

Potentielles Kiesabbaugebiet Hatwil / Hubletzen, 6330 Cham ZG

Geologische und hydrogeologische Untersuchungen



Baudirektion des Kantons Zug | 6300 Zug

Auftragsnummer: 08 150

Datum: 13.12.2010 [101213 Bericht_Version_1.2.doc]

Inhalt

1	Ausgangslage.....	2
1.1	Auftrag.....	2
1.2	Zielsetzung / Aufgabenstellung	3
2	Ausgeführte Arbeiten	3
3	Geologisches und hydrogeologisches Umfeld.....	4
3.1	Geologie.....	4
3.2	Hydrogeologie.....	6
4	Grundwasser	6
4.1	Grundwasserschutz resp. Schutzobjekte.....	6
4.2	Hydraulische Durchlässigkeiten.....	6
4.3	Grundwasserspiegelmessungen	7
4.4	Ermittlung des maximalen Grundwasserspiegels.....	8
4.5	Hydrochemie	9
4.6	Grundwasserneubildung resp. mögliche nachhaltige Nutzung.....	12
5	Kiesvorkommen.....	13
5.1	Korngrössenverteilung resp. Kiesanteil	13
5.2	Abbaubare Kiesreserven über dem Grundwasser	13
	Relevante Unterlagen.....	15

Beilagen

Beilage 1:	Geologische Karte / Situation 1:5000
Beilage 2:	Grundwasserkarte 1:5000
Beilage 3:	Ganglinien der Grundwasserspiegel KB 2/09 und KB 4/09
Beilage 4:	Geologische Schnitte A – A und B – B 1:5000 / 1000
Beilage 5:	Plan 1:5000 mit abbaubaren Kiesmächtigkeiten
Beilage 6:	Bohrprofile 1:200
Beilage 7:	Kornverteilungskurven
Beilage 8:	Laborbericht Grundwasserchemie
Beilage 9:	Fotodokumentation

Auftraggeber: Baudirektion des Kantons Zug
 Amt für Umweltschutz
 Aabachstrasse 5
 6300 Zug

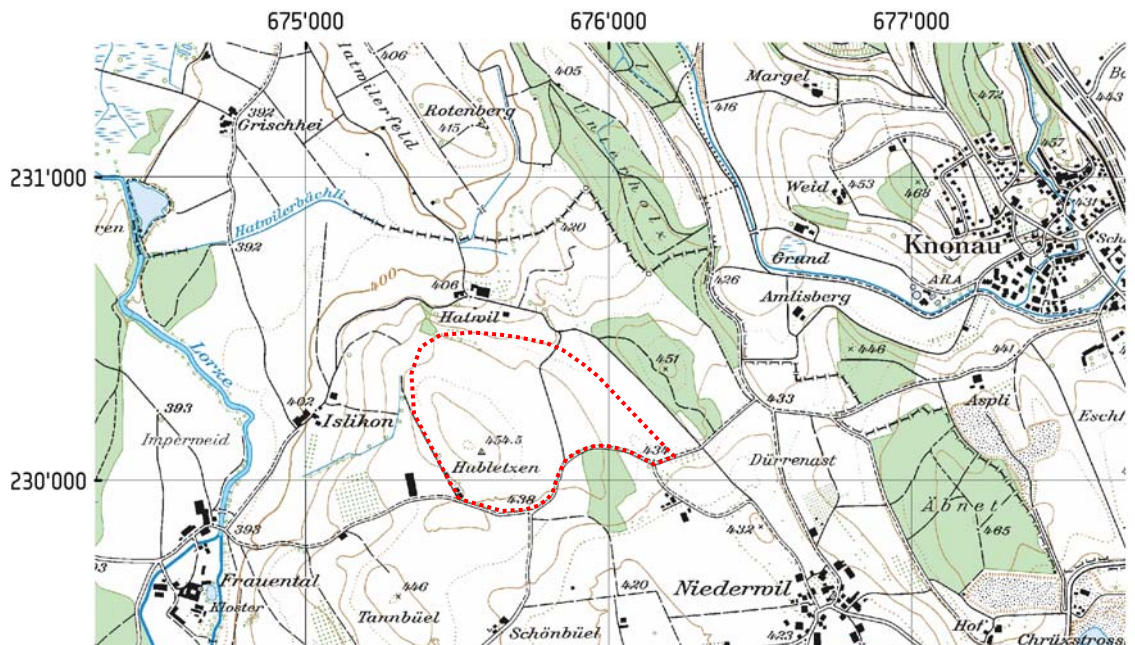


Abb. 1: Ausschnitt aus der LK 1:25'000, Blatt Nr. 1111 Albis, mit Perimeter des potentiellen Kiesabbaugebietes.

1 Ausgangslage

Das nördlich von Cham gelegene Gebiet Hatwil – Hubletzen, Parzellen Nr. 1071, 1084 und 1087, ist im kantonalen Richtplan als für den Kiesabbau reservierter Perimeter (sog. „Zwischenergebnis“) eingetragen (vgl. Abb. 1 und [11]). Der Kantonsrat wird in ca. 10 Jahren über eine definitive Aufnahme des Gebietes in den Richtplan entscheiden.

Die wesentlichen hydrogeologische Grundlagen konnten 2001 durch die Auswertung von vorhandenen Unterlagen [12] erarbeitet werden, eine Beurteilung hinsichtlich Grundwasserschutz und Abbaukote ist jedoch nur mit aktuellen Messungen möglich.

1.1 Auftrag

Die magma AG wurde auf Grund der Offerte vom 25.11.2008 vom Amt für Umweltschutz am 27.2.2009 beauftragt, die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse für das potentielle Kiesabbaugebiet abzuklären.

1.2 Zielsetzung / Aufgabenstellung

Der Eintrag in den Richtplan als für den Kiesabbau reserviertes Gebiet bedingt vertiefte Abklärungen zu den Grundwasserverhältnissen sowie die Dokumentation des Ist-Zustandes. Mit Hilfe vier neuer, bis ins Grundwasser abgetieften und mit Piezometerrohren ausgebauten Bohrungen sollten folgende Ziele erreicht werden:

- ▶ Ermittlung der Lage des Grundwasserspiegels,
- ▶ Beschreibung der hydraulischen Eigenschaften des Aquifers und
- ▶ Abschätzung der Menge und Qualität der abbaubaren Kiesreserven.

2 Ausgeführte Arbeiten

- ▶ Insgesamt wurden in der Zeit vom 20.4.2009 bis 1.5.2009 vier Bohrungen (KB 1/09 bis KB 4/09 in Beilage 1) in eine Tiefe zwischen 11 und 40 m durch die Firma Kibag Bohrungen AG, 8806 Bäch SZ, durchgeführt und mit Piezometerrohren ausgebaut. Die geologische Aufnahme der Bohrprofile erfolgte durch die magma AG (Beilage 6).

Tab. 1: Eckwerte der im Zeitraum vom 20.4. bis 1.5.2009 durchgeführten Bohrungen.

	X-Koordinate	Y-Koordinate	Höhe (OKT) [m ü.M.]	Maximale Bohrtiefe [m]	Verfilterung in einer Tiefe von – bis ab OKR	Abstich vor Pumpversuch ab OKT [m]	Bemerkung
KB 1/09	675'618.38	230'582.72	410.79	11.00	4.0 – 10.0	-	Bohrloch anfänglich trocken, allmähliche Sickerwassereintritte, Durchführung eines Pumpversuchs nicht möglich
KB 2/09	675'854.45	230'065.49	443.43	28.00	21.0 – 27.0	18.95	Pumpversuch mit zwei Pumpraten (195 und 365 l/min) durchgeführt
KB 3/09	676'138.58	230'289.93	-	40.00	27.0 – 38.0	26.54	Pumpversuch mit zwei Pumpraten (210 und 365 l/min) durchgeführt
KB 4/09	675'351.89	230'218.78	440.16	26.00	15.0 – 23.0	15.98	Pumpversuch mit zwei Pumpraten (190 und 365 l/min) durchgeführt

- ▶ Nachdem die Piezometerrohre eingebaut worden waren, wurden Kurzpumpversuche zur Ermittlung der hydraulischen Durchlässigkeit durchgeführt (Abschnitt 4.2).
- ▶ Lockergesteinsproben aus den Kernbohrung KB 2/09, KB 3/09 und KB 4/09 wurden entnommen und im Labor für Geotechnik und Tonmineralogie, 5745 Safenwil AG, wurden Siebanalysen durchgeführt (Abschnitt 5.1 und Beilage 7).
- ▶ Am 24.6.2009 wurden durch das Labor Veritas, 8002 Zürich, fünf Grundwasserproben (KB 1/09 bis KB 4/09 und „Hausbrunnen Hof Hatwil“, vgl. Beilage 1) entnommen und anschliessend analysiert (Abschnitt 4.5 und Beilage 8).

- Am 24.6.2009 und am 22.9.2010 wurden die Grundwasserstände der Messstellen durch das Labor Veritas resp. das AfU gemessen (Abschnitt 4.3).

3 Geologisches und hydrogeologisches Umfeld

3.1 Geologie

Die geologischen Verhältnisse im Untersuchungsperimeter können auf Grund der in den 1970er Jahren [8] und den 2009 aufgenommenen Bohrprofilen relativ gut abgeleitet werden. Die Eckdaten der in 2009 durchgeführten Bohrungen sind in der Tab. 1 und die daraus abgeleiteten geologischen Verhältnisse in den Beilagen 1, 4, 5 und 6 beschrieben.

Der generelle geologische Aufbau im Untersuchungsperimeter lässt sich wie folgt beschreiben:



Abb. 2:
Bohrung KB 1, Tiefe
2.60 bis 2.90 m,
Grundmoräne, Foto
1.5.2009.

Grundmoränenmaterial (Abb. 2), durchschnittlich 10 – 15 m mächtig, liegt über letzteiszeitlichen Vorstossschottern (Abb. 3), durchschnittlich 10 – 25 m mächtig, welche ihrerseits über mittelpleistozänen Seeablagerungen (Abb. 4) liegen. Die verschiedenen Sedimente wurden in einer in den Molassefels eingeschnittenen alten Talung abgelagert.

Abb. 3:
Bohrung KB 2, Tiefe
23.20 bis 23.50 m,
Schotter, Foto
1.5.2009.



Bei der Bohrung KB 1/09 wurden keine Schotter mehr angetroffen (Beilage 6); diese sind durch den vorrückenden Gletscher vollständig erodiert worden. Bei der Bohrung KB 4/09 wurde am westlichen Rand der alten Talung der Fels – die Obere Süsswassermolasse – bereits in einer Tiefe von 23.5 m angetroffen. Dort keilt auch der Schotterkörper aus (vgl. Beilage 4) .

Abb. 4:
Bohrung KB 3, Tiefe
27.40 bis 28.00 m,
mittelpleistozäne
Seeablagerungen,
Foto 1.5.2009.



3.2 Hydrogeologie

Das nutzbare Grundwasser zirkuliert in den 10 – 25 m mächtigen eiszeitlichen Vorstössschottern, welche unter einer 10 – 15 m dicken Grundmoränenschicht liegen und durch mächtige Seeablagerungen (= Stauer) von einem tieferen Grundwasserstockwerk getrennt sind (Beilage 4).

Die Hydrogeologie wurde bereits ausführlich in [12] beschrieben, weshalb an dieser Stelle auf eine eingehendere Beschreibung verzichtet wird.

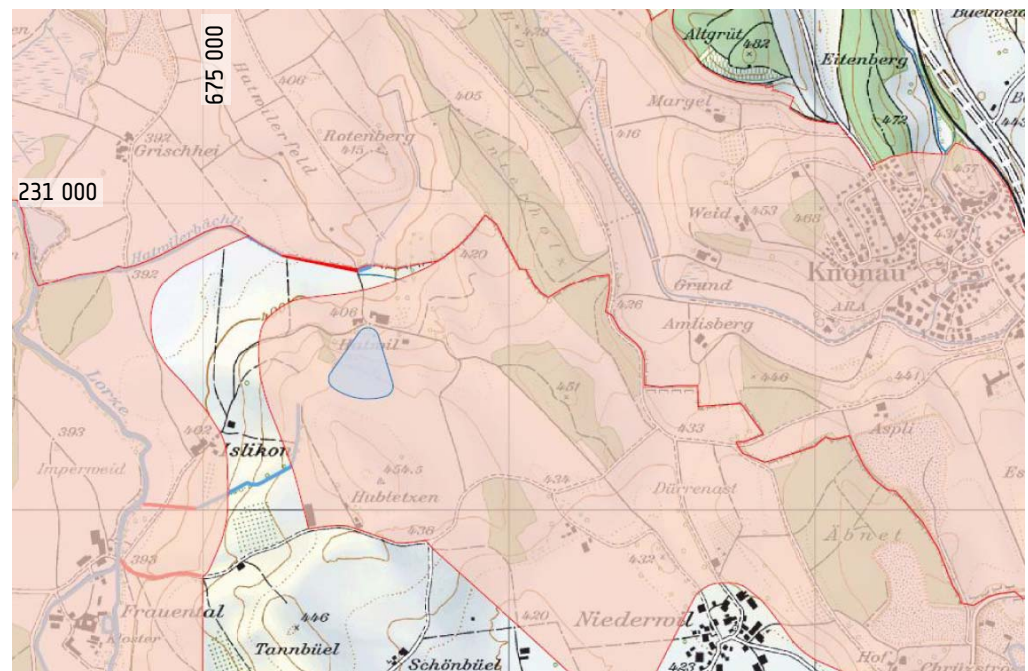


Abb. 5:
Ausschnitt aus der
Gewässerschutz-
karte [4] 1:25000.

4 Grundwasser

4.1 Grundwasserschutz resp. Schutzobjekte

Das hinsichtlich seiner abbaubaren Kiesreserven zu untersuchende Gebiet ist gemäss Grundwasserkarte des Kantons Zug (vgl. Abb. 5) vollständig dem Gewässerschutzbereich A₀ zugeordnet. Bei Hatwil ist um den gefassten Grundwasseraustritt eine Schutzzone „Typ S3“ ausgeschieden (vgl. Abb. 5).

4.2 Hydraulische Durchlässigkeiten

Nach dem Einbau der Piezometerrohre wurden an den Messstellen KB 2/09, KB 3/09 und KB 4/09 Pumpversuche durchgeführt. Die dabei aufgezeichneten Messwerte wurden verwendet, um näherungsweise die hydraulischen Leitfähigkeiten zu bestimmen (Tab. 2). Die über Pumpversuche ermittelten Durchlässigkeiten entsprechen einem Mittelwert über die gesamte vertikale Filterstrecke des jeweiligen Piezometerrohrs.

Bei der Messstelle KB 1/09 liegt keine grundwasserführende Kiesschicht vor. Da es sich beim angetroffenen Grundwasser lediglich um Sickerwasser aus der Moräne handelt, welches sehr langsam nachfließt, war die Durchführung eines Pumpversuchs nicht möglich.

Tab. 2: Nach [10] berechnete hydraulische Durchlässigkeitsbeiwerte.

	k_f [m/s]
KB 1/09	Bestimmung nicht möglich
KB 2/09	$9.58 \cdot 10^{-4}$
KB 3/09	$3.72 \cdot 10^{-3}$
KB 4/09	$1.10 \cdot 10^{-3}$

Der Schotterkörper besitzt mit einem mittleren k_f -Wert von $1.92 \cdot 10^{-3}$ m/s generell eine gute Durchlässigkeit. Die in den Untersuchungen von 1977 [8] ermittelten Durchlässigkeiten liegen mit 10^{-3} bis 10^{-4} m/s in der gleichen Grössenordnung.

4.3 Grundwasserspiegelmessungen

Im Juli 2009 wurden die vier Grundwassermessstellen durch den Geometer des Kantons eingemessen (Tab. 3). In den Messstellen KB 2/09 und KB 4/09 wurden im November 2009 durch das AfU so genannte Orpheus-Messsonden installiert, welche die Wasserstandsschwankungen seither kontinuierlich aufzeichnen. Der Flurabstand beträgt im Kiesabbauperimeter in Abhängigkeit der Topografie ca. 10 – 30 m (Beilage 2).

Tab. 3: Nivellement der Bohrungen, Wasserstandsmessung.

	Niveau ab OKR (m ü.M.)	Wasserstand 24.6.2009 Labor Veritas (m ü.M.)	Wasserstand 22.9.2010 AfU (m ü.M.)
KB 1/09	410.62	410.07	410.06
KB 2/09	443.13	424.19	423.91
KB 3/09	439.66	412.96	Messstelle nicht gefunden
KB 4/09	439.99	423.99	423.73

Die Grundwasserspiegelschwankungen in den kantonalen Messstellen KB 2/09 und KB 4/09 sind für den Zeitraum 11.09.2009 bis 21.6.2010 in der Beilage 3 dargestellt. Zusätzlich sind die monatlichen Niederschläge der MeteoSchweiz-Station Cham (Stations-Nr. 4859) in Millimeter (mm) abgebildet.

Der Wasserstand in den beiden Messstellen schwankt in der bisherigen „Überwachungszeit“ (November 2009 bis Juni 2010) nur gering, in der Messstelle KB 2/09 beträgt die Schwankungsamplitude 0.48 m und in der Messstelle KB 4/09 nur 0.34 m. Der mittlere Wasserspiegel liegt in der Messstelle KB 2/09 bei 423.57 m ü.M. und in der Messstelle KB 4/09 bei 423.41 m ü.M. (Tab. 4). Die Ganglinien des Wasserstandes (in beiden Messstellen) zeigen zwei Arten von Schwankungen auf:

- Grössere Schwankungen des Grundwasserspiegels korrelieren mit den Niederschlagsperioden. Die niederschlagsabhängigen Schwankungen sind gekennzeichnet

durch ein Minimum Anfang Dezember 2009, ein Maximum im März 2010 und ein weiteres Minimum Mitte Mai 2010.

- Die kleinen, im cm-Bereich liegenden Schwankungen sind in der Messstelle KB 4/09 ausgeprägter und häufiger als in der Messstelle KB 2/09. Es lässt sich jedoch kein Zusammenhang zwischen diesen kleinen Schwankungen und den Niederschlagsspitzen erkennen. Für gewöhnlich sind solche Fluktuationen auf Luftdruckschwankungen zurückzuführen.

4.4 Ermittlung des maximalen Grundwasserspiegels

Für das Untersuchungsgebiet liegt keine 10-Jahres-Messperiode der Grundwasserspiegel vor. Der höchste Grundwasserspiegel muss daher anhand der vorhandenen Daten, welche eine Periode von erst wenigen Monaten abdecken, abgeschätzt werden. Die gemessenen Grundwasserspiegel an den Messstellen KB 3/09 und KB 4/09 zeigen, dass die bisherige Darstellung des Grundwasserfliessfelds im westlichen und östlichen Bereich des Untersuchungsperimeters angepasst werden muss (vgl. [1], [2], [3] mit Beilage 2).

Tab. 4: Abschätzung des maximalen Grundwasserspiegels.

Grundwassers tand (m ü.M.)	Gemessener Wasserstand 24.6.2009	Mittelwert (11.2009 bis 6.2010)	¹ Mittel- wasser- stand nach [1]	¹ Hoch- wasser- stand nach [2]	Wasser- stand nach [8]	Abgeschätzter max. Hochwasser- stand
KB 1/09	410.07	-	-	410.80	410.0	411.1
KB 2/09	424.19	423.57	425.00	425.20	424.2	425.2
KB 3/09	412.96	-	416.80	417.20	416.40	414.0
KB 4/09	423.99	423.41	417.20	418.60	418.20	425.0

Aus den vorhandenen Unterlagen ([1], [2] [3], [8] und [12]) und den durchgeführten Messungen ergibt sich, dass der Grundwasserspiegel im Untersuchungsgebiet nur wenig schwankt. Der langjährige Mittelwasserstand [1] und Hochwasserstand [2] bei den neuen Bohrungen KB 1/09 – KB 4/09 kann aus den jeweiligen Grundwasserkarten ausgelesen resp. interpoliert werden. Der Grundwasserstand im Bereich um die Messstelle KB 4/09 wird in diesen Karten generell zu niedrig und um die Messstelle KB 3/09 zu hoch dargestellt (vgl. Tab. 4).

Die zu erwartende Schwankungsamplitude zwischen Mittelwasserstand [1] und Hochwasserstand [2] beträgt ca. 0.7 m. In Anbetracht der oben beschriebenen Unsicherheiten, halten wir die Berücksichtigung eines Fehlers resp. einer Sicherheit von insgesamt +50 % für angebracht. Damit ergibt sich ein Plus von ca. einem Meter auf die am 24.6.2009 gemessenen Grundwasserstände. Der abgeschätzte maximale Hochwasserstand ist in Tab. 4 (Ergebnisse gerundet) dargestellt.

¹ Dürften aus [8] resp. [12] sein.

4.5 Hydrochemie

Zur Beurteilung der Grundwasserqualität wurden die am 24.6.2009 entnommen Grundwasserproben analysiert und die wichtigsten Ergebnisse in Tab. 5 dargestellt.

Tab. 5: Analysenergebnisse der fünf Wasserproben vom 24.6.2009, Labor Veritas (Beilage 8).

	KB 1/09	KB 2/09	KB 3/09	KB 4/09	Hausbrunnen
Elektrische Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	765	780	658	760	668 ²
Temperatur [$^{\circ}\text{C}$]	14.7	14.5	15.6	14.8	11.3
Sauerstoff [mg/l]	1.2	10.4	9.5	7.0	8.4
Calcium [mg/l]	120	122	109	118	116
Magnesium [mg/l]	29.0	27.8	21.9	30.4	18.7
Natrium [mg/l]	4.7	6.8	4.2	3.7	4.5
Kalium [mg/l]	1.7	2.1	1.2	1.4	1.1
Silicium [mg/l]	4.6	4.3	3.9	4.3	3.7
Hydrogencarbonat [mg/l]	461	435	395	472	402
Chlorid [mg/l]	13.6	20.7	9.7	7.1	9.7
Sulfat [mg/l]	18.2	18.7	15.9	18.9	11.7
Nitrat [mg/l]	20.8	31.7	19.7	22.3	22.8

- **Elektrische Leitfähigkeit:** Die elektrische Leitfähigkeit des Grundwassers liegt zwischen 658 und 780 $\mu\text{S}/\text{cm}$ im üblichen Bereich für einen Schotteraquifer ohne Beeinflussung durch Oberflächengewässer („echtes Grundwasser“) und entspricht einem Salzgehalt (Abdampfrückstand) von ca. 500 mg/l .
- **Sauerstoff:** Der Sauerstoffgehalt im analysierten Grundwasser der Bohrung KB 1/09 ist nur sehr gering und entspricht einer Sauerstoffsättigung von lediglich 12 %. Es ist davon auszugehen, dass in der Messstelle KB 1/09 stehendes Wasser beprobt wurde (vgl. Abschnitt 4.2), in welchem der natürliche Abbau von organischem Material den Sauerstoff verbraucht. In den anderen Grundwasserproben liegt die Sauerstoffsättigung zwischen 70 und 100 %.
- **Gesamthärte:** Die Gesamthärte kann für die Grundwasserproben aus den Messstellen KB 1/09, KB 2/09 und KB 4/09 mit 42 $^{\circ}\text{fH}$ angegeben werden, damit handelt es sich um ein „sehr hartes Wasser“. Das Grundwasser aus der Messstelle KB 3/09 und das gefasste Wasser des Hausbrunnens² in Hatwil weisen beide eine Gesamthärte von ca. 36 $^{\circ}\text{fH}$ auf und sind damit als „hartes Wasser“ zu klassifizieren.
- **Nitrat / Sulfat:** Die relativ hohen Nitrat- und Sulfatgehalte des gesamten beprobten Grundwassers deuten auf eine intensive landwirtschaftliche Düngung hin. In der Messstelle KB 2/09 liegt der Nitratgehalt mit 31.7 mg/l deutlich über den Anforderungen der GSchV³ an Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist. Der erhöhte Chloridgehalt in den Wasserproben kann ebenfalls teil-

² Die elektrische Leitfähigkeit resp. die Mineralisation ist im gefassten Wasser des Hausbrunnens geringer, da hier Wasser mit kürzeren Sicker- resp. Verweilzeiten zufließt.

³ Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 SR. 814.201; gemäss Anhang 2 NO₃: 25 mg/l .

weise durch die landwirtschaftliche Düngung erklärt werden, ist jedoch bei der Probe aus der Messstellen KB 2/09 zum Hauptteil auf die Strassensalzung zurückzuführen und überstieg den Erfahrungswert (20 mg/l) des Schweizerischen Lebensmittelbuchs (SLMB) für Trinkwasser.

Zusammenfassende Bemerkungen:

Die Analyseergebnisse zeigen deutlich die anthropogene Nutzung – Landwirtschaft, Strassensalzung – des Gebietes, eine Überschreitung von Grenzwerten nach der FIV⁴ ist jedoch in keinem Fall gegeben.

Gemäss der Nomenklatur nach Jäckli 1970⁵ entspricht das beprobte Grundwasser dem Ca-Mg-HCO₃-Typ (vgl. Tab. 5).

Gemäss der in den 1970er Jahren [8] durchgeführten hydrogeologischen Arbeiten kann das Grundwasser auf Grund seiner Herkunft in die Typen „Typ Hatwil“ und „Typ Knonau“ aufgeteilt werden. Unsere Untersuchungen können dies bestätigen. Das Grundwasser an der Messstelle KB 3/09 zeigt schon einen deutlichen Einfluss des „Typ Knonau“ auf, welcher eine geringer Härte und geringere Mineralisation als der „Typ Hatwil“ aufweist (vgl. Tab. 5 und [12]).

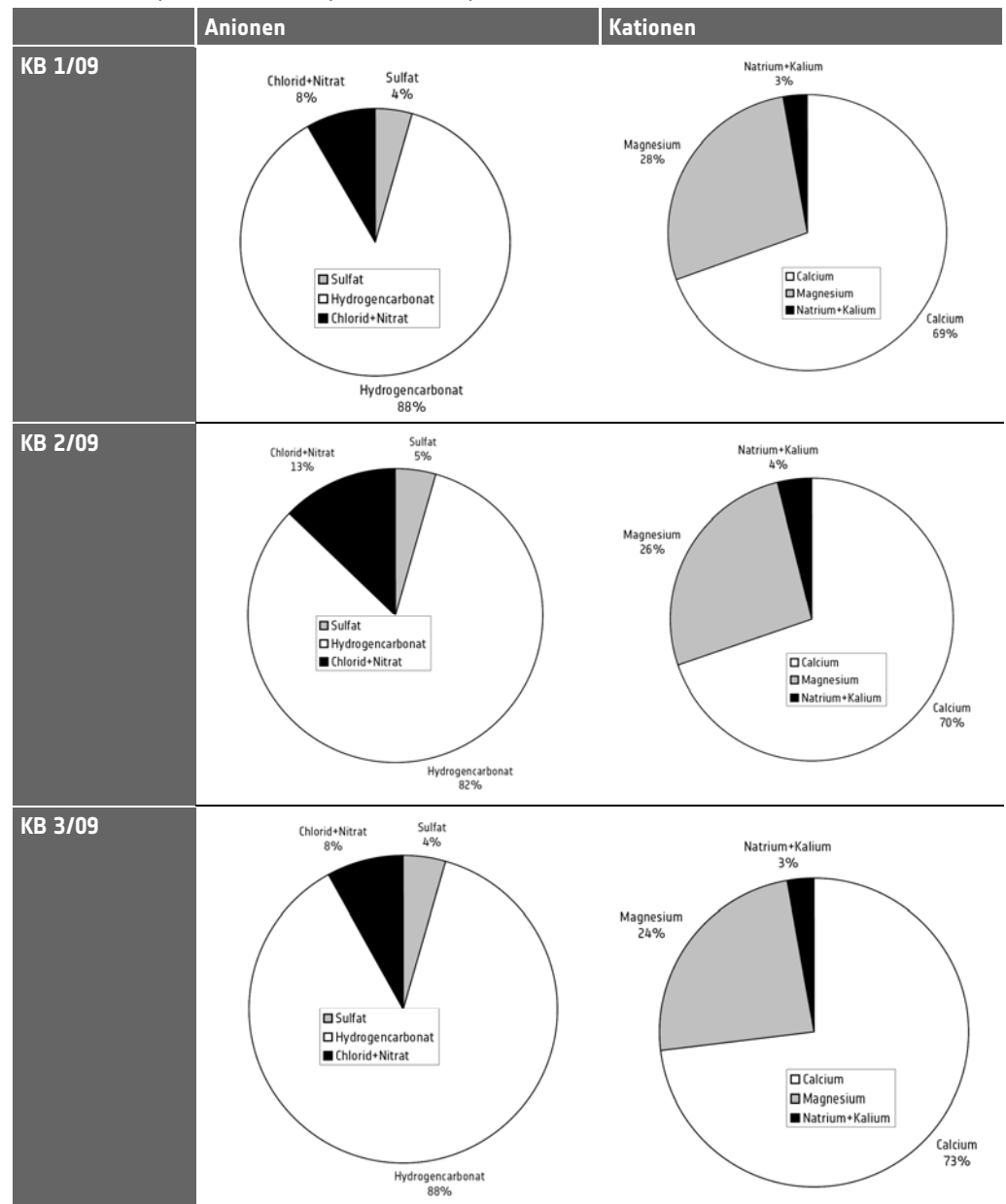
Bei den 1974 – 1976 [8] durchgeführten Grundwasseranalysen waren die Nitrat- und Chloridbelastungen gesamthaft etwas geringer, schwankten im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes aber auch schon zwischen 13.3 und 23.3 mg/l Nitrat bzw. 9.7 und 21.6 mg/l Chlorid (Probenahmestelle Hatwil und J2, vgl. Beilage 1).

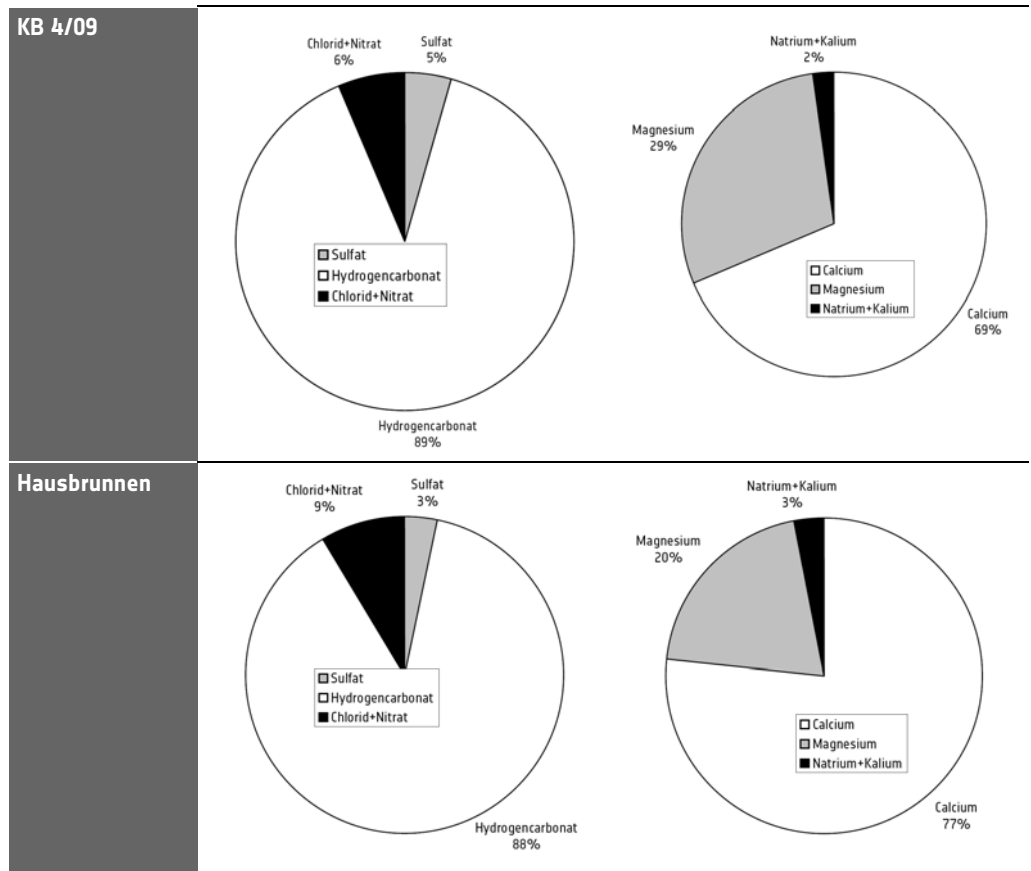
Die Zusammensetzung der Hauptionen des Grundwassers hat sich über die letzten 35 Jahre kaum geändert (vgl. [8]). Jedoch hat die anthropogene Beeinflussung – ersichtlich an den gestiegenen Nitrat- und Chloridgehalten – zugenommen.

⁴ Verordnung des EDI über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln (Fremd- und Inhaltsstoffverordnung, FIV) vom 26. Juni 1995; SR 817.021.23

⁵ 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.

Tab. 6: Ionenäquivalente der Hauptionen des beprobten Grundwassers.





4.6 Grundwasserneubildung resp. mögliche nachhaltige Nutzung

Das langjährige Mittel des Jahresniederschlages bei der MeteoSchweiz-Station Cham beträgt rund 1'100 mm. Diese Station kann als repräsentativ für das Einzugsgebiet Hatwil – Hubletzen angenommen werden. Der Aquifer im Bereich Hatwil wird ausschliesslich durch versickernde Niederschläge gespeist, es sind keine Fliessgewässer vorhanden, die einen Beitrag zur Neubildung leisten. Gemäss dem HADES⁶ verdunsten in dieser Region im Mittel 500 bis 550 mm/a. Aus diesen Werten lässt sich eine jährliche Grundwasserneubildung von ca. **550 mm** resp. **550 l/m²** berechnen, was für den im Richtplan eingetragenen Perimeter ca. **345 l/min** entspricht. Würde die gesamte Fläche des Gebietes – entspricht der Grundwasserneubildungsfläche des Grundwassertyps „Hatwil“ in Beilage 2 – betrachtet (ca. 720'000 m²), würde dies ca. 755 l/min entsprechen.

Die Fläche des im Richtplan eingetragenen Perimeters umfasst ca. 330'000 m², die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers beträgt im Mittel etwa 10 m und die nutzbare Porosität wird auf 20 % geschätzt. Daraus ergibt sich ein Grundwasservolumen von 660'000 m³. Die mittlere Verweilzeit t kann über $t=V/Q$ abgeschätzt werden; sie beträgt rund $t = 3 - 4 \text{ Jahre}$ ⁷.

⁶ Hydrologischer Atlas der Schweiz

⁷ Wobei V das Wasservolumen und Q den mittleren Grundwasserabfluss darstellt.

5 Kiesvorkommen

5.1 Korngrößenverteilung resp. Kiesanteil

In Tab. 7 ist der in den Siebanalysen ermittelte Kiesanteil der Lockergesteinsproben aufgelistet (vgl. Beilage 7). Erfahrungsgemäss liegt der tatsächliche Kiesanteil um ca. 10 % höher, da der Feinanteil im Probenmaterial durch den Bohrvorgang künstlich erhöht wird.

Tab. 7: Kiesanteil der Lockergesteinsproben, Labor für Geotechnik und Tonmineralogie (Beilage 7).

Labor Nr.	Bohrung	Entnahmetiefe	Lithologie	Kiesanteil [%]	Sandanteil [%]	Siltanteil [%]
6316	KB 2/09	1.30 – 2.00	Grundmoräne	21	36	32
6317		7.30 – 8.00	Verschwemmte Moräne	58	30	10
6318		14.00 – 14.80	Schotter	59	37	3
6319	KB 3/09	9.60 – 10.00	Grundmoräne	32	30	30
6320		14.00 – 14.60	Schotter	77	19	3
6321		28.00 – 28.50	Schotter	79	13	2
6322	KB 4/09	18.00 – 18.40	Schotter	60	34	4

Aus den Ergebnissen der Siebanalysen (Tab. 7) ergibt sich für die Vorstossschotter durchschnittlich ein Anteil von **66 % Kies, 27 % Sand und 4 % Silt**.

5.2 Abbaubare Kiesreserven über dem Grundwasser

Gemäss der Wegleitung Grundwasserschutz [7] ist die Materialausbeutung (z.B. Kiesabbau) innerhalb einer Schutzzone (S) nicht möglich und im Gewässerschutzbereich Au nur bis 2 m über dem natürlichen (nicht abgesenkten) höchsten Grundwasserspiegel einer 10-Jahres-Periode zugelassen. Da bisher keine langjährigen Messdaten vorliegen, wurde der maximale Grundwasserstand extrapoliert (vgl. Abschnitt 4.4).

Die Abbaukote – langjähriger höchster Grundwasserspiegel plus 2 m Schutzschicht – ist in Beilage 4 als rote Linie dargestellt. Es ergeben sich folgende abbaubare Kiesvolumen:

Tab. 8: Berechnetes abbaubares Kiesvolumen (vgl. Beilage 5).

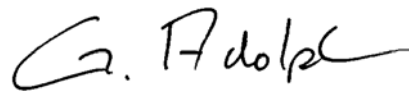

Abbaubare Kiesmächtigkeit	Fläche [m²]	Volumen [m³] (gesamt)
0 – 5 m (Ø 2.5 m)	132'000	330'000
5 – 10 m (Ø 7.5 m)	108'000	810'000
> 10 m (Ø 11 m)	49'000	539'000
Summe	289'000	1'679'000

Somit ergibt sich ein Volumen von ca. 1.7 Mio. m³ abbaubarem Kies für den im kantonalen Richtplan [5] als „Zwischenergebnis“ bezeichneten Perimeter (Tab. 8).

Wir schätzen die Genauigkeit der berechneten Volumina auf $\pm 20 \%$.

magma AG, Zürich, 13.12.2010

Sachbearbeiter: Gunter Adolph, Dr. rer. nat.

Thomas Gubler, dipl. Geologe ETH



Emil Greber, Dr. sc. nat. ETH

Verteiler:

3 Ex. Amt für Umweltschutz, Aabachstr. 5, 6300 Zug

2 Ex. magma AG (intern)

Version	Korreferat	Korrekturen	Schlusskontrolle
1.1 (14.10.2010)	6.10.2010 Gu	13.10.2010 Ga	
1.2 (13.12.2010)	-	-	

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.

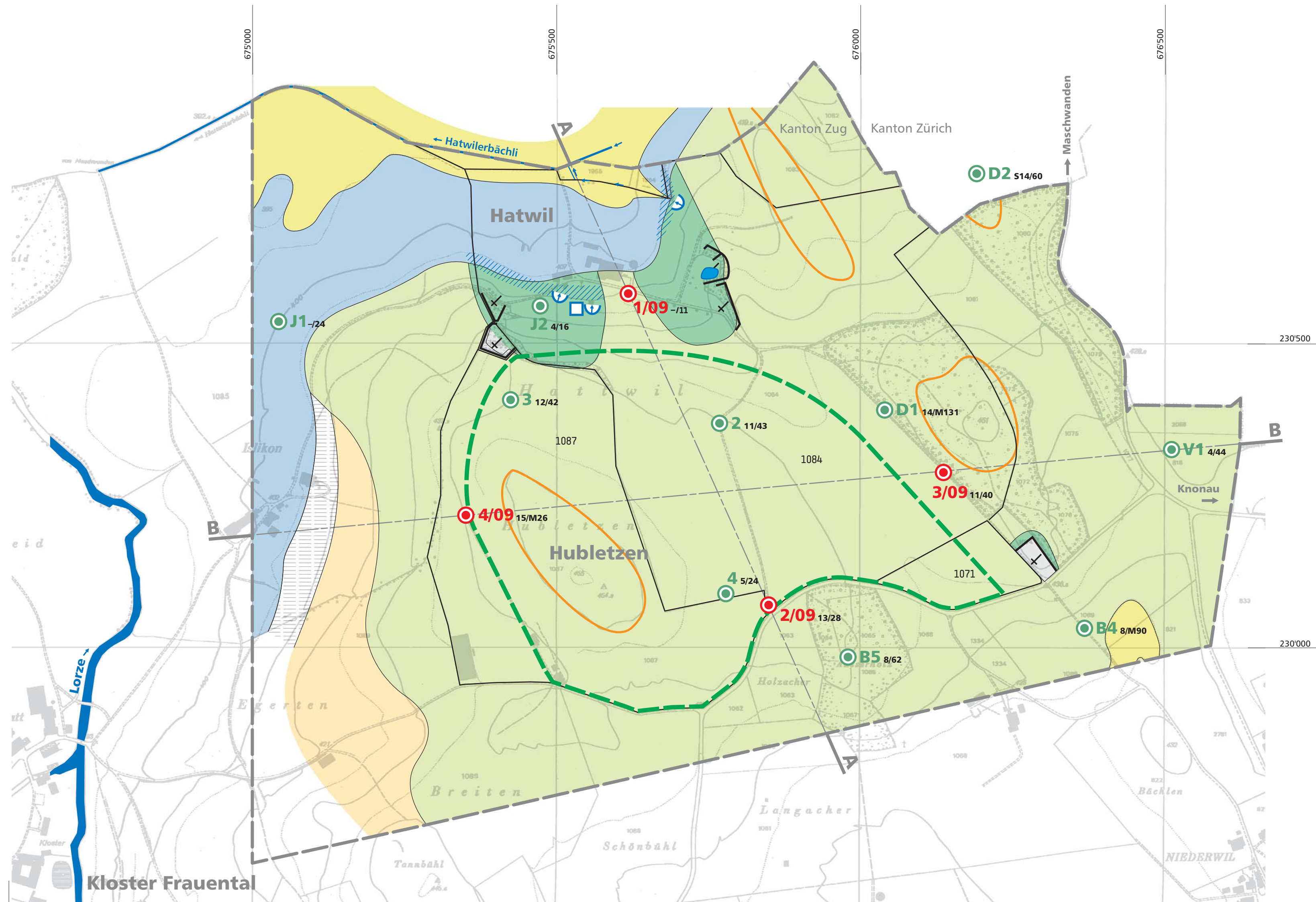
Relevante Unterlagen

- [1] Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (2010): www.gis.zh.ch – Grundwasserkarte (Mittelwasserstand).
- [2] Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (2010): www.gis.zh.ch – Grundwasserkarte (Hochwasserstand).
- [3] Amt für Umweltschutz (2000): Grundwasserkarte 1:25'000.
- [4] Amt für Umweltschutz (2010): www.zugmap.ch – Gewässerschutzkarte.
- [5] ARP (2008): Kieskonzept 2008; Schlussbericht der begleitenden Arbeitsgruppe. Grundlage für die Anpassung des kantonalen Richtplans – interner Bericht der Baudirektion Kanton Zug, Amt für Raumplanung ARP.
- [6] BAFU (2008): Management des Grundwassers in der Schweiz – Leitlinie des Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern 2008.
- [7] BUWAL (2004): Wegleitung Grundwasserschutz. – Vollzug Umwelt.
- [8] Geotechnisches Büro Dr. René Moser (1977): Grundwassergebiet Knonau – Maschwanden. Ämter für Gewässerschutz. Bericht 378-5, Dezember 1977.
- [9] Gubler, T. (2009): Geologisches Atlasblatt 1:25'000 1111 Albis mit Erläuterungen. – Geologische Landesaufnahme, Bundesamt für Landestopographie.
- [10] Hölting, B. & Coldewey, W.G. (2005): Hydrogeologie; Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. – Fachbuch, München.
- [11] Ingenieurbüro Beat Sägesser (2008): Kieskonzept 2008. Schlussbericht der begleitenden Arbeitsgruppe. – Bericht vom 7.5.2008. Herausgeber: Baudirektion des Kantons Zug.
- [12] magma AG (2001): Grundwasser- und Kiesvorkommen Hatwil bei Cham ZG. Hydrogeologische Auswertung vorhandener Grundlagen. – Bericht 00 129 vom 21.6.2001 z.Hd. des Amts für Umweltschutz Zug.

Geologische Karte / Situation 1:5000

Legende:

- Obere Süsswassermolasse («Molassefels»)
- Vorstoss-Schotter (letzte Vergletscherung)
- Grundmoräne (letzte Vergletscherung)
- sandig-siltige Seeablagerungen (spätglazialer Reusstalsee)
- feinkörnige Schwemmlagerungen
- Hanglehm
- Drumlin
- Kiesgrube:
 - aufgefüllt
 - offen
 - offenes Grundwasser in Kiesgrube («Grundwassersee»)
- Grundwasseraustritte (Feuchtgebiet)
- Quellfassung
- Quelle ungefasst
- Bohrungen 2009, mit Piezometer ausgebaut
 - 2/09 13/28
- Kernbohrung (aus den 1970er Jahren, Piezometer mit Ausnahme V1 nicht mehr vorhanden)
 - 4 5/24
- Endtiefe der Bohrung bzw. Tiefe des Molassefels (M)
- Tiefe des Schotters
- Perimeter des im Richtplan eingetragenen, für Kiesabbau reservierten Gebietes Hatwil / Hubletzen
- Parzellengrenze
- Parzellennummer



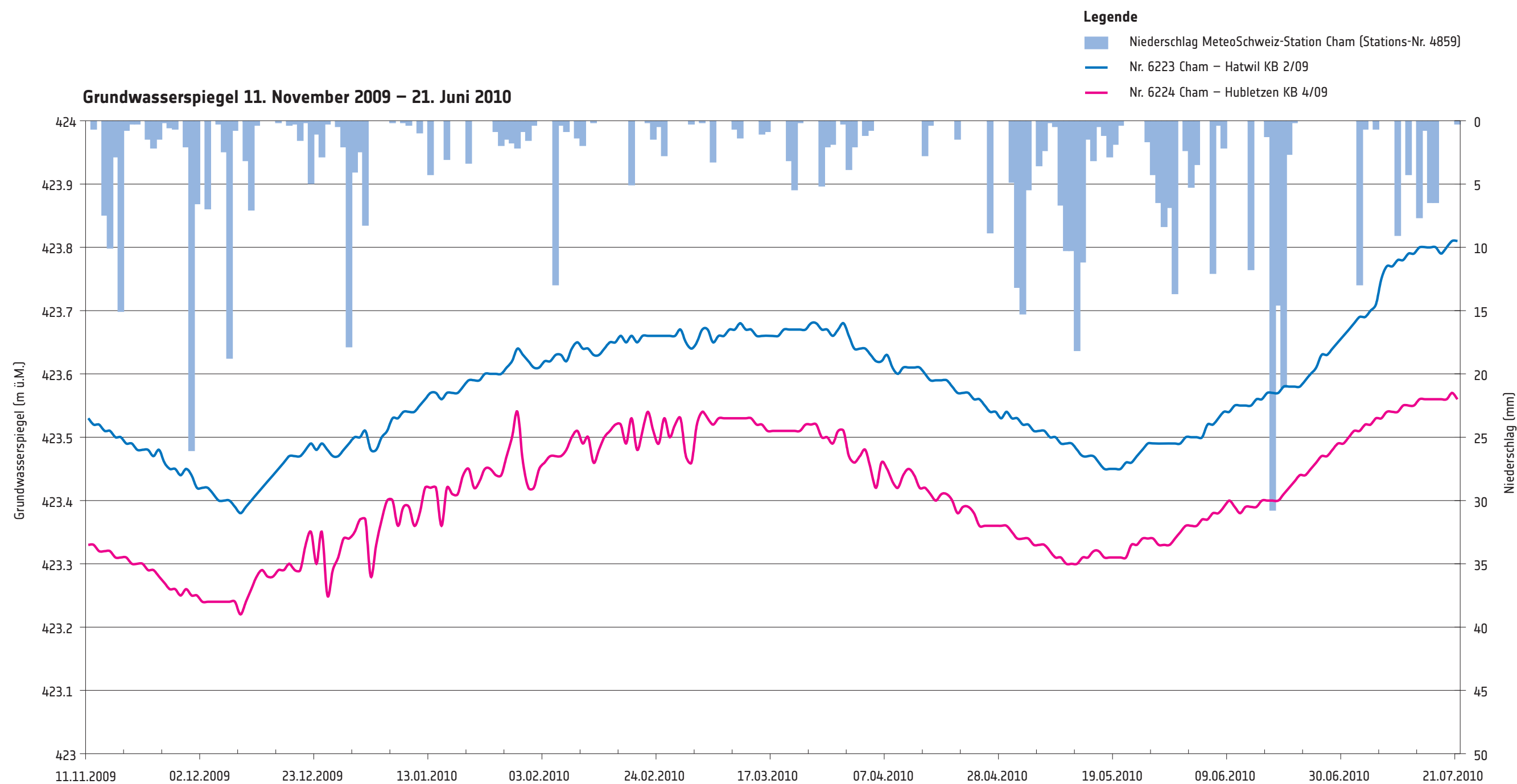
Legende

- Perimeter des im Richtplan eingetragenen, für Kiesabbau reservierten Gebietes Hatwil / Hubletzen
- Bohrungen 2009, mit Piezometer ausgebaut
Grundwasserspiegel 24.6.2009
- Bohrungen 1970er Jahre [1],[2]
- Grundwasservorkommen mit Begrenzung
- Grundwasserisohypse (Stand 24.6.2009)
- Grundwasserströmung
- Grundwasseraustritte (Feuchtgebiet)
- Quellfassung
- Quelle ungefasst
- offenes Grundwasser in Kiesgrube («Grundwassersee»)

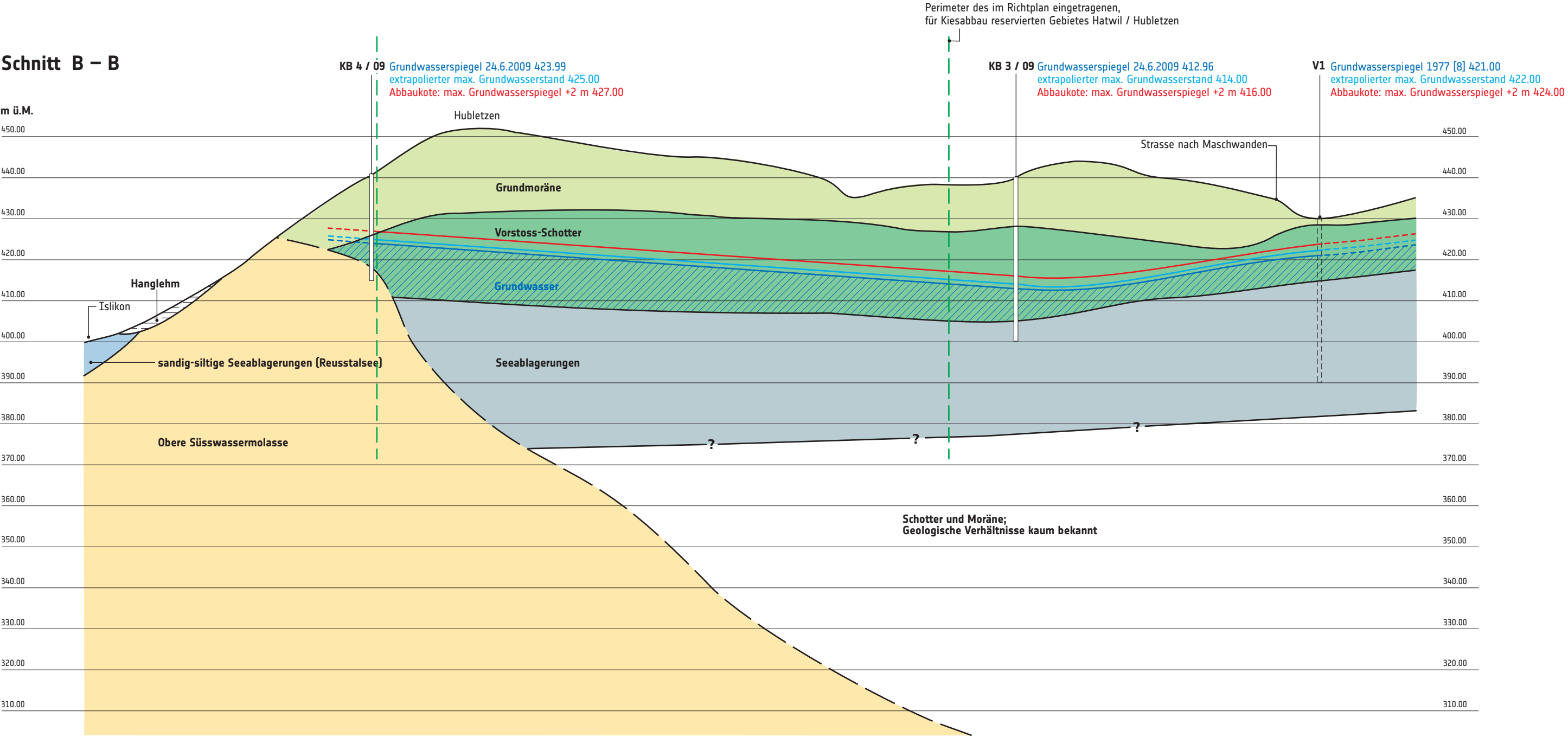
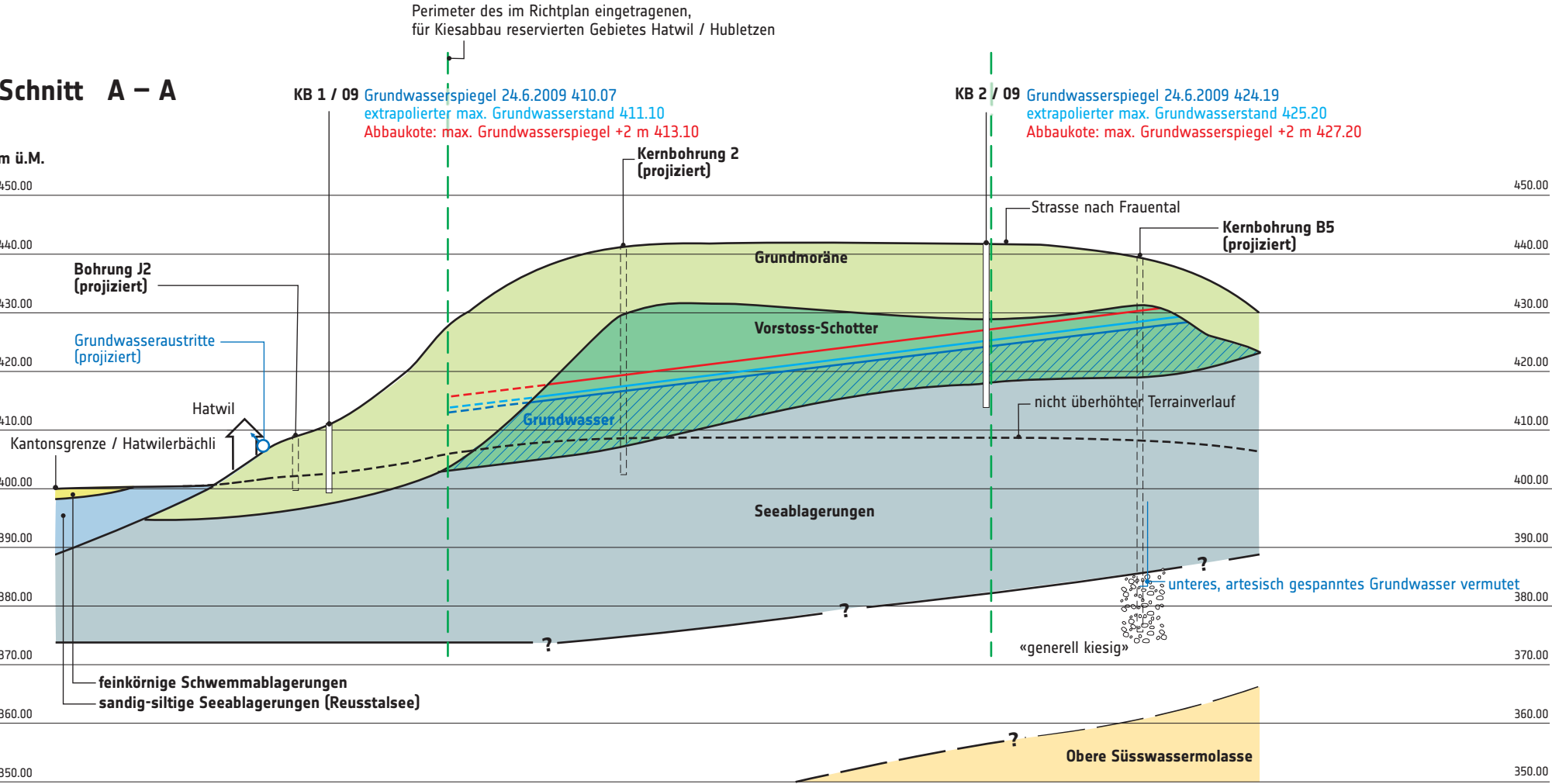
08 150 Potentielles Kiesabbaugebiet Hatwil / Hubletzen, 6330 Cham ZG
Geologische und hydrogeologische Untersuchung

BEILAGE 2

Ganglinien der Grundwasserspiegel KB 2/09 und KB 4/09















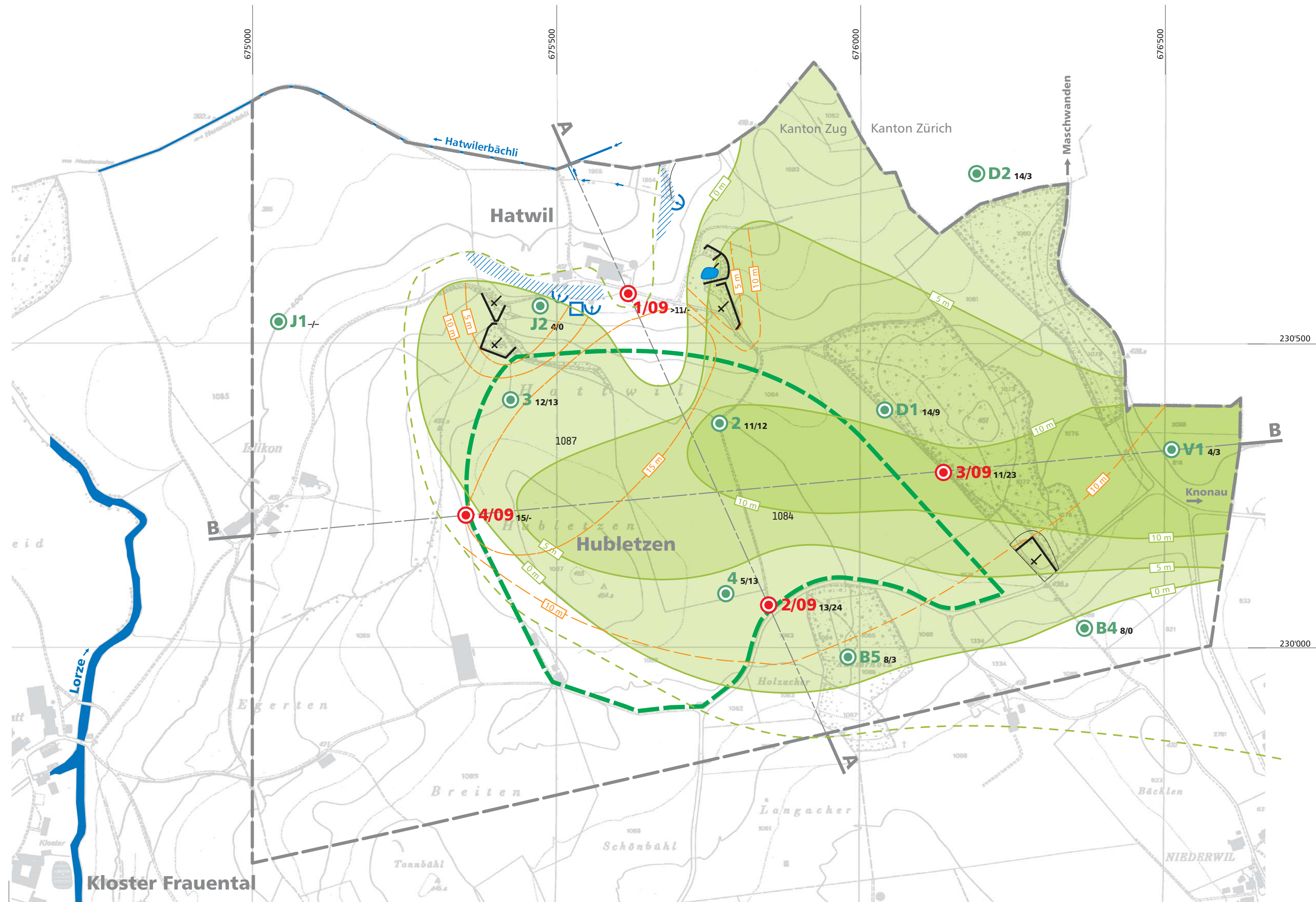
Geologische Schnitte A – A und B – B
1:5000 / 1:1000 (5 x überhöht)



Abbaubare Kiesmächtigkeit 1:5000

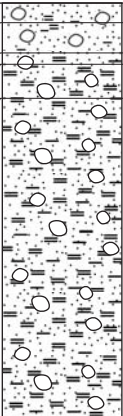
Legende:

-  Kiesgrube:
aufgefüllt
offen
offenes Grundwasser in Kiesgrube («Grundwassersee»)
-  Grundwasseraustritte (Feuchtgebiet)
 Quelfassung
 Quelle ungefasst
-  **2/09** 13/24 Bohrungen 2009, mit Piezometer ausgebaut
 **4** 5/24 Kernbohrung (aus den 1970er Jahren, Piezometer mit Ausnahme V1 nicht mehr vorhanden)
Mächtigkeit der abbaubaren Schotter (bis 2 m über max. Grundwasserspiegel)
Mächtigkeit der Deckschicht
-  Perimeter des im Richtplan eingetragenen, für Kiesabbau reservierten Gebietes Hatwil / Hubletzen
-  randliche Begrenzung des Kiesvorkommens
 0 m geschätzte Mächtigkeit des **abbaubaren** Schotters (bis 2 m über maximalem Grundwasserspiegel)
 5 m
 10 m
 10 m Mächtigkeit der Deckschicht



Bohrprofil KB1/09 1:200

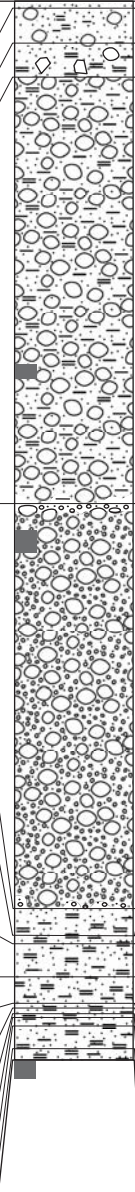
Koordinaten: 675'618.38 / 230'582.72
Höhenlage: OKT 410.79 m ü.M. / OK Rohr 410.62 m ü.M.
Ausführung: Kibag AG Bauunternehmung, 8038 Zürich
Geologische Aufnahme: Thomas Gubler, dipl. Geologe ETH, 1.5.2009

Tiefe (m)	Profil	Geologische Beschreibung	USCS	Geologische Interpretation	Ausbau
0.50		Dunkelbrauner humoser sandiger Silt mit wenig Ton und mit wenig Kies, vereinzelt Ziegelstückchen.	-	Oberboden	GWSP ab OKR -0.55 m (24.6.2009)
1.30		Braunrötlicher sandiger Silt mit wenig Ton und mit wenig Kies, Holzkohlereste.	-	Unterboden	
1.60		Bräunlichgelber toniger Silt mit wenig Sand, nur vereinzelt Kies.	CL	Hanglehm	Compactonit
2.50		Gelbbeiger sandiger Silt mit reichlich Ton und wenig bis reichlich Kies. Ca. 10-20 % Ton, ca. 10-20 % Kies. Hoher Anteil an aufgearbeitetem Molassemergel. Gegen oben zunehmend verwittert.	CL	Letzteiszeitliche Grundmoräne (q _{4m})	Piezo PVC 4.5"
		Gelbbeiger sandiger Silt mit wenig bis reichlich Kies und mit wenig Ton. Gerölle häufig poliert und gekritzelt. Bindig, hart gelagert.	CL		4 m voll
					6 m Filter
					1 m voll
					Filterkies
11.00					

Bemerkungen: Bohrloch anfänglich trocken, allmähliche Sickerwassereintritte.

Bohrprofil KB2/09 1:200

Koordinaten: 675'854.45 / 230'065.49
Höhenlage: OKT 443.43 m ü.M. / OK Rohr 443.13 m ü.M.
Ausführung: Kibag AG Bauunternehmung, 8038 Zürich
Geologische Aufnahme: Thomas Gubler, dipl. Geologe ETH, 22.4.2009

Tiefe (m)	Profil	Geologische Beschreibung	USCS	Geologische Interpretation	Ausbau
0.20		Brauner humoser feinsandiger Silt mit wenig Kies.	–	Oberboden	Compactonit
1.10		Braunrötlicher feinsandiger Silt mit wenig Kies und wenig Ton.	–	Unterboden	
2.00		Gelbbeiger feinsandiger Silt mit wenig Ton und mit reichlich Kies. Matrixgestützt, knapp bindig. Gerölle häufig poliert und gekritzelt.	CL	Letzteiszeitliche Grundmoräne (q _{4m})	Piezo PVC 4.5" 21 m voll
		Gelblich-grauer siltig-sandiger Kies mit wenig Ton und mit Steinen. Gerölle mehrheitlich gut gerundet. Kein Kern, da nur knapp bindig. Kornverteilung geschätzt: Ca. 50-70 % Kies und Steine, 20-30 % Sand, 10-20 % Silt, 0-5 % Ton.	GC	Verschwemmte letzteiszeitliche Moräne	6 m Filter 1 m voll Filterkies
13.30		Grauer sandiger Kies mit Steinen. Kies gut gerundet. Kornverteilung geschätzt: Ca. 60-80 % Kies, davon ca. 10 % Steine, 20-40 % Sand.	GW	Letzteiszeitliche Vorstössschotter (q _{4vs})	
24.00		Gelbbrauner, laminierter, feinsandiger Silt mit wenig Ton. Eingestreuter alpiner Kies bis 1 cm Ø (dropstones).	CL	Mittelpleistozäne Seeablagerungen (q _{slk})	GWSP ab OKR -18.94 m (24.6.2009)
24.70		Gelblicher, laminierter toniger Silt mit reichlich Sand. Vermutl. v.a. aufgearbeiteter Molassemergel (Bachschutt oder Schlammstrom aus Molasseeeinzugsgebiet).	CL		
24.90		Graubrauner toniger Silt mit hellen Sandlaminae. Vereinzelte dropstones bis 1 cm Ø.	CL		
25.80		Graubrauner toniger Silt, undeutlich laminiert, mit eingestreuten polierten und gekritzelt Geröllen 1–3 cm Ø (dropstones).	CL		
26.50		Toniger Silt mit Sand und feinem Kies.	CL	Schlammstrom	
26.60		Braungrauer laminierter toniger Silt wechsellagernd mit grauen siltigen Feinsand-Laminae.	CL		
26.80		Braungrauer toniger Silt mit Sand und Geröllen bis 2 cm Ø. Gerölle z.T. poliert und gekritzelt.	CL		
26.90		Bräunlichgrauer, laminierter toniger Silt mit siltigen Feinsand-Laminae, kompakt.	CL		
27.10		Grauer laminierter siltiger Feinsand mit dünnen tonigen Silt-Laminae.	SM		
27.70		Bräunlichgrauer, laminierter toniger Silt mit siltigen Feinsand-Laminae, kompakt.	CL		
28.00					

Bemerkungen: Wasser beim Bohren 19 m ab OKT. Kiesschicht 2.0–13.3 m wäre waschbar.
 ■ Proben für Kornverteilung: 9.6–10.0 m, 14.0–14.6 m, 28.0–28.5 m.

Bohrprofil KB3/09 1:200

Koordinaten: 676'138.58 / 230'289.93
Höhenlage: OK Rohr 439.66 m ü.M. / OKT = OK Rohr + ca. 0.20 m
Ausführung: Kibag AG Bauunternehmung, 8038 Zürich
Geologische Aufnahme: Thomas Gubler, dipl. Geologe ETH, 1.5.2009

Geologische Aufnahme: Thomas Gübier, dipl. Geologe ETH, 1.5.2009			Geologische Interpretation		
Tiefe (m)	Profil	Geologische Beschreibung	USCS	Ausbau	
7.50		Gelblich-beiger sandiger Silt mit wenig bis reichlich Kies (10-20 % Kies inkl. Steine). Material bindig. Blöcke bei 9.0 und 10.0 m.	CL	Letzteiszeitliche Grundmoräne (q _{4m})	
8.40		Siltiger Feinsand mit vereinzelt Kies.	SM		
11.40		Gelblich-beiger sandiger Silt mit wenig bis reichlich Kies (10-30 % Kies inkl. Steine). Nicht oder knapp bindig. Blöcke bei 9.0 und 10.0 m.	ML/CL		
12.00		Grauer sandiger Kies (Kies 70-80 %).	GW		
12.80		Grauer Mittelsand mit reichlich bis viel Kies (20-40 %).	SW	Letzteiszeitliche Vorstössschotter (q _{4vs})	
		Grauer sandiger Kies mit Steinen (ca. 60-80% Kies inkl. Steine).	GW		
<div>Bemerkungen: Wasser beim Bohren 25 m ab OKT. Kein Boden im Profil, da Bohrung in Weganschnitt platziert. ■ Proben für Kornverteilung: 9.6-10.0 m, 14.0-14.6 m, 28.0-28.5 m</div>					
35.30		Gelblicher, laminierter toniger Silt und feinsandiger Silt. 35.3-35.6 laminierter feinsandiger Silt mit verkitteten Sandfladen und Eisenhydroxid-Krusten. Farbwechsel bei 35.9 m gelb /grau ist eher auf Umstellung von alpiner Schüttung zu (gelblichem) Molassematerial als auf Einfluss von oxidierenden Wässern zurückzuführen.	CL		
35.90			Mittelpleistozäne Seeablagerungen (q _{SLK})		
38.20					SC
38.40					SM
38.70					SC
40.00		Dunkelgrauer laminierter toniger Silt mit wenig Feinsand (1-2 mm dicke Laminæ aus tonigem Silt aus feinsandigem Silt).	CL		

GWSP ab OKR
-26.70 m
(24.6.2009)

Bohrprofil KB4/09 1:200

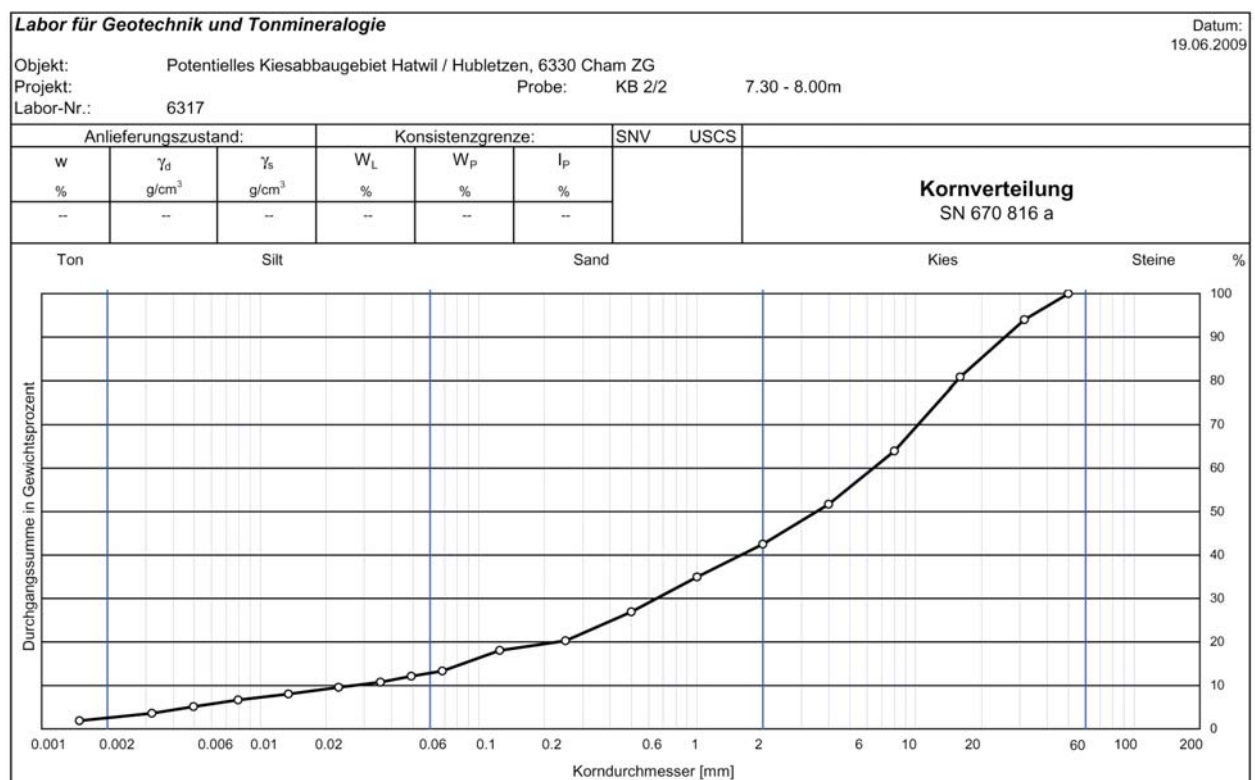
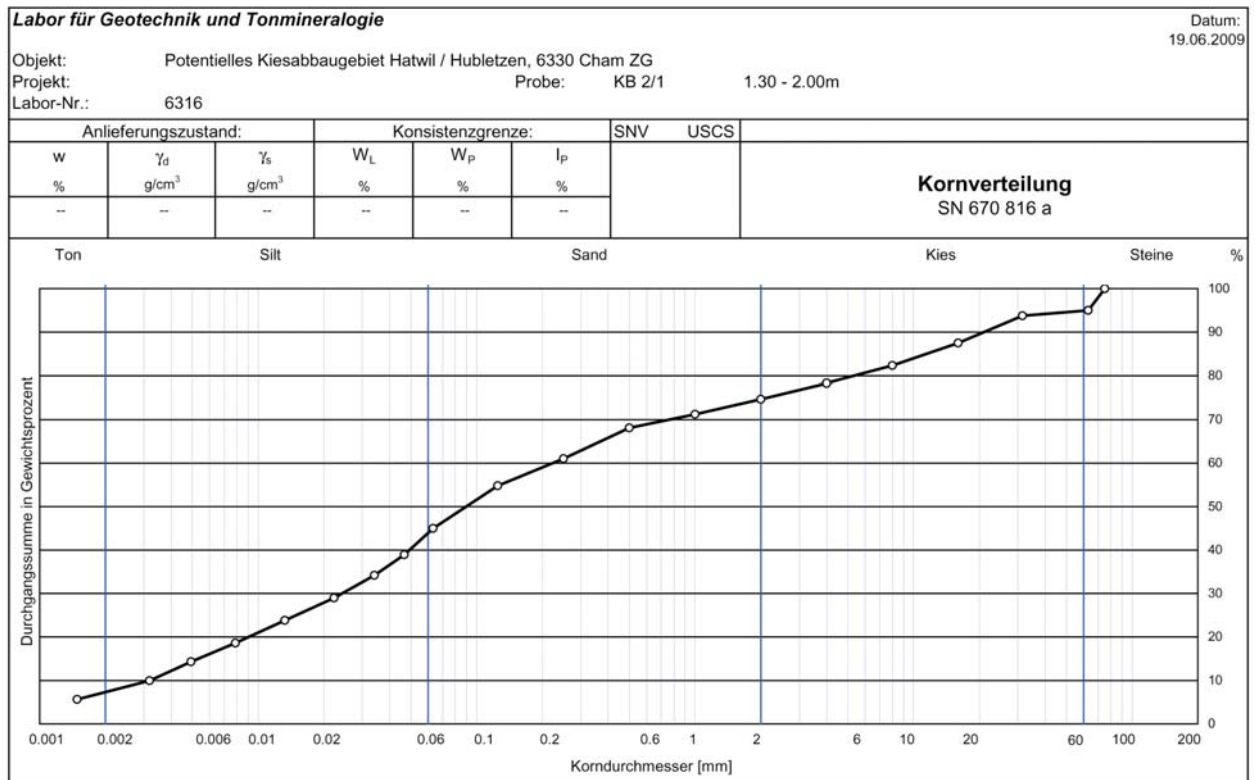
Koordinaten: 675'351.89 / 230'218.78
Höhenlage: OKT 440.16 m ü.M. / OK Rohr 439.99 m ü.M.
Ausführung: Kibag AG Bauunternehmung, 8038 Zürich
Geologische Aufnahme: Thomas Gubler, dipl. Geologe ETH, 5.5.2009

Tiefe (m)	Profil	Geologische Beschreibung	USCS	Geologische Interpretation	Ausbau
0.70		Grauer sandiger Kies., Ziegelstückchen.	–	Kieskoffer / Künstl. Aufschüttung	Compactionit
1.20		Brauner feinsandiger Silt mit wenig Ton.	–	Alter Unterboden	
2.70		Gelblich-beiger feinsandiger Silt mit wenig Ton und mit wenig Kies, bindig. Gerölle angewittert.	CL	Verwitterte Grundmoräne	Piezo PVC 4.5" 15 m voll
		Gelblich-beiger feinsandiger Silt mit 20-40 % Kies. Viel aufgearbeitetes Molassematerial.	ML		8 m Filter 3 m voll
6.00					Filterkies
		Gelblich-beiger siltiger Feinsand bis feinsandiger Silt mit wenig Kies (<10%) und vereinzelt Steinen. Häufig aufgearbeiteter Molassemergel und -sandstein.	SM	Letzteiszeitliche Grundmoräne (q _{4m})	
8.50		Gelblich-beiger feinsandiger Silt mit 20-40 % Kies und Steinen, matrixgestützt, Gerölle zum Teil gekritz und poliert. Stellenweise recht viel aufgearbeitete Molasse. 12.6-12.9 m: Gelblich-beiger toniger Silt, fein geschichtet im mm-Bereich (CL, Stillwasserablagerung unter Eis).	ML		
14.30					
14.80		Gelblicher-brauner siltiger Feinsand, matrixgestützt mit ca. 70 % Kies.	SM		
14.90		Feinsandiger Silt, feingeschichtet mit rostbraunen Verfärbungen	ML		
15.10		Braungrauer sandiger Silt mit wenig Ton (Matrix) und mit ca. 40 % Kies.	CL	Eisrandnahe Stillwasserablagerungen	
15.60		Bräunlich-graue Wechsellagerung zwischen siltigem Feinsand und Silt. Rostbraune Verfärbungen. Bei 15.5 m mit 2 cm mächtiger Lage aus lehmigem Kies (Schlammstrom?).	SM/ML	Pedogen überprägter Schotter	
15.70					
16.00		Gelb-bräunlichgrauer toniger Silt.	CL	Letzteiszeitliche Vorstössschotter (q _{4vs})	
16.40		Bräunlich-grauer toniger Silt mit wenig Sand und 30-40 % Kies. Gerölle leicht angewittert	CL		
18.00		Dunkelgrauer sandiger Kies mit wenigen Steinen.	GC		
		Schwärzlich-grauer Mittelsand, in den oberen 40 cm mit wenig Kies Ø <4 cm.	SW		
22.80		Dunkelgrauer sandiger Kies mit Steinen (60-80 % Kies).	GC		
22.90		Gelb-bräunlicher laminierter toniger Silt mit Feinsand. Bräunliche Flecken (Verwitterung oder organische Reste?, Hochflutablagerung).	CL	Grundmoräne (ältere Vergletscherung)	
23.10					
23.50		Hellgrauer siltiger Feinsand mit wenig Ton (aufgearbeitete Molasse) und 20-40 % eingearbeitetem Kies.		Obere Süßwassermolasse	
24.00		Gelblicher feinsandiger Siltstein (verschleppter Molassefels)	ML		
24.10					
24.40		Gelb, graugefleckter toniger Siltstein	CL		
25.00		Braungrauer siltiger Feinsandstein (Paläoboden)	SM		
		Gelb, graugefleckter toniger Siltstein. Verwittert, aufgelockert	CL		
26.00		Olivegrauer, gelbgefleckter toniger Siltstein mit wenig Feinsand	CL		
		Grauer, gelbgefleckter Feinsandstein (Hörnli-Schüttung)	SP		

Bemerkungen: Wasser beim Bohren 16 m ab OKT.

■ Probe für Kornverteilung: 18.0-18.4 m.

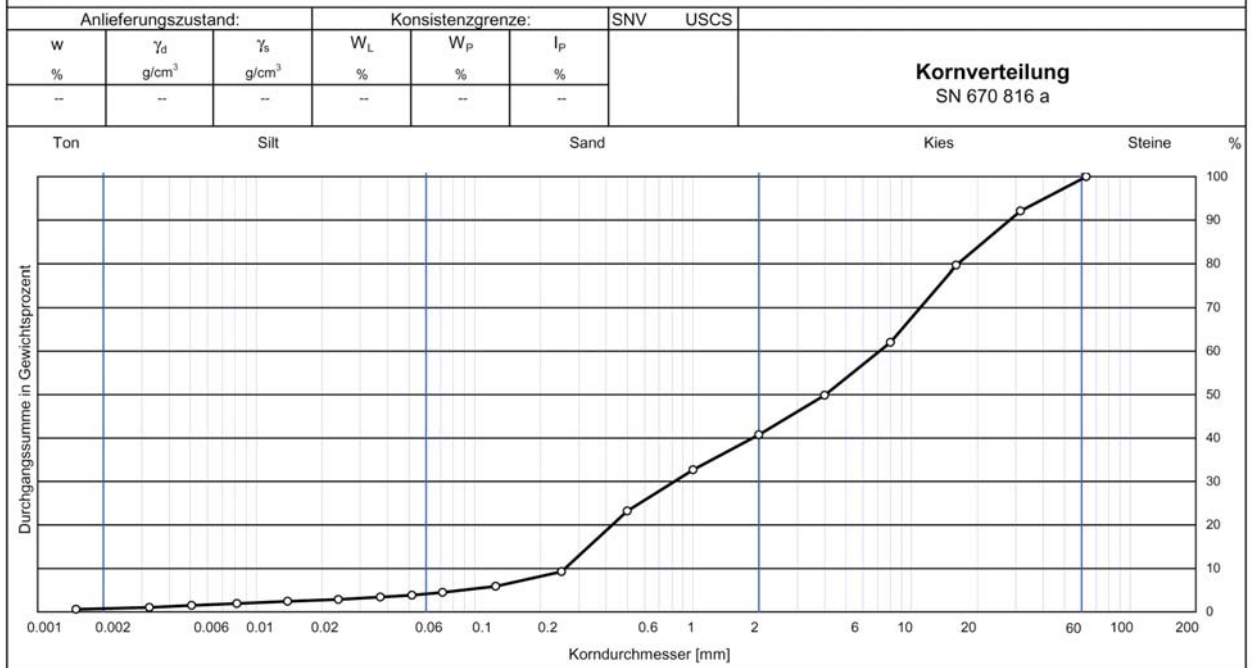
Kornverteilungskurven



Labor für Geotechnik und Tonmineralogie

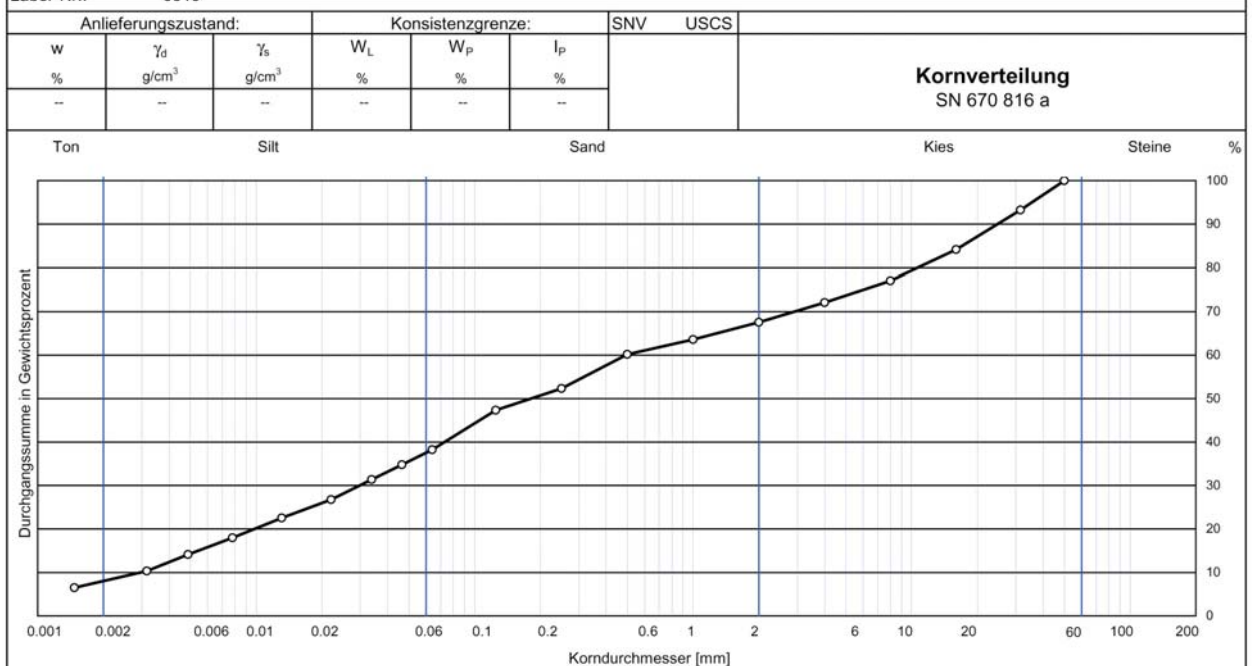
Datum:
19.06.2009

Objekt: Potentielles Kiesabbaugebiet Hatwil / Hubletzen, 6330 Cham ZG
 Projekt: Probe: KB 2/3 14.00 - 14.80m
 Labor-Nr.: 6318


Labor für Geotechnik und Tonmineralogie

Datum:
19.06.2009

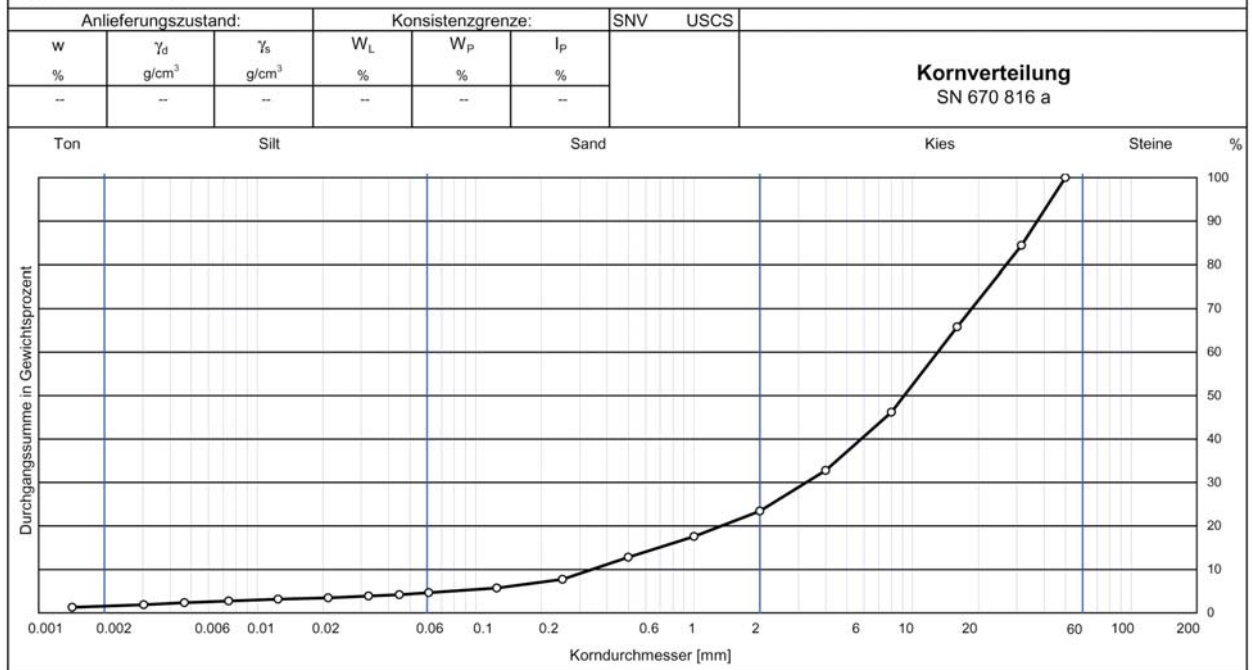
Objekt: Potentielles Kiesabbaugebiet Hatwil / Hubletzen, 6330 Cham ZG
 Projekt: Probe: KB 3/1 9.60 - 10.00m
 Labor-Nr.: 6319



Labor für Geotechnik und Tonmineralogie

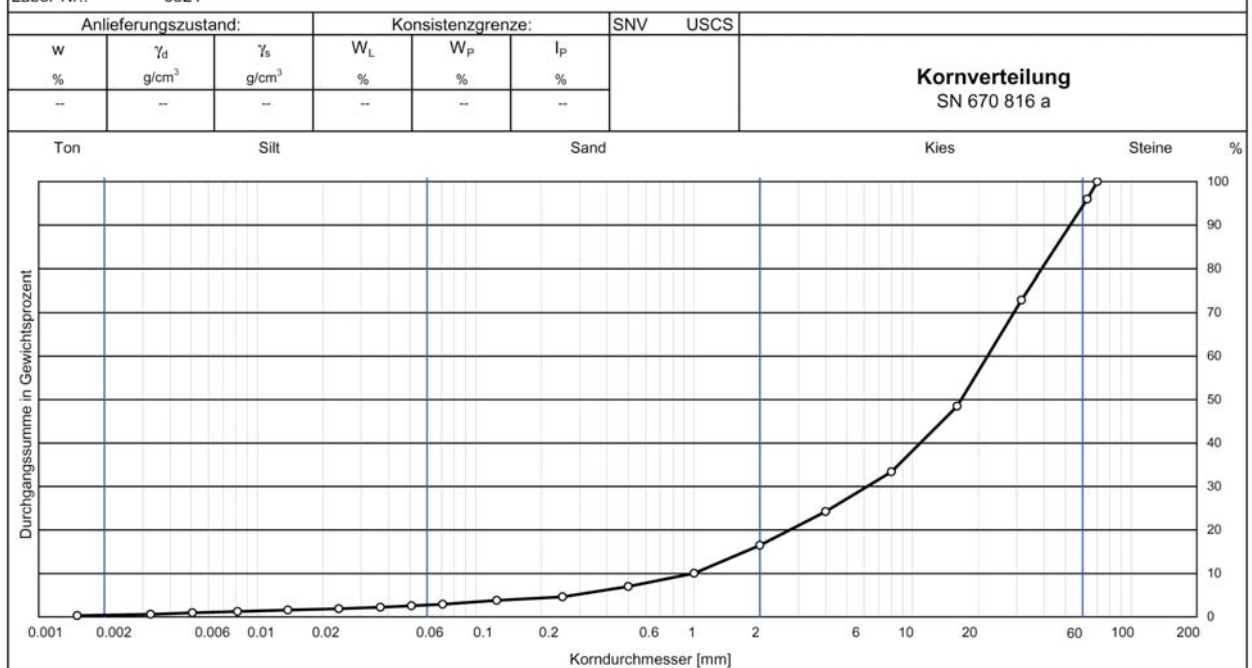
Datum:
19.06.2009

Objekt: Potentielles Kiesabbaugebiet Hatwil / Hubletzen, 6330 Cham ZG
 Projekt: Probe: KB 3/2 14.00 - 14.60m
 Labor-Nr.: 6320


Labor für Geotechnik und Tonmineralogie

Datum:
19.06.2009

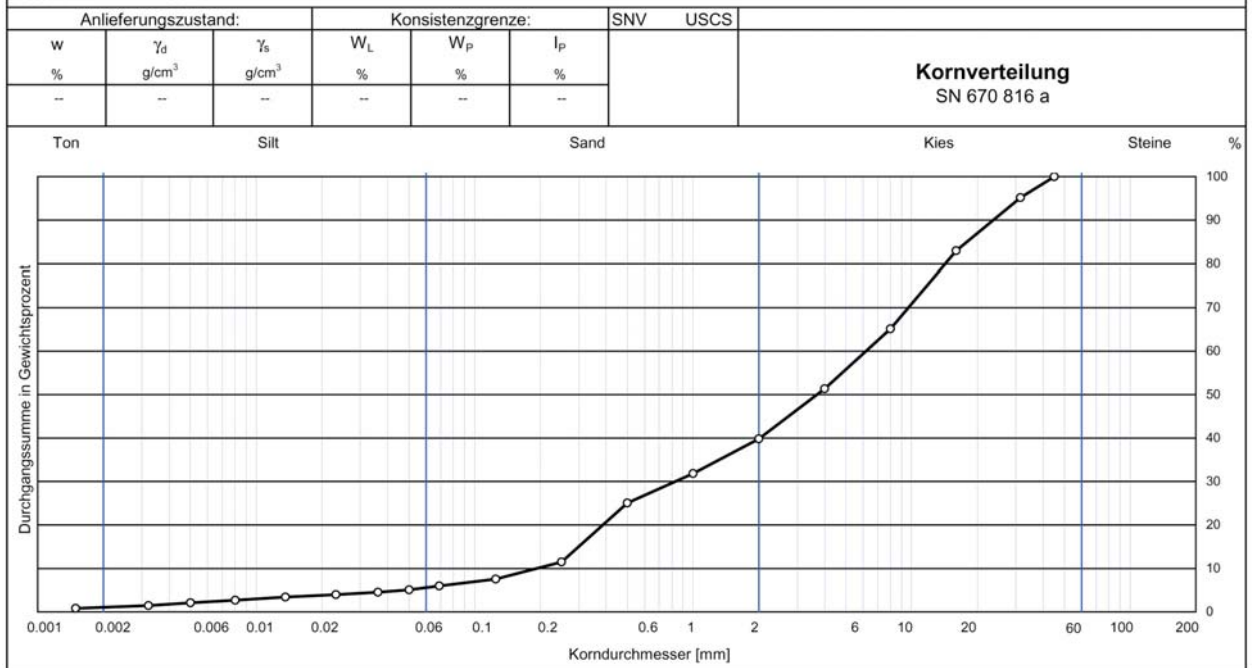
Objekt: Potentielles Kiesabbaugebiet Hatwil / Hubletzen, 6330 Cham ZG
 Projekt: Probe: KB 3/3 28.00 - 28.50m
 Labor-Nr.: 6321



Labor für Geotechnik und Tonmineralogie

Datum:
19.06.2009

Objekt: Potentielles Kiesabbaugebiet Hatwil / Hubletzen, 6330 Cham ZG
 Projekt: Probe: KB 4/1 18.00 - 18.40m
 Labor-Nr.: 6322



Laborbericht Grundwasserchemie

Auftraggeber	Magma AG
Projekt	Potentiellies Kiesabbaugebiet, Hatwil
Projekt-Nr.	08 150
Auftrag Nr.	409-0484
Datum Bericht	01.07.2009

Probenbezeichnung		KB 1/09, 24.06.09	KB 2/09, 24.06.09	KB 3/09, 24.06.09	KB 4/09, 24.06.09	Hausbrunnen Hr. Hausherr Hatwil, 24.06.09	Best. grenze	Messun- sicherheit [+/- %]
Datum Probenahme		24.06.2009	24.06.2009	24.06.2009	24.06.2009	24.06.2009		
Probenahme		Josef Blumenthal	Josef Blumenthal	Josef Blumenthal	Josef Blumenthal	Josef Blumenthal		
Proben-Nr		409-0484/1	409-0484/2	409-0484/3	409-0484/4	409-0484/5		

Feldparameter/							
Allgemeine Parameter							
Abstich Oberkante Rohr	m OKR	0.55	18.94	26.70	16.00		
Vorpumpenmenge	mL	75	50	50	50		
Entnahmetiefe	m	5.00	25.00	30.00	19.00		
Temperatur	°C	14.7	14.5	15.6	14.8	11.3	
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	765	780	658	760	668	2
pH-Wert		6.6	6.5	6.7	6.5	6.9	0.1
Sauerstoff	mg/L	1.2	10.4	9.5	7.0	8.4	5
Bemerkungen (Geruch, Farbe)		neutral, stark trüb	neutral, leicht trüb	neutral, leicht trüb	neutral, leicht trüb	neutral, farblos, klar	
Kationen, Anionen							
Calcium Ca	mg/l	120	122	109	118	116	0.1
Magnesium Mg	mg/l	29.0	27.8	21.9	30.4	18.7	0.1
Kalium K	mg/l	1.7	2.1	1.2	1.4	1.1	0.1
Natrium Na	mg/l	4.7	6.8	4.2	3.7	4.5	0.1
Silicium Si	mg/l	4.6	4.3	3.9	4.3	3.7	0.1
Hydrogencarbonat HCO ₃	mg/l	461	435	395	472	402	0.1
Chlorid Cl	mg/l	13.6	20.7	9.7	7.1	9.7	0.1
Sulfat SO ₄	mg/l	18.2	18.7	15.9	18.9	11.7	1
Nitrat NO ₃	mg/l	20.8	31.7	19.7	22.3	22.8	0.1

Abkürzungen und Symbole: nn = nicht nachweisbar, nb = nicht bestimmbar, < = kleiner, > = grösser, TS = Trockenrückstand, x = vorhanden.
 Felder, die nicht gemessen wurden sind grau markiert.



Dieter Meierhans, Qualitätsbeauftragter

Protokoll: Probenahme von Grundwasser

Auftragsnummer _____

Basisdaten

Probenahmestelle: 11131/09

Rohrdurchmesser: 4.5"

Ort: Hatwil - Knonau

Rohrmaterial: PVC

Daten der Probenahme

Probennehmer: J. Blumhild

Witterung: Schön

Entnahmedatum: 24.6.09

Messungen vor Probenahme

Wasserspiegel ab OK-Rohr: 0.55 m

Pumpentyp: Grundfos MP9

Einbautiefe Pumpe ab OK-Rohr: 5.00 m

Messungen während Probenahme:

Pienco leerte sich schnell

Zeit	Wasserstand	Q l/min	Menge tot.	Temp.	Leitf.	O2	pH	Bemerkungen (Geruch, Farbe)
13 ⁰⁰	0.56	3		22.1	720	7.2	7.1	neutral leicht Trüb
13 ⁰⁵	0.98	3	15	17.6	767	4.5	6.9	" " "
13 ¹⁰	1.25	3	30	16.3	772	3.2	6.6	" " "
13 ¹⁵	1.72	3	45	15.8	763	2.6	6.5	" stark "
13 ²⁰	2.28	3	60	14.7	765	1.3	6.6	" " "
13 ²⁵	2.82	3	75	14.7	765	1.15	6.6	Probenahme
								Probenahme

Messungen nach Probenahme:

Pumpdauer total: ca. 25 Min

Wasserspiegel ab OK-Rohr: 2.72 m

Ort, Datum: Hatwil 24.6.09

Unterschrift: J. Blumhild

Protokoll: Probenahme von Grundwasser

Auftragsnummer _____

Basisdaten

Probenahmestelle: K13 2/09

Ort: Hafm. 1 - Knecht

Rohrdurchmesser: 4.5"

Rohrmaterial: PVC

Daten der Probenahme

Probennehmer: I. Blum-athel

Witterung: beeinträchtigt

Entnahmedatum: 24.6.09

Messungen vor Probenahme

Wasserspiegel ab OK-Rohr: 17.94 m

Pumpentyp: Grundfos IYP1

Einbautiefe Pumpe ab OK-Rohr: 25.00 m

Messungen während Probenahme:

maximale Motorleistung

Zeit	Wasser-stand	Q l/min	Menge tot.	Temp.	Leitf.	O2	pH	Bemerkungen (Geruch, Farbe)
11:10	18.94	2	1	16.4	664	8.7	6.5	neutral leicht trüb
11:15	18.94	2	10	15.2	780	10.2	6.6	" " "
11:20	18.94	2	20	14.2	778	10.4	6.6	" " "
11:25	18.94	2	30	14.2	778	10.3	6.6	" " "
11:30	18.94	2	40	14.5	781	10.4	6.6	" " "
11:35	18.94	2	50	14.5	780	10.4	6.5	Probenahme
								Probenahme

Messungen nach Probenahme:

Pumpendauer total: 09.25 Min

Wasserspiegel ab OK-Rohr: 17.94

Ort, Datum: Hafm. 1 24.6.09

Unterschrift: I. Blum-athel

Protokoll: Probenahme von Grundwasser

Auftragsnummer _____

Basisdaten

Probenahmestelle: 1133/09

Ort: Hofw.1 - Knochau

Rohrdurchmesser: 4.5"

Rohrmaterial: PVC

Daten der Probenahme

Probennehmer: I. Blumenthal

Entnahmedatum: 24.6.09

Witterung: bewölkt

Messungen vor Probenahme

Wasserspiegel ab OK-Rohr: 26.70 m

Einbautiefe Pumpe ab OK-Rohr: 20.00

Pumpentyp: Grundfos MP1

Messungen während Probenahme:

Maximale Motorleistung

Zeit	Wasserstand	Q l/min	Menge tot.	Temp.	Leitf.	O2	pH	Bemerkungen (Geruch, Farbe)
10:15	26.70	2	/	20.4	352	3.2	6.7	neutral leicht trüb
10:20	26.70	2	10	18.4	658	5.6	6.7	" " "
10:25	26.70	2	20	15.2	661	9.5	6.7	" " "
10:30	26.70	2	30	15.2	660	8.8	6.7	" " "
10:35	26.70	2	40	15.6	658	9.7	6.7	" " "
10:40	26.70	2	50	15.6	658	9.5	6.7	Probierprobe
								Probenahme

Messungen nach Probenahme:

Pumpendauer total: ca. 25 Min

Wasserspiegel ab OK-Rohr: 26.70 m

Ort, Datum: Hofw.1 24.6.09

Unterschrift: I. Blumenthal

Protokoll: Probenahme von Grundwasser

Auftragsnummer _____

Basisdaten

Probenahmestelle: K.B. 4 / 09

Ort: _____

Rohrdurchmesser: 4.5"

Rohrmaterial: PVC

Daten der Probenahme

Probenehmer: I. Blumenthal

Entnahmedatum: 24.6.09

Witterung: benötigt

Messungen vor Probenahme

Wasserspiegel ab OK-Rohr: 16.00m

Einbautiefe Pumpe ab OK-Rohr: 19.00m

Pumpentyp: Grundfos MP1

Messungen während Probenahme:

Maximale Motorleistung

Zeit	Wasserstand	Q l/min	Menge tot	Temp.	Leitf.	O2	pH	Bemerkungen (Geruch, Farbe)
1210	16.0	2	1	16.2	760	7.8	6.5	neutral leicht trüb
1215	16.0	2	10	15.1	760	7.0	6.5	" " "
1220	16.0	2	20	14.9	758	7.2	6.6	" " "
1225	16.0	2	30	14.7	760	7.0	6.55	" " "
1230	16.0	2	40	14.8	760	6.9	6.6	" " "
1235	16.0	2	50	14.8	760	7.0	6.5	Probenahme
								Probenahme

Messungen nach Probenahme:

Pumpendauer total: ca. 25 Min

Wasserspiegel ab OK-Rohr: 16.00

Ort, Datum: Hatmeri 24.6.09

Unterschrift: I. Blumenthal

Protokoll: Probenahme von Mineral- und Trinkwasser

Auftragsnummer

Auftraggeber

Vertreten durch

Probenahmeort

Datum

Proben erhoben durch

Bemerkungen

MAGMA
Hr. Grotter Adolph
Hauubrunnen - Hr. Hauubrunnen Heilbrunn - Kona
24.6.05 Beginn 13:45 Ende 14:00
F. Blum aufnahm

Behälter

- ☐ Kunststoff
☐ Glas
☐ Glas mit Schliffstopfen
☐ sterile Glasflaschen
☐

Volumen [ml]

Konservierung der Proben

- ☐ keine
☐ gekühlt
☐ tiefgekühlt
☐ angesäuert mit HNO₃
☐

Probe 1

Bezeichnung

Entnahmestelle

Zeit

Schüttung

Geruch

Färbung

Trübung

Wassertemperatur

pH-Wert

Leitfähigkeit 25 °C

Sauerstoff

Redox

Bemerkungen

Hauubrunnen
13:45
/ l/s
neutral
farblos
klar
11.3 °C
6.9
668 µS/cm
8.4 mg/l
mV

Probe 2

Bezeichnung

Entnahmestelle

Zeit

Schüttung

Geruch

Färbung

Trübung

Wassertemperatur

pH-Wert

Leitfähigkeit 25 °C

Sauerstoff

Redox

Bemerkungen

Bitte Rückseite beachten.

Fotodokumentation



Lage der Bohrung KB1/09
Koordinaten: 675'618.38 / 230'582.72
Datum: 1.5.2009



Lage der Bohrung KB2/09
Koordinaten: 675'854.45 / 230'065.49
Datum: 22.4.2009



Lage der Bohrung KB3/09
Koordinaten: 676'138.58 / 230'289.93
Datum: 1.5.2009



Lage der Bohrung KB4/09
Koordinaten: 675'351.89 / 230'218.78
Datum: 5.5.2009