwil–Knonau sind keine Oberflächengewässer vorhanden, welche zur Alimentierung des Grundwassers beitragen könnten. Die hydrogeologische Bedeutung des Haselbachs, der in Knonau entspringt, dann nach Nordwesten in Richtung Maschwanden abfließt und schliesslich in die Reuss mündet, wurde bisher kaum untersucht. Es gibt aber mehrere Hinweise, dass dieser Bach weder als relevanter Infiltrant noch als Vorfluter wirkt:

- **Moränenabdeckung:** Im fraglichen Gebiet sind die grundwasserführenden Vorstossschotter mit über 10 m mächtiger, generell eher schlecht durchlässiger Moräne überdeckt.
- **Gespannte Grundwasserverhältnisse:** Bei den direkt am Haselbach gelegenen Bohrungen D3 und M3 bestehen gespannte Grundwasserverhältnisse.
- **Sumpfggebiet Wigarten (Haselbachtal):** Sumpfggebiete entstehen dort, wo das Wasser nicht oder nur schlecht abfließen kann. Bei den jungen Alluvionen des Haselbachs handelt es sich gemäss geologischer Karte [15] um „feinkörnige Überschwemmungssedimente in Talebenen“, welche vermutlich schlecht durchlässig sind.

- **Grundwasserstände:** Gemäss [8] liegt das Grundwasser im Gebiet Bolmatt (7 km NE Hatwil) bereits tiefer als 413 m ü.M. Der Haselbach liegt zwischen Bolmatt und Wigarten auf einer Höhe zwischen ca. 418 und 415 m ü.M., weshalb eine Exfiltration von Grundwasser in diesem Bereich praktisch ausgeschlossen werden kann.

Mit Messungen der elektrischen Leitfähigkeit im Haselbach zwischen Knonau und Hochwasserrückhaltebecken Haselbach (Boll/Wigarten) konnten leider keine weiteren Indizien gesammelt werden, da das Bachwasser so stark vom Auslauf der ARA Knonau beeinflusst ist, dass es bereits eine ähnlich hohe Leitfähigkeit aufweist wie es vom Grundwasser zu erwarten ist¹.

Die heute vorhandenen Grundwassernutzungen werden im Abschnitt 4.1, die ungenutzten Grundwasseraustritte im Abschnitt 4.2 beschrieben.

3.2.8 Grundwasserqualität

Beim Teilgebiet A (Abschnitt 0 und Beilage 2) handelt es sich um ein normales Grundwasser vom Typ Ca-Mg-HCO_3 , das als „hartes Wasser“ klassifiziert werden muss². Hydrochemisch ist eine anthropogene Beeinflussung durch die zeitweise etwas erhöhten Chlorid- und vor allem Nitratwerte leicht zu erkennen [6]. Das Wasser der Quelfassung Hatwil 1 (Frauenthal) ist ebenfalls hart, qualitativ sonst aber einwandfrei. Zwei am 8.2.2017 genommene Wasserproben erfüllten bezüglich der untersuchten Parameter die gesetzlichen Anforderungen an Trinkwasser [9]. Einzig beim Nitrat wurde das Qualitätsziel der GSchV³ von 25 mg NO_3/l relativ knapp verpasst.

Im Vergleich zum oben beschriebenen Grundwasser ist jenes des Teilgebiets B etwas weniger mineralisiert und damit auch weniger hart. Auch zeigen die niedrigeren Chlorid- und Nitratwerte, dass die landwirtschaftliche Beeinflussung hier geringer ist. Klare qualitative Beeinträchtigungen durch den Kiesabbau sind uns nicht bekannt, sie wurden unseres Wissens allerdings auch nie gezielt untersucht.

Weitere Informationen zu diesem Thema finden sich im Abschnitt 6.2.1.

¹ E-Mail Dr. Volker Lützenkirchen, AfU Zug, vom 11.9.2017

² Erwähnt sind alle Kationen und Anionen >10 meq% (bezogen auf 100 % Anionen resp. Kationen), unterstrichen: >50 meq% der Kationen resp. Anionen, in Klammern: <20 meq% der Kationen resp. Anionen.

³ GSchV (1998): Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV). – SR 814.201.

4 Grundwasserdargebot

4.1 Bestehende Grundwassernutzungen⁴

4.1.1 Grundwasserfassungen

Brauchwasserfassung 1754 (Kieswerk Risi AG):

Diese Brauchwasserfassung befindet sich auf dem Werksgelände der Risi AG. Es handelt sich um einen für 500 l/min konzessionierten Vertikalfilterbrunnen. Im Rahmen der Konzessionierung wurde jedoch eine effektive mittlere Nutzung von nur 250 l/min gemessen. Nutzungsdaten der ersten Monate im Jahr 2017 zeigen eine noch geringere Förderrate zwischen 40 und 75 l/min. Vor einer Stichtagsmessung am 1.6.2017 wurden mittlere Pumpraten bei Messungen mit Tages- bis Mehrtagesintervallen zwischen ca. 5 und 500 l/min verzeichnet.

Brauchwasserfassung 1352 (Fischzucht):

Mit einem für 260 l/min konzessionierten Vertikalfilterbrunnen wird eine Fischzucht betrieben. Es werden permanent etwas weniger als 200 l/min entnommen.

4.1.2 Quellwasserfassungen

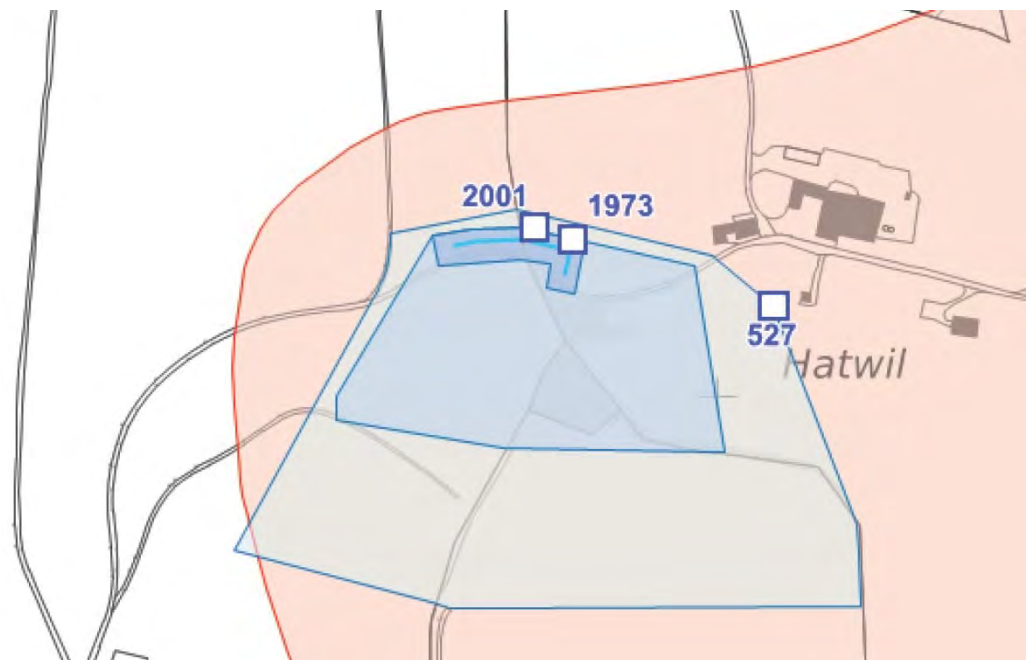


Abb. 2:
Ausschnitt aus der
Gewässerschutzkarte
des Kantons Zug
1:5'000 (maps.zg.ch).

Quellfassungen Hatwil 1 (Kloster Frauenthal, Nrn. 1973 und 2001):

Dabei handelt es sich um die Trinkwasserfassung des Klosters Frauenthal und der zugehörigen Bauernbetriebe (Abb. 2). Diese Fassung ist 2006 mit zwei Sickersträngen neu erstellt worden und versorgt das Kloster Frauenthal sowie den entlang der Leitung gelegenen Hof Islikon mit Trinkwasser. Die Fassung wurde bewusst relativ hoch angelegt, so dass das Wasser in freiem Gefälle zum Kloster Frauenthal und zum Hof

⁴ Wichtigste Angaben von Dr. Volker Lützenkirchen, AfU Zug

Islikon fliessen kann. Bereits im hydrogeologischen Bericht [9] war ein Vorschlag für die Ausscheidung von Schutzzonen enthalten. Im noch neueren Bericht [16] wurde die Ausdehnung der Schutzzonen nochmals leicht angepasst und inzwischen liegen die genehmigten definitiven Schutzzonen vor. Die Schüttung betrug bei der Neufassung im Frühjahr 2006 zwischen 350 und 370 l/min. Nach dem trockenen Winter seit Anfang Dezember 2016 betrug diese im Februar 2017 noch 310 l/min.

Gemäss dem Verwalter des Klosters Frauenthal, Herrn Sebastian Meier, wurden neu-lich folgende Schüttungen gemessen⁵:

- 8.2.2017: 315 l/min
- 7.6.2017: 360 l/min

Im Bericht [9] wird von einer durchschnittlichen Schüttung von 350 l/min ausgegan-gen. Dabei handelt es sich um den natürlichen Überlauf. Die effektive Nutzung mit Pumpbetrieb liegt ca. 100 l höher [9].

Quellfassung Hatwil 2 (Nr. 527):

Mit dieser Quellfassung wird der Hof Hatwil mit Trinkwasser versorgt. Die durch-schnittliche Schüttung liegt bei 150 l/min⁶. Aufgrund des Versorgungsumfangs besteht für diese Quelle keine Schutzzonenpflicht.

Der gesamte, also gefasste (Quellfassungen 1973/2001 und 527) und ungefasste Grundwasseraustritt (ungefasste Quelle Hatwil und Drainageabfluss ins Hatwilerbäch-li) in Hatwil beträgt gemäss [8] bei mittlerem Grundwasserstand ca. 700 l/min.

4.2 Ungenutzte Grundwasseraustritte

Südlich Hof Hatwil: Der E–W-streichende Hangfuss beim Hof Hatwil war früher durch diffuse Grundwasseraustritte und Quellen charakterisiert. Dabei konnten sich ausge-dehnte Hangmoore mit Torfbildung bilden. Inzwischen sind diese Hangmoore längst in landwirtschaftlich genutzte Wiesen umgewandelt. Heute ist nur noch eine ungefasste, ungenutzte Quelle vorhanden, welche zwischen den beiden gefassten Quellen 1973/2001 (Frauenthal) und 527 (Hof Hatwil) liegt. Das am Hangfuss drainierte Was-ser entwässert ins Hatwilerbächli. Die Schüttung all dieser ungefassten Grundwas-seraustritte wird auf durchschnittlich ca. 100 l/min geschätzt ([8] und [9]).

Nordöstlich Hof Hatwil: In ähnlicher hydrogeologischer Situation befindet sich rund 100 m nordöstlich des Hofes an der Grenze zum Kanton Zürich ein weiteres, ca. 2'500 m² grosses Gebiet mit natürlichen, ungenutzten Grundwasseraustritten. Auch dieses Wasser gelangt schliesslich in das Hatwilerbächli. Die gesamte Schüttung wird auf durchschnittlich 500 l/min geschätzt [9]. Beim nördlichen Teil handelt es sich um ein „gemeindliches Naturschutzgebiet Kt. ZG“ (Beilage 1).

⁵ E-Mail Sebastian Meier vom 18.7.2017

⁶ Telefonat vom 19.9.2017 mit Joe Hausheer, Hatwil, 6332 Hagendorn, Tel. 041 780 16 32 und 077 447 61 93

Weiher in alter Kiesgrube: Rund 150 m östlich des Hofs Hatwil liegt der Grundwasserspiegel in einer kleinen, alten Kiesgrube offen. Die Höhe des Wasserspiegels wird unterschiedlich angegeben: [4]: 413 m ü.M., [8]: 414 m ü.M. und [9]: 410.5 m ü.M.

Gebiet Amlisberg-ARA: G. Wyssling schliesst nicht aus, dass Grundwasser auch in diesem Gebiet an der nördlichen Begrenzung des Grundwasservorkommens frei an die Oberfläche austreten resp. in den Haselbach exfiltrieren kann (siehe [8]: Längenprofil 4). Dies ist aus unserer Sicht zwar nicht ausgeschlossen, dürfte aber höchstens bei hohem Grundwasserstand eintreten.

Feuchtgebiet Wigarten (Kanton ZH): Auf der aktuellen Grundwasserkarte des Kantons Zug ist im Gebiet Wigarten entlang des Haselbachs eine ca. 700 m lange Exfiltrationszone in den Bach eingezeichnet (maps.zg.ch/zugmap.secure), auch im Bericht [9] wird der Haselbach dort als Vorfluter bezeichnet. Auf der Zürcher Grundwasserkarte hingegen ist keine solche Zone eingezeichnet (maps.zh.ch). Die hydrogeologischen Untersuchungen dieses Gebiets – es ist hier mit zumindest subartesisch gespannten Verhältnissen zu rechnen – sprechen eindeutig *gegen* die Existenz einer solchen Exfiltrationszone.

4.3 Abschätzung der nutzbaren Grundwassermenge (Feldergiebigkeit)

4.3.1 Unterteilung in die Teilgebiete A und B

Für die Abschätzung der Feldergiebigkeit wurde das Grundwasservorkommen „Maschwanden bis Knonau“ auf Grundlage der Isohypsenpläne [8] und [9] in folgende zwei, durch eine Trennstromlinie voneinander getrennte Teilgebiete aufgeteilt:

- Teilgebiet A: Hatwil–Hubletzen–Niederwil (ca. 0.9 km²),
- Teilgebiet B: Oberwil–Äbnet–Knonau–Maschwanden (ca. 3.1 km²).

Tab. 2:
Für die beiden
Teilgebiete A und B
berechnete Felder-
giebigkeiten inkl.
Nutzungen.

	Einheit	Teilgebiet A	Teilgebiet B
Berechnung Neubildungsrate:			
Fläche	m ²	937'250	3'093'816
Jahresniederschlag (Ø MeteoSchweiz-Station 4860 Cham)	mm	1'054	1'054
Versickerung	%	40	40
Abfluss	%	0	5
Neubildungsrate	l/min	751	2'358
Heutige Grundwasserfassungen:			
- Quelfassung 1973/2001, Hatwil 1 (Kloster Frauenthal)	l/min	450	-
- Quelfassung 527, Hatwil 2 (Hof Hatwil)	l/min	150	-
- Brauchwasserfassung 1754 (Kieswerk Risi AG)	l/min	-	250
- Brauchwasserfassung 1352 (Fischzucht)	l/min	-	200
Total Fassungen	l/min	600	450
Ungenutzte Grundwasseraustritte:			
- Hatwil ([8], [9])	l/min	100	-
- Hatwiler Ried [12]	l/min	-	300
Total ungenutzte Grundwasseraustritte	l/min	100	300
Differenz Neubildung–gefasst/nat. Austritte	l/min	ca. 50	ca. 1'610

4.3.2 Feldergiebigkeit Teilgebiet A

Die einfachen Berechnungen gemäss Tabelle 2 zeigen, dass die im Teilgebiet A berechnete Neubildungsrate von 751 l/min ziemlich genau dem in [8] bei mittlerem Grundwasserstand mit 700 l/min geschätzten Grundwasserausfluss in Hatwil entspricht. Die rund 50 l/min Differenz können mit zusätzlichen diffusen Grundwasseraustritten und/oder Unsicherheiten bei der Wasserbilanz erklärt werden. Daraus ist zu schliessen, dass das Einzugsgebiet der Quellen Frauenthal und Hatwil ziemlich genau identifiziert wurde und dass praktisch alles nutzbare Grundwasser auch effektiv genutzt wird. Die am Hangeinschnitt frei auslaufende Grundwassermenge ist mit ca. 100–150 l/min relativ gering.

4.3.3 Feldergiebigkeit Teilgebiet B

Die Menge des im Hatwiler Ried frei auslaufenden Grundwassers wurde basierend auf den Abflussmessungen am Hatwilerbächli [12] grob abgeschätzt. Bei trockener Witterung liegt der gesamte Abfluss des Baches bei ca. 800 l/min. Unter durchschnittlichen Bedingungen haben wir die diffusen Grundwasseraustritte im Hatwiler Ried auf ca.

300 l/min geschätzt. Das übrige Wasser des Hatwilerbächli dürfte tendenziell aus Norden, also von ausserhalb des Grundwasservorkommens „Maschwanden bis Knonau“ stammen. Die Zuordnung dieser Austritte zum Gebiet B erfolgt anhand der wahrscheinlichen Trennstromlinie (vgl. Beilage 2). Die Lage dieser hydraulischen Barriere kann sich bei Veränderungen der Neubildungsrate oder der Grundwassernutzung verschieben.

Nicht ganz klar ist ausserdem die Rolle des Haselbachs: Südlich des Siedlungsgebiets Knonau dürfte der Bach tendenziell eher etwas infiltrieren (vgl. Bohrung B2 in [1] und hydrogeologisches Längenprofil 5 in [8]), zwischen Amlisberg und ARA wirkt er dagegen eher als Vorfluter (Grundwasserkarte und hydrogeologisches Längenprofil 5 in [8]). Dass im Gebiet Wigarten auf Zürcher Gebiet kaum eine hydraulische Verbindung zwischen Grundwasserleiter und Haselbach besteht, wurde bereits in Abschnitt 4.2 diskutiert. Aufgrund der Unsicherheiten scheint es uns nicht gerechtfertigt, einen Ab- resp. Zufluss des Haselbachs bei der Berechnung der Neubildungsrate mit zu berücksichtigen.

In Tabelle 2 wird berücksichtigt, dass die Neubildungsrate im Bereich des Kiesabbaugebiets Äbnetwald aufgrund der Verfüllung mit schlechter durchlässigem Material und dem Einbau von Oberflächendrainagen vermutlich reduziert ist. Konkret wurde angenommen, dass in einem 393'615 m² grossen Abbaugbiet 40 % des an sich „versickerungsfähigen“ Niederschlagswassers in Drainagen abgeleitet wird und folglich nicht zur Neubildung beiträgt. Aus diesen Zahlen ergibt sich ein Oberflächenabfluss von 5 % oder anders ausgedrückt: 5 % des Wassers, das eigentlich versickern könnte (= Grundwasserdargebot ohne Abfluss), wird oberflächlich abgeleitet (siehe Diskussion zur Abschätzung der Abflussrate in Abschnitt 6.3.3).

4.3.4 Fazit:

Das heute noch nicht gefasste resp. erschlossene Potential liegt nicht im Teilgebiet A, sondern im Teilgebiet B. Hier wird heute weniger als ein Fünftel des ständig neugebildeten Grundwassers effektiv genutzt.

4.4 Hydrogeologisch und planerisch günstige Standorte für künftige Grundwassernutzungen

4.4.1 Einleitende Bemerkungen

Neue Grundwassernutzungen sind nur im Teilgebiet B möglich. Im Gebiet Hatwil, dem Teilgebiet A, wird das Grundwasserdargebot mit den bestehenden Quellwasserfassungen bereits fast vollständig gefasst.

Das ungenutzte Potential im Teilgebiet B liegt bei ca. 1'610 l/min (Tab. 2). Eine mögliche Nutzung dieser Wasserreserven haben wir in Beilage 3 grafisch dargestellt. Die dort ausgewiesenen Einzugsgebiete haben wir gemäss Konzept [13] bestimmt. Auf dieselbe Weise werden von uns momentan die Einzugsgebiete zu sämtlichen Stationen der nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA bestimmt. Zusätzlich zu den Einzugsgebieten sind in Beilage 3 auch die ungefähren Ausdehnungen der Schutzzonen

2 und 3 eingezeichnet. Aufgrund der relativ kleinen Fliessgeschwindigkeiten wurden dabei die vom BAFU vorgegebenen Mindestabstände der Zonen S1/S2 und S2/S3 von je 100 m verwendet [14].

Technisch nutzbare Grundwassermenge: Gemäss BAFU-Vollzugshilfe [20] sind nur „etwa 20 % des Gesamtdargebots nutzbar, ohne dass spürbare Veränderungen des Grundwasserhaushalts wie regionale Absenkungen bzw. eine relevante Abflussverminderung bei Exfiltrationsbächen stattfinden“ ([20]: Abschnitt 5.6, S. 27). Diese Prozentzahl – im vorliegenden Fall entspräche dies 472 l/min – mag für Grundwassergebiete, wo Oberflächengewässer eine wichtige Rolle spielen und bereits vorhandene Fassungen beeinträchtigt werden könnten, korrekt sein. Im vorliegenden Fall aber, wo beides nicht der Fall ist, ist die technisch nutzbare Grundwassermenge mit Sicherheit deutlich grösser. Bei unseren Abschätzungen der nutzbaren Grundwassermengen wird diese (vermutlich geringe) Dargebotsminderung deshalb nicht berücksichtigt.

In den folgenden beiden Abschnitten werden zwei für künftige Grundwasserfassungen geeignete Standorte beschrieben.

4.4.2 Grundwassernutzung Amlisberg (Kanton Zug)

Dieser Standort ist identisch mit der heutigen Brauchwasserfassung 1352 (Messstelle 6220, V1, Beilage 3). Für die Berechnung des Einzugsgebiets wurde mit einer durchschnittlichen Grundwassermächtigkeit von 20 m ([8]: Längenprofil 3) und einer hydraulischen Durchlässigkeit von $k = 5.6 \times 10^{-4}$ m/s gerechnet ([1]: durchschnittlicher Gebiets-k-Wert, in [5] fälschlicherweise mit 5.6×10^{-3} m/s angegeben). Bezüglich zu erwartender Nutzungseinschränkungen wäre es zwar günstiger, den Standort weiter nach Osten an den Wald zu verlegen, doch könnte dann nur – aufgrund des kleineren Einzugsgebiets – weniger als 1'000 l/min permanent gepumpt werden.

Das für eine Entnahmemenge von 1'000 l/min konstruierte Einzugsgebiet (Beilage 3) überschneidet sich im Süden leicht mit dem Kiesabbaugebiet Äbnetwald. Dass dort die Grundwasserneubildung z.B. aufgrund von Oberflächendrainagen vermutlich reduziert ist, wurde beim Zeichnen des Einzugsgebiets nicht berücksichtigt, da dieses problemlos noch weiter nach Südosten ausgedehnt werden könnte.

Im Gebiet Amlisberg auf Zuger Kantonsgebiet könnten **ca. 1'000 l/min** gefördert werden.

4.4.3 Grundwassernutzung Rütiweid (Kanton Zürich)

Das Gebiet Rütiweid im Kanton Zürich ist hydrogeologisch bis heute relativ schlecht untersucht worden. Die wichtigsten Informationen der vier dort abgeteufte Bohrungen stammen von der Untersuchung [1] und sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Für die Berechnung des Einzugsgebiets (Beilage 3) wurde mit einer durchschnittlichen Grundwassermächtigkeit von 10 m und einer hydraulischen Durchlässigkeit von $k = 5.6 \times 10^{-4}$ m/s gerechnet (analog Amlisberg). Bei der Fassung Rütiweid läge zumindest ein grösserer Teil der Schutzzonen im Wald.

Tab. 3: Hydrogeologische Informationen zu den Bohrungen D2, D3, G1 und M3 (aus [1]).

Bohrung	Koordinaten	Bohrtiefe	Grundwassermächtigkeit	Geologie	Bemerkungen zum Wasser
D2	2'676'210 / 1'230'770	60 m	7.65 m (22.5.1974)	siltige Kiessande mit Steinen (Vorstossschotter zwischen Moräne und Seeablagerungen)	ungespannte Verhältnisse k-Werte aus Pumpversuch: - 4.5×10^{-4} m/s (8 m Länge) - 2×10^{-3} m/s (1 m Länge) 66 % O_2 -Sättigung
D3	2'676'330 / 1'231'160	60 m	6.00 m (= Mächtigkeit oberer Grundwasserleiter)	kiesiger Grobsand und Kiessand mit wenig Steinen (Vorstossschotter zwischen Moräne und Seeablagerungen)	subartesisch (Druckspiegel 1.2 m uOKT) bis artesisch gespannt (2 l/min) 21.6.1974) 9 % O_2 -Sättigung
G1	2'675'600 / 1'231'750	50 m	17.10 m (= Mächtigkeit Grundwasserleiter)	teilweise siltige, sandige Kiese mit wenig Steinen und Sande mit vereinzelt Kies (Vorstossschotter zwischen Moräne und Gletscherseeablagerung)	subartesisch gespannt (Druckspiegel am 12.6.1975 bei 2.45 m uOKT) k-Werte aus Pumpversuch: 6.5×10^{-5} m/s (3 m Länge) 50 % O_2 -Sättigung
M3	2'675'963 / 1'231'795	31	2.2 m (= Mächtigkeit Grundwasserleiter)	siltig-sandiger Kies mit Steinen und Blöcken und kiesige Sande („Schwemmzone“ zwischen Moräne)	artesisch gespannt (> 2.18 m über OKT), Überlauf ca. 150 l/min 1.3 % O_2 -Sättigung

Im Gebiet Rütliweid auf Zürcher Kantonsgebiet könnten wohl maximal **ca. 600 l/min** permanent gepumpt werden.

4.4.4 Nutzungen im Raum Maschwanden

Vermutlich weniger sinnvoll wäre es, im Raum Maschwanden eine Fassung zu bauen. Hier ist der Rückzugsschotter bereits erodiert und das Grundwasser fliesst in Sedimenten des früheren Reusstalgletschers. Das relative steile Grundwassergefälle in diesem Gebiet deutet auf generell schlechtere Durchlässigkeiten hin.

5 Trinkwasserversorgung

5.1 Heutige Trinkwassergewinnung

5.1.1 Einführung

Das Grundwasservorkommen „Maschwanden bis Knonau“ wird heutzutage einzig in Hatwil zur Trinkwasserversorgung genutzt. Es handelt sich dabei um zwei private Wasserversorgungen. Eine öffentliche Trinkwasserversorgung existiert nicht. Bei den beiden übrigen Grundwassernutzungen im Raum Äbnetwald handelt es sich lediglich um Brauchwasserfassungen (vgl. Abschnitt 4.1.1).

5.1.2 Quelfassungen Hatwil 1 (Kloster Frauenthal, Nrn. 1973 und 2001)

Mit dem Wasser wird der momentan aus 12 Personen bestehende Klosterhaushalt sowie zusätzlich 22 in den sechs Wohnungen lebende Personen versorgt⁷. Bei einer maximalen Belegung können bis zu 50 Schwestern im Kloster untergebracht sein. Der Tierbestand des Klosters besteht aus 140 Kühen, 80 Rindern und 40 Kälbern (keine Schweine, kein Kleinvieh). Weiter werden mit dem Wasser insgesamt vier Brunnen betrieben.

Trinkwasserversorgung Hof Islikon:

Gemäss Pächter Ruedi Schelbert⁸ ist der genaue Wasserverbrauch unbekannt. Die Pumpe laufe aber praktisch ständig. Laufende Brunnen sind keine vorhanden. Mit dem Wasser werden 7 bis 8 Personen versorgt, zudem 60 Grossvieheinheiten (GVE) und zusätzlich 13 Pferde (Kleinvieh ist in GVE inbegriffen). Der Hof ist zu 100 Prozent auf die Quelle Hatwil 1 angewiesen. Ein kommunaler Wasseranschluss ist nicht vorhanden.

5.1.3 Quelfassung Hatwil 2 (Nr. 527)

Gemäss Pächter Joe Hausheer wird mit den 150 l/min in erster Linie seine vierköpfige Familie (2 Erwachsene, 2 Kinder) und 70–80 GVE mit Trinkwasser versorgt⁶. Der Melkroboter wird mit täglich 1'000 Liter Wasser gereinigt. Mit dem Überlauf, welcher auf ca. 7–8 l/min geschätzt wird, werden zudem ein Fischweiher, ein Biotop, 2–3 Laufbrunnen und ein Springbrunnen gespeist. Auch dieser Hof ist zu 100 Prozent auf diese Quelle angewiesen. Ein kommunaler Wasseranschluss ist nicht vorhanden. Der Hof besteht seit 201 Jahren und litt in dieser ganzen Zeit offenbar nie an Wasserknappheit.

5.2 Entwicklung des mittelfristigen Wasserbedarfs, strategische Reserven

5.2.1 Heutiger Wasserverbrauch

Auf Basis der von den betroffenen Anwohnern angegebenen Zahlen zu Bewohnern und Tierbestand wurde der heutige Wasserbedarf geschätzt (Tab. 3). Mit durchschnittlich 579 Liter pro Einwohner und Tag liegt der Verbrauch relativ hoch. Der gesamte Trink-

⁷ E-Mail Sebastian Meier vom 21.9.2017

⁸ Telefonat vom 19.9.2017 mit Ruedi Schelbert, Islikon, 6332 Hagendorn, Tel. 041 780 08 21 resp. 079 679 44 47

wasserverbrauch (Haushalt, Industrie und Landwirtschaft) liegt gemäss [11] bei 307 Liter pro Einwohner und Tag (2015). Der hohe Verbrauch von 579 l/(E·d) ist mit der pro Einwohner grossen Anzahl von Tieren geschuldet.

Tab. 4: Geschätzter durchschnittlicher heutiger Wasserverbrauch im Gebiet Hatwil-Frauenthal. Annahmen Wasserverbrauch gemäss [10], [11] und www.proplanta.de.

	Liter pro Tag	Anzahl Tiere			Tagesver- brauch Liter	Jahresver- brauch m³
		Kloster Frauen- thal	Hof Islikon	Hof Hatwil		
Mensch	170	50 (ca. 30–70)	8	4	10'540	3'847.1
GVE	110	-	60	75 (70–80)	14'850	5'420.25
Kuh	60 (40–80)	140	-	-	8'400	3'066
Rind	20 (10–30)	80	-	-	1'600	584
Kalb	10 (5–15)	40	-	-	400	146
Pferd	10 (7–12)	-	13	-	130	47.45
Summen					35'920	13'110.8

Der durchschnittliche Quellwasseranfall liegt im Bereich von 600 l/min (Quellfassung 1973/2001: 450 l/min inkl. Pumpen, Quellfassung 527: 150 l/min), was einer jährlichen Fördermenge von 315'360 m³ Wasser entspricht. Davon wird heute effektiv nur etwa 4 % genutzt. Mit dem heute nicht verbrauchten Wasser von 302'249 m³ (= 575 l/min) könnten bei einem Tagesverbrauch von 170 l/Tag rund 4'800 Menschen mit Trinkwasser versorgt werden.

Selbst nach mehrmonatigen Trockenmonaten, wie zum Beispiel im „Trockenjahr“ 2003, ist die Versorgungssicherheit gemäss Anwohnern gewährleistet.

5.2.2 Künftiger Wasserverbrauch

Wasserverbrauch Hatwil: Die in Hatwil genutzten Quellen befinden sich in einem ländlichen, stark landwirtschaftlich geprägten Gebiet. Mit einem sich rasch entwickelnden Siedlungsgebiet wie zum Beispiel Blickensdorf ist es nicht zu vergleichen. Bei Hatwil handelt es sich zudem um ein privates Versorgungsgebiet, für das die Wasserwerke Zug (WWZ) nicht zuständig sind. Studien zum künftigen Wasserverbrauch sind deshalb weder vorhanden noch geplant.⁹ Dass der Wasserverbrauch in Hatwil mittel- bis langfristig stark ansteigt, ist – wenigstens zum heutigen Zeitpunkt – nur schwer vorstellbar. Prinzipiell ist es aber möglich, dass das in Frauenthal nicht genutzte Überschusswasser der Quellen über lange Leitungen Siedlungsgebieten zugeführt wird.

Nutzung Grundwasser auf Zürcher Seite: Auf Anfrage beim Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) wurde uns mitgeteilt, dass die heute bestehende Wasserversorgung der beiden Gemeinden Knonau und Maschwanden als ausreichend erachtet wird und dass „kurzfristig keine Trinkwassernutzung des Grundwasservorkommens [„Maschwanden bis Knonau“] vorgesehen ist“. Gleichzeitig wird aber festgehalten, dass „langfristig aber alle Optionen offen gehalten werden müssen, d.h. eine spätere

⁹ Telefonat mit Marcel Gross, WWZ, vom 7.9.2017

Nutzung zu Trinkzwecken kann nicht kategorisch ausgeschlossen werden. Das Grundwasser ist gemäss den geltenden gesetzlichen Vorgaben zu schützen¹⁰. Mit dem heute nicht verbrauchten Wasser von jährlich 846'216 m³ (1'610 l/min, siehe Tab. 2) im Teilgebiet B könnten bei einem Tagesverbrauch von 170 l/Tag immerhin über 13'000 Menschen mit Trinkwasser versorgt werden.

Fazit:

Der Wasserverbrauch der beiden Bauernhöfe in Hatwil und des Klosters Frauenthal kann voraussichtlich mittel- und sogar langfristig mit den heutigen Quelfassungen gedeckt werden.

Auf Zürcher Gebiet gibt es zurzeit keine Pläne, das Grundwasservorkommen „Maschwanden bis Knonau“ zu nutzen. Offensichtlich reicht das vorhandene Grundwasserdargebot aus, um auch sich rasch entwickelnde Gemeinden wie Knonau und Maschwanden sicher mit Trinkwasser versorgen zu können. Im Bedarfsfall könnten aber mehr als 13'000 Menschen zusätzlich mit dem heute ungenutzten Überschusswasser der Quellen Hatwil versorgt werden.

5.3 Interesse der Wasserversorgungen am ungeschmälerten Erhalt der Grundwasserneubildung

Die Reaktion auf die Frage, wie wichtig ihnen das Trinkwasser der Quellen in Hatwil ist, fiel einhellig aus: Für alle Betroffenen geniesst die Trinkwasserversorgung höchste Priorität, zumal kein Anschluss an ein öffentliches Wasserversorgungsnetz vorhanden ist. Die beiden Höfe und das Kloster sind zu 100 % auf die beiden Quelfassungen angewiesen. Die Haltung gegenüber dem potentiellen Kiesabbau ist trotzdem recht wohlwollend, obwohl der Eingriff als gross erachtet wird und dabei „guter Boden“ verloren geht.

Auch wenn heute kein Bedarf der nahe gelegenen Wasserversorgungen für zusätzliches Trinkwasser vorliegt, steht in den Teilgebieten A und B eine Trinkwasserreserve theoretisch für rund 18'000 Personen zur Verfügung.

¹⁰ Telefonat mit Dr. K. Nyffenegger, Stv. Sektionsleiter Sektion Grundwasserschutz und Wasserversorgung, vom 11.7.2017 und E-Mail Dr. K. Nyffenegger vom 13.7.2017

6 Auswirkungen des Kiesabbaus und der Rekultivierung auf die Grundwasserneubildung und die Grundwassernutzung

6.1 Potentielle Auswirkungen des Kiesabbaus

Der Abbau von Kies kann die Grundwasserqualität und -quantität nachhaltig gefährden. Beim Abbau wird der Boden und die (meist sehr mächtige) Deckschicht entfernt, so dass das Grundwasser den oberflächlichen Einflüssen viel stärker ausgesetzt wird. Bei der anschliessenden Wiederauffüllung besteht die Gefahr, dass auch belastetes Material verwendet wird. Je nach Mächtigkeit und Durchlässigkeit des verwendeten Materials ist zudem mit Veränderungen der Wasserqualität, des Wasserchemismus und des Nachflusses zu rechnen. Da bei der Wiederauffüllung meist schlecht durchlässiges Material verwendet wird, müssen zur Gewährleistung der landwirtschaftlichen Nutzung oberflächennah Drainagen eingebaut werden, was die Neubildungsrate in den meisten Fällen reduziert.

6.2 Kiesabbaugebiet Äbnetwald

6.2.1 Qualitative Beeinflussungen

Bereits auf der Siegfriedkarte des Jahres 1887 sind im Gebiet Äbnetwald erste Kiesgruben eingezeichnet. Seither wurde Kies in diesem Gebiet in zahlreichen Etappen bis zum heutigen Tag abgebaut. Die offenen Kiesgruben wurden nach Ende des Abbaus meist wieder verfüllt und rekultiviert, entweder vollständig oder teilweise. Die weit über hundert Jahre lange Abbautätigkeit und die durchgeführten Rekultivierungsarbeiten sind kaum dokumentiert. Die ältesten chemischen Grundwasseranalysen stammen aus den 1970er Jahren (Bericht [1]), als bereits grössere Kiesgruben in Betrieb waren. Bei der Beurteilung der qualitativen Einflüsse auf das Grundwasser mussten wir uns also auf die wenigen, relativ jungen Grundwasseranalysen und den Vergleich des Grundwassers in den Teilgebieten A und B beschränken.

Veränderungen bei natürlichen Inhaltsstoffen: Die Zusammenstellung in Tabelle 3 zeigt, dass sich das Grundwasser in den beiden Teilgebieten relativ deutlich voneinander unterscheidet, und dies, obwohl die Grundwassergenese – zumindest in den Zeiten vor den ersten Kiesgruben – mit grosser Wahrscheinlichkeit ziemlich vergleichbar war. Die beiden Teilgebiete unterscheiden sich im Wesentlichen durch ihre Mineralisation (hier ausgedrückt durch die elektrische Leitfähigkeit) und der damit zusammenhängenden Gesamt- und Karbonathärte. Generell ist im kiesgrubenbeeinflussten Grundwasser des Teilgebiets B die Gesamtmineralisation geringer, ebenso Gesamt- und Karbonathärte. Dies ist damit zu erklären, dass im Teilgebiet A ohne Kiesabbau ein intakter, biologisch aktiver Bodenaufbau mit A- und B-Horizont vorhanden ist, wo viel „Wurzel-CO₂“¹¹ gebildet wird. Beim Versickern des Niederschlagswassers in den

¹¹ In der Bodenzone entsteht durch die aerobe Atmung der Wurzeln und des Edaphons sowie durch den Abbau von organischen Substanzen viel CO₂.

Untergrund wird dieses CO₂ gelöst, was die Aggressivität des Sickerwassers wesentlich erhöht. Die Folge ist eine verstärkte Wasser-Gesteins-Interaktion, im vorliegenden Fall vor allem die Lösung von Karbonaten. Im Teilgebiet B dagegen ist der intakte Bodenaufbau an vielen Stellen nicht mehr vorhanden, so in den offenen Kiesgruben oder in rekultivierten Bereichen. Kommt dazu, dass die Verweilzeiten im Teilgebiet A länger sind als im Teilgebiet B und dort damit mehr Zeit für die Gesteinslösung zur Verfügung steht.

Tab. 5: Zusammenstellung der wichtigsten Analyseresultate der verschiedenen Messkampagnen, aufgeteilt auf die Teilgebiete A und B.

Teilfläche A: Hatwil–Hubletzen–Niederwil					
Moser (1977):					
	LF mS/cm	GH °fH	KH °fH	Chlorid mg/L	
D1		565	34.5	30.9	9.2
D2		439	33	30.3	2.8
D3		444	25.9	27.9	1.3
D4		610	46.1	36.9	12.6
E2		545	33	27.2	14.3
Hubletzen-4		624	45.5	37.3	28
Hatwil-5		713	44.3	40.2	21.6
J2		590	36.7	32.1	10
P3		497	36.9	33.8	10
Quelle Hatwil		560	36.3	31.7	9.6
Min	439	25.9	27.2	1.3	
Max	713	46.1	40.2	28.0	
Mittel	559	37.2	32.8	11.9	
n	10	10	10	10	
magma AG (2010):					
KB 1/09	765	41.9	37.8	13.6	
KB 2/09	780	41.9	35.6	20.7	
KB 3/09	658	36.2	32.4	9.7	
KB 4/09	760	41.9	38.7	7.1	
Min	658	36.2	32.4	7.1	
Max	780	41.9	38.7	20.7	
Mittel	741	40.5	36.1	12.8	
n	4	4	4	4	
magma AG (2011):					
KB 2/09	721	40.0	33.8	8.8	
KB 4/09	735	41.7	36.7	6.2	
KB 5/11	663	35.9	32.2	9.2	
KB 6/11	728	38.4	36.1	8.7	
Min	663	35.9	32.2	6.2	
Max	735	41.7	36.7	9.2	
Mittel	712	39.0	34.7	8.2	
n	4	4	4	4	
Geologisches Büro Dr. Lorenz Wyssling AG (2017)					
Hatwil 1 (Strang 2)		38.8		11.9	
Hatwil 1 (Strang 1)		37.9		12.3	
Min		37.9		11.9	
Max		38.8		12.3	
Mittel		38.4		12.1	
n		2		2	

Teilfläche B: Oberwil Teilfläche–Äbnet–Knonau–Maschwanden					
Moser (1977):					
	LF mS/cm	GH °fH	KH °fH	Chlorid mg/L	
A1		588	38.2	34.4	5.8
A4		320	20.3	17.1	6.8
A6		240	13.5	10.6	3.5
B1		539	34.9	29.6	10.5
B3		511	36.4	31.2	6.7
C5		300	17	13.2	5
L1		555	34.4	30	10
V1		540	34	30	10
Min	240	13.5	10.6	3.5	
Max	588	38.2	34.4	10.5	
Mittel	449	28.6	24.5	7.3	
n	8	8	8	8	
Sieber Cassina + Partner AG (1991)					
	609	36.1	30.8	17.0	
	503	35.1	27.5	4.7	
Min	503	35.1	27.5	4.7	
Max	609	36.1	30.8	17.0	
Mittel	556	35.6	29.2	10.9	
n	2	2	2	2	

Die NAQUA SPEZ-Messstelle 6213 liegt inmitten des Kiesabbaugebiets. Im Zeitraum 2002–2014 ist die elektrische Leitfähigkeit mehr oder weniger konstant, in den Jahren 2015 und 2016 werden jedoch deutlich höhere Werte beobachtet (Abb. 3). Ob dies in Zusammenhang mit dem 2015 südwestlich der Messstelle beginnenden Kiesabbau steht, ist ohne nähere Kenntnisse des lokalen Fliessfelds und der genauen Abbautätigkeit kaum zu beurteilen.

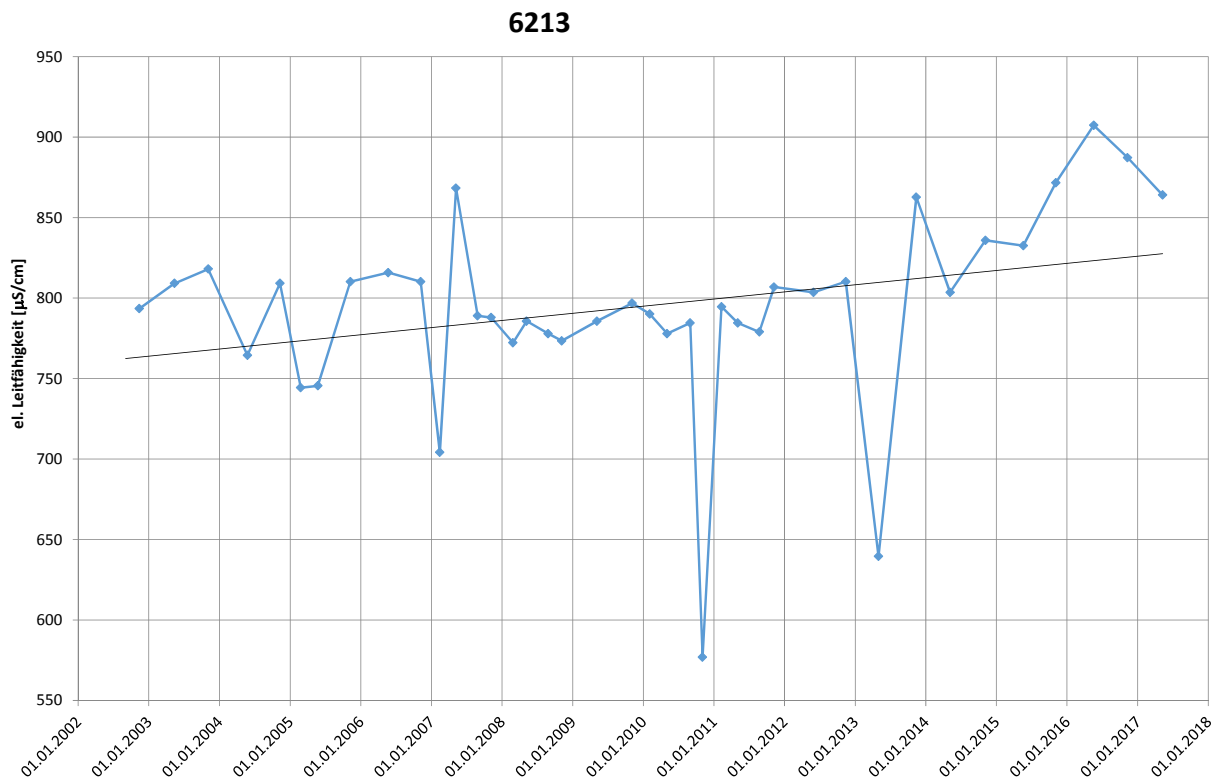


Abb. 3: Entwicklung der el. Leitfähigkeit bei der NAQUA SPEZ-Messstelle 6213 seit 2002.

Anthropogene Beeinträchtigungen mit Schadstoffen: Bei Rekultivierungsarbeiten besteht erfahrungsgemäss immer die Gefahr, dass teilweise auch mit Schadstoffen belastetes Material eingebaut wird. So ist dann auch im Oberwilerwald eine wieder aufgefüllte Kiesgrube im Kataster der belasteten Standorte (KbS) eingetragen (Beilage 1; zugmap.ch: KbS-Standort 02_A_002). Eine solche denkbare Beeinträchtigung des Grundwassers konnte im Gebiet Äbnetwald gemäss unseren Kenntnissen bisher jedoch nicht sicher nachgewiesen werden. Auch die in Tabelle 3 zusammengestellten Chlorid-Daten – Chlorid ist ein häufig verwendeter Deponie-Tracer – zeigen keine solchen Beeinflussungen. Die Chlorid-Konzentrationen sind im Teilgebiet A tendenziell sogar höher als im Teilgebiet B, was vermutlich daran liegt, dass Chlorid häufig auch aus der Landwirtschaft ins Grundwasser eingetragen wird. Aufgrund des Fehlens einer soliden, langjährigen Datenbasis mit relevanten Deponieparametern lässt sich die Frage, ob durch den Kiesabbau im Äbnetwald auch Schadstoffe ins Grundwasser einge-

tragen werden, nicht schlüssig beantworten. Der beste natürliche Schutz gegen Schadstoffeinträge von der Oberfläche – ein intakter Bodenaufbau – fehlt allerdings in den Kiesabbaugebieten.

6.2.2 Quantitative Beeinflussungen

Auswertung der vorhandenen Pegelmessungen:

Die uns zur Verfügung gestellten Aufzeichnungen der Grundwasserstände sind in Beilage 4 dargestellt. Je nach Messstelle handelt es sich um manuelle Punktmessungen oder automatische Logger-Daten, welche sich über unterschiedliche Zeitintervalle erstrecken. Obwohl sie nur bis ins Jahr 1991 zurückreichen, liefern sie doch einige wichtige Erkenntnisse:

Teilgebiet A:

- Die beiden im Teilgebiet A gelegenen **Pegel 6223 und 6224** liegen von der Kote her zwischen der Zustrommessstelle 6205 und den übrigen Messstellen des Teilgebiets B. Generell zeigen die beiden Messstellen einen ruhigeren Verlauf als jene im Teilgebiet B, in grossen Zügen ist der Verlauf jedoch untereinander und gegenüber den Messstellen im Teilgebiet B parallel.
- Der Grundwasserspiegel ist ein zeitverschobenes Abbild der Niederschlagsverteilung. Die Verzögerung liegt durchschnittlich bei ca. zwei Monaten. Gemäss [9] reagiert der Grundwasserspiegel bei den beiden Messpegeln auf starke Niederschlagsereignisse nach 2.5 bis 3 Monaten mit einem Anstieg.

Teilgebiet B:

- Die südöstlichste **Messstelle 6205** befindet sich am Rand des Grundwasservorkommens „Maschwanden bis Knonau“. Es handelt sich somit um eine Zustrommessstelle des Kiesabbaugebiets Äbnetwald. Entgegen der Darstellung in Beilage 1, welche auf Luftfotos beruht, lag diese Messstelle – wenigstens gemäss den Landeskarten – immer ausserhalb des Kiesabbaugebiets. Der Ganglinienverlauf der Messstelle 6205 ist sehr ähnlich wie praktisch aller im Abstrom des Kiesabbaugebiets gelegenen Messstellen: 6217, B 3 (Kanton Zürich) und 6214. Die Amplituden sind bei der Messstelle 6205 allerdings mit gegen 3 m deutlich grösser.
- Die im Abstrom des Kiesabbaugebiets gelegene **Messstelle 6220** (V1 resp. Grundwasserfassung 1352) ähnelt im Verlauf des Grundwasserpegels jenem des Pegels P 3, wobei der Grundwasseranstieg bei der Messstelle 6220 im Sommer 1998 ca. 3 Monate früher einsetzte als beim Pegel P 3. Dies könnte mit dem Pumpbetrieb der Grundwasserfassung 1352 zusammenhängen.
- Die **NAQUA SPEZ-Messstelle 6213** zeigt – obwohl sie sich zwischen Kiesgruben befindet – einen ähnlichen Verlauf des Grundwasserspiegels wie die im Abstrom gelegenen Messstellen und die Zustrommessstelle 6205.
- Der Pegelverlauf der **Messstelle 6212** unterscheidet sich im Zeitraum 1991–1995 – also genau in der Zeit, als gemäss Landeskarte direkt im Zustrom der Messstelle

mit dem Kiesabbau begonnen wurde – stark von jenem des Pegels P 3. In den Jahren 2000–2003 dagegen gibt es kaum mehr Abweichungen.

- Der Verlauf der mitten in der Kiesgrube Risi gelegenen **Messstelle 6221** ist in den Jahren 2000–2004 ähnlich wie jener des Pegels P 3, wobei der Spiegel nach trockener Witterung etwas stärker absinkt. Deutliche Unterschiede sind aber in den Jahren 2005 und 2006 zu erkennen.
- Wie bei den beiden Messstellen des Teilgebiets A sind auch die Ganglinien der Messstellen des Teilgebiets B – sofern sie durch den Kiesabbau oder den Pumpbetrieb zu stark gestört sind – ein Abbild der Niederschlagsverteilung. Im Unterschied zum Teilgebiet A ist die Reaktion aber meist schneller und der Grundwasserspiegel spricht auch schon auf kleinere Niederschlagsereignisse an und nicht nur auf grössere.

Fazit: In groben Zügen sind die Pegel sowohl der Messstellen im Teilgebiet A wie auch jene im Teilgebiet B ein Abbild der Niederschlagsverteilung. Die Pegel im Teilgebiet B reagieren allerdings rascher und empfindlicher auf Niederschlagsereignisse oder Schneeschmelze, was mit grosser Wahrscheinlichkeit auf die grossen, bodenfreien Kiesgruben und die durch den Kiesabbau in ihrer Mächtigkeit reduzierten ungesättigten Zonen zurückzuführen ist. Vom Niederschlagsmuster abweichende Spiegelschwankungen werden bei Messstellen innerhalb des Kiesabbaugebiets beobachtet.

Erkenntnisse aus bestehenden Untersuchungen:

Bereits in den Berichten [2] und [3] wird auf Beeinflussungen des Kiesabbaus im Gebiet Äbnetwald auf das Grundwasser hingewiesen. Folgende Phänomene wurden im Raum Äbnet beobachtet:

- Ende 1980er Jahre lag der Grundwasserspiegel ca. 2–3 m tiefer als noch in den Jahren 1976/77. Veranschaulichen lässt sich dies mit der Ganglinie des Zürcher Pegels B 3, welcher sich gemäss [2] aber sehr ähnlich verhält wie der (vermutlich heute nicht mehr vorhandene) Messpegel P1 in der Grube Rütenen (Abb. 4).
- Im genannten Zeitraum fanden auch eine Verflachung des Grundwassergefälles im Bereich des Kiesabbaugebiets und eine Versteilung des Gradienten bei den seitlichen Zuflüssen statt.
- Die Grundwasserspiegel reagieren ohne Verzögerung auf Niederschläge.

Diese Veränderungen des Grundwasserregimes im Raum Rütenen–Oberwilerwald–Chrüzstross werden in den Berichten [2] und [3] mit der rascheren Versickerung und dem schnelleren Abfliessen des Meteorwassers erklärt. Als Hauptgrund dafür werden das Entfernen der natürlichen Bodenschicht und das Entfernen eines Grossteils der ungesättigten Zone (Deckschichten und Vorstossschotter, teilweise wurde Kies sogar bis unterhalb des Grundwasserspiegels abgebaut), also einem Wegfall von Speicherkapazität gesehen.

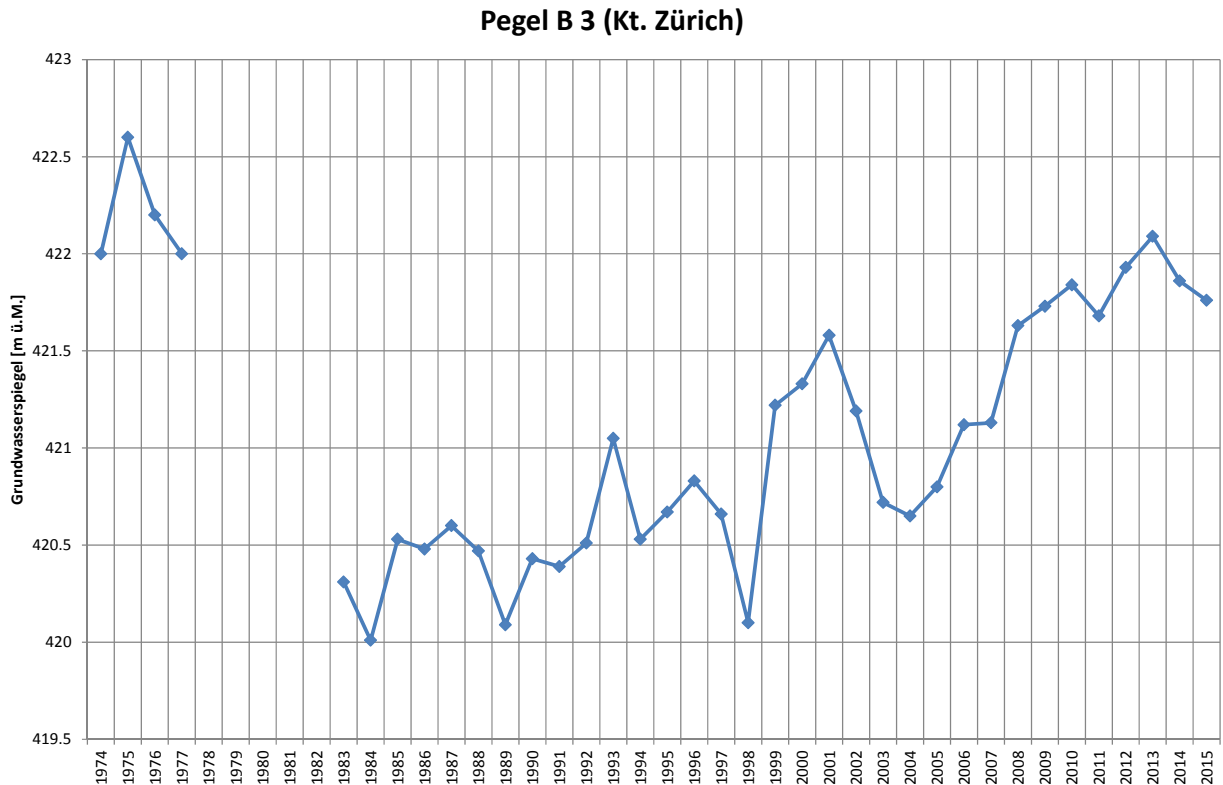


Abb. 4: Verlauf des Grundwasserspiegels 1974–2015 des kantonalen Grundwasserpegels B 3 im Kanton Zürich. Für die Jahre 1978–1982 liegen keine Daten vor.

In der Zeit zwischen 1977 und 1983, in der sich der Grundwasserspiegel abgesenkt hat, fanden allerdings auch einige bauliche Tätigkeiten statt, welche möglicherweise ebenfalls zur Absenkung des Grundwassers beigetragen haben ([3]: Bau N4 bei Knonau und Umfahrungsstrasse, Verlegung des Gfängbachs, Eindolung des Baareggerbachs, Entwässerung des Sumpfgebiets im Gfäng). Aus heutiger Sicht muss dazu gesagt werden, dass zumindest die N4, die Umfahrungsstrasse und das frühere Sumpfgebiet ausserhalb des Grundwasservorkommens „Maschwanden bis Knonau“ liegen, so dass diese Einflüsse nicht überbewertet werden sollten (die früheren Verläufe der beiden genannten Bäche sind uns nicht bekannt).

Im Bericht [2] wurde befürchtet, dass es sich bei der Grundwasserabsenkung um einen irreversiblen Prozess handelt und dass sich der mittlere Grundwasserspiegel nie mehr bis auf das ursprüngliche Niveau erholt. Diese Einschätzung ist zwar auch aus heutiger Sicht durchaus nachvollziehbar, könnte sich aber auch als zu pessimistisch erweisen: Beim Pegel B 3 steigt der Grundwasserspiegel auf jeden Fall seit mindestens 1983 tendenziell wieder deutlich an, er könnte sogar schon bald wieder den Stand der 1970er Jahre erreichen (Abb. 4).

Bei der Messstelle 6220 wurde am 5.1.1977 vor Durchführung des Grosspumpversuchs ein Ruhewasserspiegel von 421.56 m ü.M. gemessen. Zumindest in den Jahren 1996–1999 lag dort der Spiegel über 5 m tiefer. Spätere Pegelmessungen liegen uns nicht

vor und bei den übrigen Messstellen sind keine Daten aus den 1970er Jahren vorhanden.

Überlegungen magma AG: Das Absinken des Grundwasserspiegels wird in den Berichten [2] und [3] mit einem Wegfall von Speicherkapazität erklärt, was aus unserer Sicht nicht überzeugend ist. Bei einem Entfernen von Material aus der ungesättigten Zone würde eigentlich kurzfristig ein Anstieg des Spiegels erwartet werden (gleiche Fläche mit weniger Porenvolumen). Mittel- und langfristig sollte sich aber keine Änderung des Wasserspiegels ergeben, da das dem Grundwasserleiter über die Jahre zufließende Niederschlagswasser in etwa konstant bleibt.

Wir vermuten folgende Gründe für das Absinken des Grundwasserspiegels Ende der 1970er Jahre:

- **Ableitung von Drainagewasser:** Gemäss älteren Mitarbeitern der Firma Risi AG wurde im Rahmen der Wiederauffüll- und Rekultivierungsarbeiten an verschiedenen Stellen ein oberflächennahes Drainagesystem eingebaut, um Vernässungen vorzubeugen (die Rekultivierung im Zürcher Teil erfolgte vor allem in den 1990er und 2000er Jahren). Das Wasser wird angeblich in den Haselbach abgeleitet und fehlt demzufolge im Grundwassergebiet „Maschwanden bis Knonau“. Dies ist zwar eine mögliche Erklärung für das Absinken des Grundwasserspiegels, nicht aber für die scheinbare Erholung vor allem in den letzten 15 Jahren, ausser man nimmt an, dass das Drainagesystem heute nicht mehr so gut funktioniert wie zu Beginn (defekte Leitungen etc.).
- **Pumpbetrieb Kieswerk:** Beim AfU wird es für möglich gehalten, dass im Kieswerk Ende 1970er Jahre deutlich mehr Grundwasser gepumpt wurde als heute¹².

Fazit: Im Gebiet Äbnet hat der Kiesabbau nachweislich zu einer markanten Absenkung des mittleren Grundwasserspiegels geführt. Wider Erwarten scheint sich der Grundwasserspiegel im Äbnetwald wieder zu erholen, wobei diese Erholung sich nicht innert Monaten oder Jahren, sondern innerhalb von mehreren Jahrzehnten abspielt. Über die dafür verantwortlichen, sich vermutlich überlagernden Mechanismen kann aufgrund fehlender Daten nur spekuliert werden. Insgesamt muss aber damit gerechnet werden, dass nach Abschluss der Rekultivierung aufgrund der oberflächennahen Drainagen die Grundwasserneubildung abnimmt, somit auch die Grundwasserspiegel tendenziell sinken und sich der Grundwasserfluss Richtung Nordwesten verringert.

6.3 Mögliche Auswirkungen eines Kiesabbaus im Gebiet Hubletzen inkl. östlicher Erweiterung

6.3.1 Einleitende Bemerkungen

Vorauszuschicken ist, dass sich sowohl der „Perimeter Zwischenergebnis Abbau- und Rekultivierungsgebiet Hatwil / Hubletzen, gemäss kantonalem Richtplan Zug“ als auch der aktuelle, nach Osten erweiterte „Perimetervorschlag für die Richtplanfestsetzung“

¹² Besprechung beim AfU vom 30.10.2017 mit Dr. V. Lützenkirchen und P. Keller

mit der definitiven Schutzzone S3 der Quelfassung 1973/2001 überschneidet. Innerhalb der Schutzzonen S1 bis S3 ist jedoch jegliche Materialausbeutung untersagt [14].

Im Folgenden werden die möglichen Auswirkungen des Kiesabbaus im erweiterten „Perimetervorschlag für die Richtplanfestsetzung“, welcher sich gegen Osten weiter ausdehnt, jedoch die Schutzzone S3 der Quelle Hatwil 1 ausspart (Beilage 1), diskutiert. Die heutige Grundwasserfassung 1352, welche vom Kanton Zug im Rahmen der Grundwassererforschung erstellt wurde und heute als Wasserlieferant für eine Fischzucht genutzt wird, liegt innerhalb dieses Perimeters. Es ist nicht sicher, dass diese Fassung im Falle eines Kiesabbaus definitiv aufgegeben werden müsste. Aufgrund der dort geringen Kiesmächtigkeit könnte dieser Bereich für Bodendepots oder den Zugangsbereich genutzt werden, sodass die Fassung mit entsprechenden Schutzmassnahmen weiter genutzt werden könnte.

Ein Kiesabbau im Gebiet Hubletzen kann grundsätzlich qualitative und quantitative Auswirkungen auf die Grundwassernutzung in Hatwil haben (Teilgebiet A). Gewisse Auswirkungen des Kiesabbaus konnten im Gebiet Äbnetwald und andern Orten effektiv beobachtet werden (Abschnitt 6.2).

6.3.2 Mögliche qualitative Auswirkungen

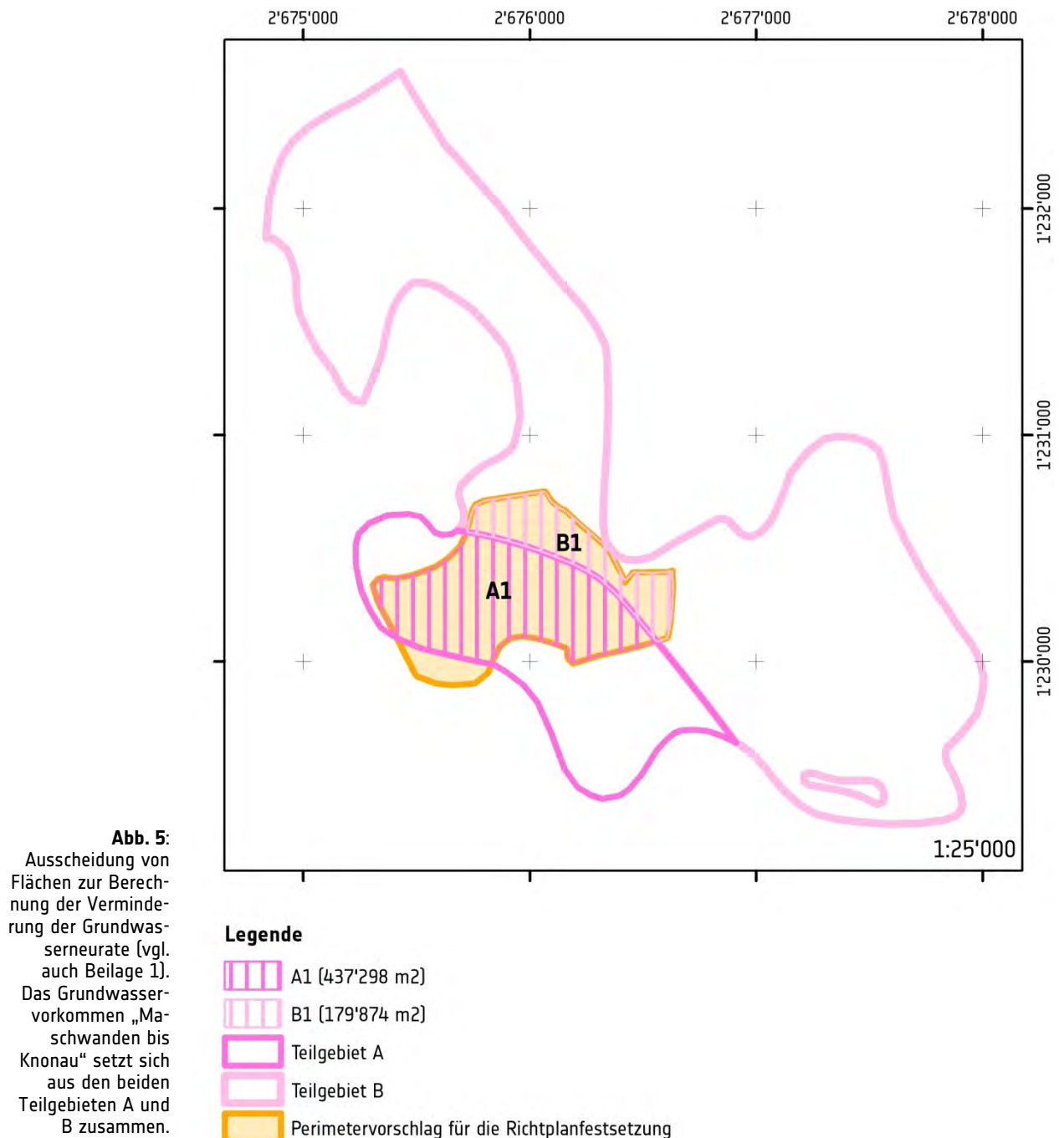
In qualitativer Hinsicht ist bei offener Kiesgrube mit einer Verringerung der Gesamtmineralisation, namentlich mit einer Abnahme der Gesamt- und Karbonathärte, zu rechnen (weniger gelöstes CO_2 , reduzierte Lösung von Calcit und Karbonat). Diesem für die Wasserversorgung positiven Effekt stehen wesentliche Nachteile entgegen: Durch den Abbau der intakten Bodenschicht und grosser Teile der ungesättigten Zone verschlechtert sich bei offener Kiesgrube die Filterwirkung. Eine gute Filterwirkung ist bekanntlich in landwirtschaftlich genutzten Gebieten besonders essentiell. Nach Wiederauffüllung inklusive Bodenschicht ist aufgrund des meist weniger durchlässigen, feinkörnigeren Materials mit einer guten Filterwirkung zu rechnen. Bei Rekultivierungen besteht aber immer die Gefahr, dass – meist unbeabsichtigt – auch mit Schadstoffen belastetes Material abgelagert wird. Dieses kann die Grundwasserqualität beeinträchtigen.

6.3.3 Mögliche quantitative Auswirkungen

Aufgrund der vergleichbaren hydrogeologischen Verhältnisse wie im Kiesabbaugebiet Äbnetwald (Teilgebiet B) ist zu erwarten, dass es auch hier zu markanten Veränderungen des Grundwasserregimes kommen könnte. Welche Folgen ein generelles Absenken des Grundwasserspiegels auf die Quellschnutzungen hätten, lässt sich nicht genau prognostizieren. Von einer zumindest kurzfristig erhöhten Quellschüttung während der Abbauphase bis zu einem Versiegen der heutigen Quellaustritte und dem Entstehen neuer Quellaustritte ist vieles denkbar. Wie bereits erwähnt, wurde die Quelfassung Hatwil 1 im Jahr 2006 topographisch bewusst relativ hoch erstellt, so dass das Wasser in freiem Gefälle vom benachbarten Reservoir zu den Abnehmern fließen kann. Eine Absenkung des Grundwasserspiegels aufgrund verminderter

Grundwasserneubildung nach Auffüllung der Kiesgruben könnte im schlimmsten Fall zur Trockenlegung der Quelfassung führen.

Auswirkungen des Kiesabbaus auf die Grundwasserneubildung:



Dass die Neubildungsrate nach der Auffüllung und Rekultivierung eines Kiesabbaugebiets meist deutlich tiefer ist als vor dem Kiesabbau, ist ein bekanntes Phänomen. Im Kiesabbaugebiet Neuheim ZG beispielsweise ging der Quellertrag von fünf betroffenen Quellen um rund 46 % zurück [17]. Dies ist darauf zurückzuführen, dass mit schlecht

durchlässigem Material aufgefüllt worden ist und deshalb oberflächennahe Drainagen eingebaut werden mussten, die das anfallende Wasser heute in die Sihl ableiten. Die gleichen Phänomene müssen auch bei einem Kiesabbau im Gebiet Hubletzen erwartet werden.

Wird in den vom Kiesabbau betroffenen Flächen A1 und B1 (Abb. 5) mit einer Abnahme der Grundwasserneubildung von 40 % gerechnet, würde die Neubildungsrate in den Teilgebieten A und B wie folgt zurückgehen (gleiche Annahmen wie in Tab. 2):

- **Teilgebiet A:** Da die Neubildung im Gebiet A1 um 40 % sinkt, reduziert sich die Neubildungsrate von 751 l/min (vor Kiesabbau) auf 617 l/min (nach Kiesabbau: Fläche A minus A1: 407 l/min, Fläche A1: 210 l/min).
- **Teilgebiet B:** Da die Neubildung im Gebiet B1 um 40 % sinkt, reduziert sich die Neubildungsrate von 2'482 l/min (vor Kiesabbau) auf 2'424 l/min (nach Kiesabbau: Fläche B minus B1: 2'337 l/min, Fläche B1: 87 l/min).

Für die Versorgung mit Trinkwasser bedeutet dies folgendes:

- **Teilgebiet A:** Es könnten 1'135 weniger Menschen mit Trinkwasser versorgt werden (Tagesverbrauch: 170 l/Tag).
- **Teilgebiet B:** Es könnten 491 weniger Menschen mit Trinkwasser versorgt werden (Tagesverbrauch: 170 l/Tag).

Aufgrund des Abbaus der ungesättigten Zone und der daraus resultierenden kürzeren Verweilzeiten des Grundwassers ist während der Abbauphase insbesondere in mehrmonatigen Trockenzeiten, wie sie aufgrund der Klimaerwärmung künftig wohl häufiger werden, mit einer Verschlechterung der Versorgungssicherheit zu rechnen.

Was genauere Prognosen erschwert ist der Umstand, dass die hydrogeologischen Verhältnisse in [9] nur sehr vereinfacht dargestellt sind und dass effektiv wohl noch nicht richtig erfasste, komplexere Verhältnisse mit verschiedenen Grundwasserstockwerken und kaum prognostizierbaren präferentiellen Fließwegen vorhanden sind. Eine verminderte Grundwasserneubildung und dadurch sinkende Grundwasserspiegel würden wahrscheinlich auch die Grundwasserfliessrichtungen im Bereich Hatwil/Hubletzen beeinflussen: Ein gewisses Defizit im Gebiet A würde wahrscheinlich durch einen vermehrten Grundwasserfluss aus Südosten zum Teil kompensiert, so dass die oben erwähnte Trennstromlinie nach Nordosten verschoben und der Grundwasserfluss Richtung Maschwanden verringert würde.

Fazit: Die im Teilgebiet A gelegenen Trinkwasserfassungen Hatwil wären durch einen Kiesabbau Hubletzen in qualitativer und quantitativer Hinsicht betroffen. Anstatt von heute 6'361 Menschen (Neubildungsrate 751 l/min) könnten nur noch 5'226 Menschen mit Trinkwasser versorgt werden (617 l/min, Tagesverbrauch 170 l), also rund 20 % weniger. Im Teilgebiet B wären die Auswirkungen des Kiesabbaus deutlich geringer. Die Wasserreserven würden nur um ca. 3 % abnehmen. Die inmitten des Abbauperimeters gelegene Fassung 1352 (heute Fischzucht) könnte vermutlich trotz Kiesabbau

weiter als Brauchwasserfassung genutzt werden (Abschnitt 6.3.1). Zudem sollte eine schutzzonenkonforme Verlegung der Fassung um gegen 150 m Richtung ESE geprüft werden: Nach heutigem Kenntnisstand erscheinen die hydrogeologischen Voraussetzungen dazu gegeben, dass dort eine ähnlich grosse Grundwasserentnahme wie beim Brunnen „Amlisberg“ möglich ist.

7 Auswirkungen des Kiesabbaus und der Rekultivierung auf nicht genutzte Grundwasseraustritte, Naturwerte und Landwirtschaft

7.1 Auswirkungen auf heute nicht genutzte Grundwasseraustritte

Innerhalb des Teilgebiets A befinden sich ungenutzte Grundwasseraustritte nur am Hangeinschnitt südlich des Hofes Hatwil und beim Weiher rund 150 m östlich des Hofes Hatwil, wo der Grundwasserspiegel in einer kleinen, alten Kiesgrube offen liegt.

Bei den diffusen Hangaustritten sind durch einen Kiesabbau vermutlich Veränderungen zu erwarten. Denkbar ist, dass sich durch ein Absinken des Grundwasserspiegels die Menge des austretenden Grundwassers vermindert. Auch die genaue Lage der einzelnen Austritte könnte sich verschieben, wobei sich all diese möglichen Veränderungen aufgrund der fixen Lage des Stauers – den mittelpleistozänen Seeablagerungen – in relativ engen Grenzen halten dürften. Es ist bei offener Kiesgrube zu erwarten, dass diese Hangaustritte schneller auf Niederschläge reagieren würden als dies heute der Fall ist, da generell mit kürzeren Verweilzeiten zu rechnen ist.

Beim Weiher in der alten Kiesgrube ist der Einfluss eines Kiesabbaus kaum zu prognostizieren, zumal er im Bereich der postulierten Trennstromlinie liegt. Sollte es zu einer bedeutenden Absenkung des Grundwasserspiegels kommen – und dieses Szenario ist durchaus möglich – würde der Weiher wohl trocken fallen.

Die möglichen Grundwasseraustritte im Gebiet Amlisberg–ARA wären von einem Kiesabbau im Gebiet Hubletzen mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht betroffen, da der Einfluss des Kiesabbaus Hubletzen auf das Teilgebiet B eher gering ist.

7.2 Auswirkungen auf vom Grundwasser abhängige Naturwerte

Der neu vorgeschlagenen Abbauperimeter reicht bis knapp an das „**Hattwiler Ried**“, einem „gemeindlichen Naturschutzgebiet“ des Kantons Zug. Damit ist dieser vom Grundwasser abhängige Naturwert durch den Kiesabbau unmittelbar gefährdet (mögliche Grundwasserabsenkung, Versiegen von Grundwasseraustritten bzw. Quellen).

Das gemeindliche Naturschutzgebiet „**Oberwil**“ liegt im Bereich einer rekultivierten Kiesgrube am südöstlichen Rand des Teilgebiets B. Eine Beeinträchtigung durch einen Kiesabbau im Gebiet Hubletzen ist ausgeschlossen.

Beim **Feuchtgebiet Wigarten (Kanton ZH)** ist aus unserer Sicht eher unwahrscheinlich, dass es von exfiltrierendem Grundwasser gespeist wird, zudem liegt es weit entfernt vom Kiesabbaugebiet Hubletzen im weniger betroffenen Teilgebiet B. Eine Beeinflussung dieses Naturschutzgebiets durch einen Kiesabbau Hubletzen kann somit praktisch ausgeschlossen werden.

Die bei der Rekultivierung der Kiesgruben zu erstellenden oberflächennahen Drainagen führen einerseits zur Verminderung der Grundwasserneubildung, andererseits zu verstärktem Abfluss in den Vorflutern der Drainagesysteme Haselbach und Hatwilerbächli.

7.3 Auswirkungen auf die Landwirtschaft

Durch einen Kiesabbau geht wertvoller intakter Boden verloren und die betroffene Fläche kann vermutlich über Jahrzehnte landwirtschaftlich nicht mehr genutzt werden. Erst nach Abschluss des Kiesabbaus und nach erfolgter Rekultivierung kann wieder Landwirtschaft betrieben werden.

Die im Gebiet Hatwil betriebene Landwirtschaft ist jedoch auch zu 100 % auf die bestehenden Quelfassungen angewiesen. Sollte sich der Grundwasserspiegel infolge des Kiesabbaus um ein oder zwei Meter absenken, so könnten die beiden Quelfassungen temporär oder sogar für immer trocken laufen (vgl. Abschnitt 6.3). Beide Fälle wären für Mensch und Tier auf den Höfen Hatwil und Islikon sowie dem Kloster Frauenenthal mit grösseren Problemen verbunden. Notfalls müssten den neuen Verhältnissen angepasste, vermutlich tiefer gelegene Quelfassungen oder Filterbrunnen mit Pumpbetrieb erstellt werden (Ersatzmassnahmen). Ob dies mit verhältnismässigem Aufwand gelingt, kann mit dem heutigen Kenntnisstand nicht beurteilt werden.

8 Bedeutung des Erhalts der Grundwasserneubildung

8.1 Gebiet Hubletzen

Im Teilgebiet A mit dem potentiellen Kiesabbaugebiet Hubletzen macht der grob geschätzte durchschnittliche Wasserverbrauch nur ca. 4 % des gefassten Quellwassers aus (Abschnitt 5.2.1). Mit dem natürlich anfallenden Wasser könnten also noch mehr Menschen und Tiere versorgt werden, sowohl im Raum Hatwil als auch – über längere Wasserleitungen – in weiter entfernten Siedlungsgebieten. Zumal es sich um qualitativ einwandfreies Trinkwasser handelt, kann durchaus von einer strategisch wichtigen Reserve für die Trinkwasserversorgung gesprochen werden: Mit dem heute ungenutzten Wasser (ca. 575 l/min) könnten fast 5'000 Menschen mit Trinkwasser versorgt werden (Abschnitt 5.2.1). Auf die elementare Bedeutung der ungeschmälernten Grundwasserneubildung im Raum Hubletzen wurde bereits mehrfach hingewiesen.

8.2 Übriges Gebiet des Grundwasservorkommens „Maschwanden bis Knonau“

Im Teilgebiet B liegen grössere, heute nicht genutzte Grundwasserreserven, mit welchen über 13'000 Menschen mit Trinkwasser versorgt werden könnten (entspricht 1'610 l/min, siehe Abschnitt 5.2.2). Zum Beispiel könnte mit der Fassung Nr. 1352 (= Messstelle 6220 resp. V1) gemäss unseren Berechnungen längerfristig deutlich mehr Wasser genutzt werden als heute: Anstelle der für die Fischzucht heute geförderten 200 l/min könnten bis zu 1'000 l/min permanent gepumpt werden (Beilage 3). Dies ist strategisch eine bedeutende Menge, auch wenn die nächsten Siedlungen rund 750 m entfernt sind. Sofern im Gebiet um die Fassung 1352 auf einen Kiesabbau verzichtet wird und geeignete Schutzmassnahmen getroffen werden, ist eine solche Nutzung trotz Kiesabbau im Raum Hubletzen nicht unmöglich. Auch könnte so die bisherige Grundwassernutzung der Fischzucht im bisherigen Rahmen weiter geführt werden.

Unsere Abklärungen haben gezeigt, dass auf Zürcher Seite momentan kein Bedarf für zusätzliches Trinkwasser besteht. Mittelfristig will man sich allerdings alle Optionen offen lassen. Würde im Gebiet Rütiweid eine neue Trinkwasserfassung gebaut, so könnten immerhin ca. 600 l/min Grundwasser gefördert werden, womit ca. 5'000 Menschen mit Trinkwasser versorgt werden könnten. Auch dies ist strategisch eine relevante Menge. Hier wäre eine solche Nutzung durch den Kiesabbau Hubletzen kaum beeinträchtigt.

9 Empfehlungen

Aus hydrogeologischer Sicht empfehlen wir, das Gebiet Hubletzen *nicht* als Kiesabbau- und Rekultivierungsgebiet im Richtplan einzutragen. Der Hauptgrund für diese Beurteilung liegt in der reellen Gefährdung der heutigen Trinkwasserversorgung in Hatwil. Diese ist zu hundert Prozent auf die beiden Quellwasserfassungen 1973/2001 (Hatwil 1, Kloster Frauenthal) und 527 (Hof Hatwil) angewiesen. Aufgrund der komplexen, heute noch nicht vollständig erfassten hydrogeologischen Verhältnisse lässt sich kaum prognostizieren, wie sich der Kiesabbau genau auf die Grundwasserfliessverhältnisse auswirken würde. Analog zu anderen Kiesabbaugebieten (Äbnetwald, Neuheim) ist mit einer Absenkung des Grundwasserspiegels resp. Verringerung der Neubildungsrate zu rechnen. Als Folge dürfte der Quellertrag der Quellwasserfassungen in Hatwil zurückgehen oder die Fassungen könnten sogar vollkommen trocken gelegt werden. Als Ersatzmassnahme müsste dann eine neue, tiefer gelegene Quelfassung oder ein Filterbrunnen mit Pumpbetrieb erstellt werden. Ob dies gelingt, kann heute noch nicht beurteilt werden. Auch das „Hattwiler Ried“ würde durch den Kiesabbau vermutlich beeinträchtigt (weniger Wasser oder sogar Trockenlegung).

Das Grundwasservorkommen „Maschwanden bis Knonau“ birgt bedeutende Trinkwasserreserven in der Grössenordnung von insgesamt 3'100 l/min (Tab. 2), mit denen rund 26'200 Menschen mit Trinkwasser versorgt werden könnten. Nach einem Kiesabbau Hubletzen könnten über 1'600 Menschen weniger versorgt werden (Abschnitt 6.3.3).

Die kantonale Grundwasserfassung 1352 weist ein grosses Potenzial für eine zukünftige Trinkwasserversorgung auf und liegt hydrogeologisch an einem sehr günstigen Standort am Ostrand des Perimetervorschlags für die Richtplanfestsetzung (vgl. Beilage 1). Diese Fassung sollte in jedem Fall erhalten werden, was mit geeigneten Massnahmen selbst bei einem Kiesabbau Hubletzen machbar sein sollte.

magma AG, Zürich, 15.03.2018

Sachbearbeiter: Emil Greber, Dr. sc. nat. ETH



Emil Greber, Dr. sc. nat. ETH



Valentin Müller, MSc ETH Umwelt-Ing. SIA

Verteiler:

3 Ex. Amt für Umweltschutz, Abteilung Wasser, Aabachstrasse 5, 6300 Zug
2 Ex. magma AG (intern)

Version	Korreferat	Korrekturen	Schlusskontrolle
2.0 (15.03.2018)	07.02.2018 Mv	08.02.2018 und 15.03.2018 Eg	

Wir bestätigen, dass bei der Durchführung der vorliegenden Untersuchung die Sorgfaltspflicht angewendet worden ist, dass die Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf dem aktuellen und im Bericht angegebenen Kenntnisstand beruhen und dass diese nach den anerkannten Regeln des Fachgebiets und nach bestem Wissen ermittelt worden sind.

Wir gehen davon aus,

- ▶ dass uns seitens des Auftraggebers bzw. der von ihm benannten Drittpersonen vollständige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung zur Verfügung gestellt worden sind,
- ▶ dass der Auftraggeber nicht auszugsweise von den Resultaten der Untersuchung Gebrauch macht und
- ▶ dass der Auftraggeber die Resultate nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet bzw. nicht auf geänderte Verhältnisse anwendet.

Andernfalls lehnen wir gegenüber dem Auftraggeber jede Haftung für dadurch entstandene Schäden ab. Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, so wird die Haftung für direkte oder indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.

mitglied  

Verwendete Unterlagen

- [1] Geotechnisches Büro Dr. René Moser (1977): Grundwassergebiet Knonau–Maschwanden. Kantone Zug und Zürich. – Ämter für Gewässerschutz. Bericht 378-5, Dezember 1977.
- [2] Sieber, Cassina + Partner (1989): Kiesvorkommen Aebnet–Oberwilerwald bei Cham, Kanton ZG. Hydrogeologische Untersuchung. – Bericht ZH 483 vom 20.09.1989 im Auftrag Gebrüder Risi AG.
- [3] Sieber, Cassina + Partner AG (1991): Kiesabbaugebiet Aebnet Cham ZG Aspli Knonau ZH. – Bericht ZH 594/A vom 24.10.1991 im Auftrag Gebrüder Risi AG.
- [4] magma AG (2001): Grundwasser- und Kiesvorkommen Hatwil bei Cham ZG. Hydrogeologische Auswertung vorhandener Grundlagen. – Bericht 00 129 vom 21.6.2001 im Auftrag Amt für Umweltschutz Zug.
- [5] Amt für Umweltschutz (2007): Geologie und Grundwasservorkommen im Kanton Zug. – Erläuterungen zur Grundwasserkarte 1:25'000.
- [6] magma AG (2010): Potentielles Kiesabbaugebiet Hatwil / Hubletzen, 6330 Cham ZG. Geologische und hydrogeologische Untersuchungen. – Bericht 08 150 vom 14.10.2010 im Auftrag Amt für Umweltschutz Zug.
- [7] magma AG (2011): Potentielles Kiesabbaugebiet Hatwil / Hubletzen, 6330 Cham ZG. Ergänzende hydrogeologische Erkundung. – Bericht 11 150 vom 24.8.2011 im Auftrag Amt für Umweltschutz Zug.
- [8] Wyssling, G. (2017): Grundwasserkarte Hatwil–Hubletzen–Äbnet (Stand 26.7.2017), Hydrogeologische Längen- und Querprofile (Stand 1.6.2017). - Entwürfe im Auftrag Amt für Umweltschutz Zug.
- [9] Geologisches Büro Dr. Lorenz Wyssling AG (2017): Wasserversorgung Kloster Frauenthal, 6332 Hagendorn. Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen für die Quelle Hatwil 1 (QK-Nr. 1973). Hydrogeologischer Bericht. – Bericht Nr. 2017.4249 vom 9.3.2017 im Auftrag Gemeinde Cham.
- [10] Freiburghaus, M. (2009): Wasserbedarf der Schweizer Wirtschaft. – Gas Wasser Abwasser, 12/2009, 1001–1009.
- [11] SVGW (2017): Jahrbuch 2017. Wasser, Gas, Fernwärme. – SVGW und VSA.
- [12] Keller, P. (2017) Trockenwetterabfluss Hatwilerbächli. – Messungen vom 1. Juni 2017 nach 13 tägiger Trockenheit.
- [13] magma AG (2016): Erfassung von Einzugsgebieten und Bodennutzungen an NAQUA-Messstellen. Methodik. – Bericht magma AG 16 103 vom 5.9.2016 im Auftrag Sektion Hydrogeologische Grundlagen BAFU.
- [14] BUWAL (2004): Wegleitung Grundwasserschutz. – Vollzug Umwelt.

- [15] Gubler, T. (2009): Blatt 1111 Albis. – Geol. Atlas Schweiz 1:25'000, Karte 134.
- [16] Dr. Heinrich Jäckli AG (2017): Quelle Hatwil 1 (Quellkat.-Nr. 1973) Cham/ZG. Resultate des Markierversuchs. – Bericht Dr. Heinrich Jäckli AG vom 27.10.2017 im Auftrag Aarekies AG.
- [17] Geologisches Büro Dr. Lorenz Wyssling AG (2004): Ermittlung des Ertragsrückganges der Quellen Hofrisi B1, B2, D1 und Tal A1, C infolge Kiesabbau und Auffüllung im Quelleneinzugsgebiet. – Bericht Nr. 2004.2062 vom 18.11.2004 im Auftrag Wasserversorgung Zürich WVZ / Sand AG Neuheim.
- [18] magma AG (2017): Kiesabbau im Gebiet Hubletzen, Cham ZG. Beurteilung der Auswirkungen auf das Grundwasservorkommen „Maschwanden bis Knonau“. – Bericht magma AG 17 132 vom 9.11.2017 im Auftrag Amt für Umweltschutz Zug.
- [19] Amt für Umweltschutz (2017): Beurteilung der Auswirkungen des Kiesabbaus im Gebiet Hubletzen in der Gemeinde Cham auf das Grundwasservorkommen „Maschwanden bis Knonau“, magma AG, 9.11.2017. Pflichtenheft für Ergänzungen des obgenannten Berichts. – Pflichtenheft Amt für Umweltschutz Zug vom 7.12.2017.
- [20] BAFU (2012): Grundwasserschutzzonen bei Lockergesteinen. Ein Modul der Vollzugshilfe Grundwasserschutz. – Vollzug Umwelt.

Übersicht Oberwil–Hatwil–Knouau–Maschwanden 1:15'000

Kartengrundlage: swisstopo Orthofoto SWISSIMAGE von 2016

Grundwasser gemäss [8]

Grundwasservorkommen "Maschwanden bis Knouau"

Bach (offen, eingedolt)

Grundwassermessstelle

Grundwasserfassung

Quellwasserfassung

Naturschutzgebiete

Ried am Boll (Kt. ZH)

Hattwiler Ried (Kt. ZG)

Oberwil (Kt. ZG)

KbS-Zug

Ablagerungsstandort KbS 02_A_002

Wichtige Bohrungen

Bohrungen

Sonstiges

Kantonsgrünze

BLN-Objekt Nr. 1305 "Reusslandschaft"

Entwicklung Kiesabbau

Kiesabbau-Abbaustand:

2015

2007

2000

1994

1982

1971

1956

Abbau- und Rekultivierungsgebiet:

Perimeter Zwischenergebnis Abbau- und
Rekultivierungsgebiet Hatwil / Hubletzen,
gemäss kantonalem Richtplan Zug

Perimetervorschlag für die Richtplan-
festsetzung

Äbnetwald (in Betrieb)



Kartengrundlage: swisstopo Landeskarte 1:10'000 (grau)

Grundwasservorkommen "Maschwanden bis Knonau"

 mehr als 20 m

 10 bis 20 m

 0 bis 10 m

 schlecht durchlässige Deckschicht

Schutzzonen

 S1

 S2

53

 Feuchtgebiet

Rechtsgebiete

Isoliypse

— — — Isohypse, vermutet

— · — · — Trennstromlinie

== - Bach (offen, eingedolt)

- Grundwassermessstelle

- Grundwasserfassung

- Fassungsstrang

□ $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

Quellwasserfassung

Quelle gemäss [9]

→ Grundwasserfließrichtung

 Teilgebiet A

Teilgebiet I

Dichtverfärbung

Perimetervorschlag

Wichtige Bohrungen

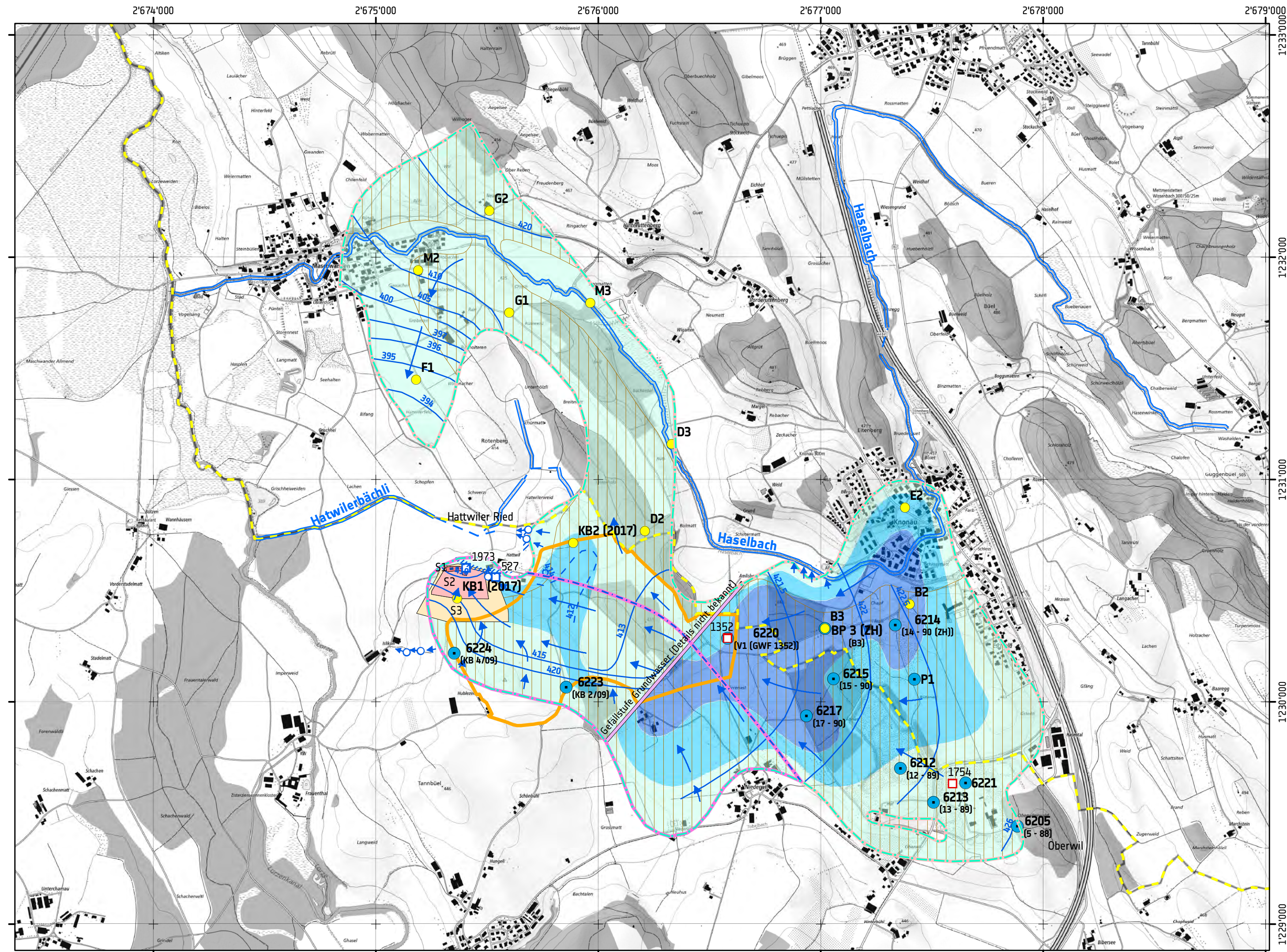
- Bohrungen

Sonstiges

— — — — Kantonsgrenz

17 132.1 Kiesabbau im Gebiet Hubletzen, Cham ZG
Beurteilung der Auswirkung auf das Grundwasservorkommen "Maschwanden bis Knonau"

BEILAGE 2



Einzugsgebiete möglicher Grundwasserfassungen

Massstab 1:15'000 / A3
Kartengrundlage: swisstopo Orthofoto
SWISSIMAGE von 2016

Grundwasserfliessverhalten

- Fliessrichtung
- Isohypsen mit Höhenkote (m ü.M.)

Grundwassermächtigkeit

- 0 bis 10 m
- 10 bis 20 m
- mehr als 20 m

Flächen für Massenbilanz

- Teilgebiet A
- Teilgebiet B

Mögliche Grundwasserfassungen mit Einzugsgebieten und Schutzzonen

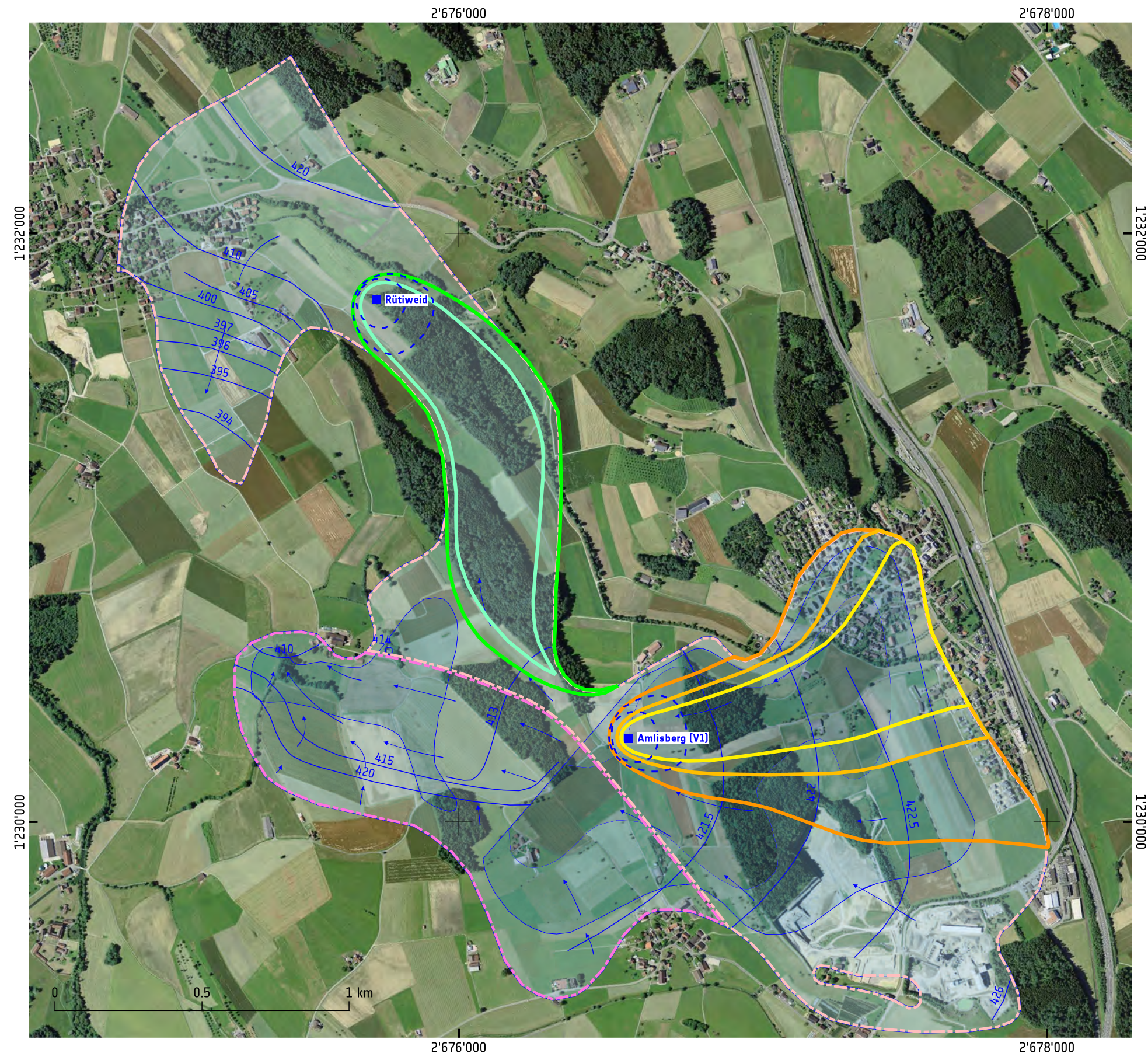
- Vorschlag Fassungsstandort
- Schutzzonen S2 und S3

Einzugsgebiet Fassung Rütiweid

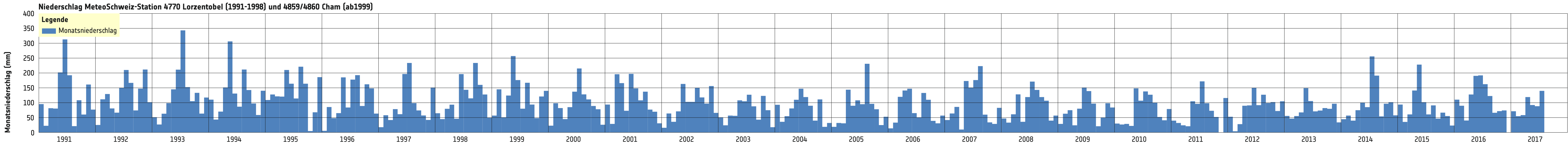
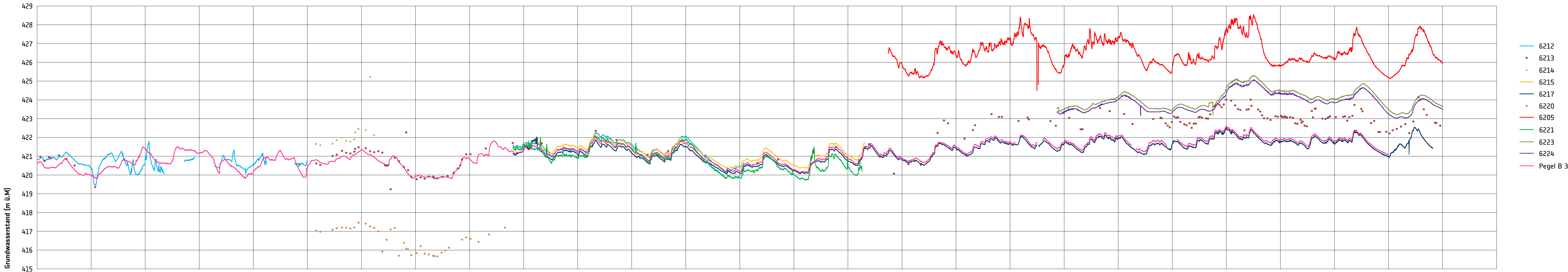
- für Entnahme von 600 l/min
- für Entnahme von 400 l/min

Einzugsgebiet Fassung Amlisberg (V1)

- für Entnahme von 1'000 l/min
- für Entnahme von 600 l/min
- für Entnahme von 400 l/min



Niederschlagsdiagramm und Grundwasserpegel



Zusammenstellung Hydrochemiedaten Untersuchung

Dr. V. Lützenkirchen, AfU Zug

Probenahmestelle	Bemerkung	Datum	X	Y	Wassertempera tur °C	spez.el. Leitfähigkeit µS/cm	pH -Wert	Gesamthärte °frz.	Karbonathärte °frz.	freie Kohlensäure mg/l	Sauerstoff- gehalt mg/l	Sauerstoff- sättigung %	Eisen mg/l	Mangan mg/l	Sulfat mg/l	Chlorid mg/l	Nitrat mg/l	Nitrit mg/l	Ammonium mg/l	Ortho-Phosphat mg/l	Oxidierbar-keit (KMnO4) mg/l
A1		16.10.1974	677060	229690	11.5	588	7.3	38.2	34.4	34	7.4	72	< 0.01	< 0.05		5.8	17.5	< 0.01	0.02	0.113	2.9
A2	rotes Datum: abweichen	23.08.1973	677950	229800	12.4	476	7.5	27.1	28.9	23	0.3	3	0.31	0.43		0.5	0.6	0.01	0.2	< 0.08	6.5
A4		17.10.1974	677740	229790	12.3	320	7.7	20.3	17.1	3.4	8.5	84	< 0.01	< 0.05		6.8	6.7	< 0.01	0.06	0.52	2.9
A6		17.10.1974	677530	229810	10.1	240	8	13.5	10.6	0.4	11.1	104	< 0.01	< 0.05		3.5	9.4	0.064	0.07	0.065	3.9
B1		16.10.1974	676740	230190	11.3	539	7.3	34.9	29.6	26	4.6	44	0.05	0.2		10.5	17.6	0.027	0.35	0.012	20
B2		15.10.1974	677400	230440	12.4	414	7.6	28.1	27.6	11	1.8	18	0.02	0.58		1.6	0.3	< 0.01	0.07	0.15	8
B3		16.10.1974	677020	230330	10.9	511	7.3	36.4	31.2	28	9.5	91	0.02	< 0.05		6.7	20.1	< 0.01	0.03	0.012	4.6
B4	LF korrigiert von 1430 auf	15.10.1974	676380	230030	11.6	430	12.7	25	82.3		8.1	79	0.15	0.46		3.7	0.2	0.036	0.84	0.08	9.5
B5		14.10.1974	675980	229980	11.1	371	7.7	26.5	27.4	9.2	6	58	< 0.01	< 0.05		1.8	0.53	< 0.01	0.16	2.7	17
C5		17.10.1974	677675	229395	12.7	300	7.86	17.02	13.16	1.8	8	80	< 0.01	< 0.05		5	7.9	< 0.01	0.11	0.053	4.2
D1	oben oder unten?	14.10.1974	676040	230390	10.5	565	7.2	34.5	30.9	30	7.8	74	< 0.01	< 0.05		9.2	18.2	0.02	0.14	0.47	1.9
D2		15.10.1974	676210	230770	11.3	439	7.4	33	30.3	22	6.9	67	< 0.01	< 0.05		2.8	0.7	0.07	0.11	0.03	1.9
D3		01.07.1974	676330	231160	11.8	444	7.2	25.9	27.9	20	1.5	14.4	0.88	0.47		1.3	< 0.1	< 0.01	< 0.01	< 0.01	1.9
D4		15.10.1974	676415	231255	13.7	610	7.1	46.1	36.9	51	7.8	80	0.012	0.58		12.6	23.4	0.02	0.09	0.13	5.6
E2		15.10.1974	677380	230875	10.5	545	7.3	33	27.2	22	6.6	63	< 0.01	0.58		14.3	29.2	0.1	0.09	0.43	5.1
Hublezen-4		18.07.1974	675770	230078	10.4	624	7.25	45.5	37.3	39	8.8	83	0.01	0.46		28	33	0.01	0.092	0.02	14
Hatwil-5 (Weiher)		14.10.1974	675763	230631	12.2	713	6.96	44.28	40.23	80	4	39	0.26	0.77		21.6	13.3	0.08	1.02	0.28	14
J2		23.11.1976	675470	230550	11.8	590	7.25	36.7	32.1	37	7.4	72	< 0.05	< 0.05		10	23.3	< 0.01	< 0.01	< 0.01	1.9
L1		28.09.1976	676523	230300	10.6	555	7.4	34.4	30	23	7.9	74	0.05	< 0.05	13	10	22.2	< 0.01	0.01	0.01	2.7
P3		27.03.1973	677155	229955	10.2	497	7.4	36.9	33.8	54	5.5	52	0.05	< 0.05		10	13.3	0.01	0.02	< 0.01	2.2
V1		01.03.1977	676581	230267	10.4	540	7.27	34	30	23	7.4	70	< 0.01		13	10	21.9	< 0.01	0.02	<.01	0.9
Quelle Hatwil		14.10.1974	675546	230563	10.5	560	7.17	36.29	31.68	32	7.7	73	< 0.01	< 0.05		9.6	24.5	0.01	0.05	0.52	
			korrigierte Werte																		
			eingescannte & hinsichtlich grober Fehler korrigierte Beilage 15 des Berichts 378-5, René Moser Dez. 1977																		
Legende																					
A2	Daten nicht berücksichtigt (Einfluss unteres Grundwasser)																				
	Teilgebiet A gemäss Beilage 2																				
	Teilgebiet B gemäss Beilage 2																				