

# 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

<b>1</b>	<b>Ausgangslage.....</b>	<b>2</b>
1.1	Auftrag.....	2
1.2	Zielsetzung / Aufgabenstellung .....	3
<b>2</b>	<b>Ausgeführte Arbeiten .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Geologisches und hydrogeologisches Umfeld.....</b>	<b>4</b>
3.1	Geologie.....	4
3.2	Hydrogeologie.....	6
<b>4</b>	<b>Grundwasser .....</b>	<b>6</b>
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
<b>5</b>	<b>Kiesvorkommen.....</b>	<b>13</b>
5.1	Korngrößenverteilung resp. Kiesanteil .....	13
5.2	Abbaubare Kiesreserven über dem Grundwasser .....	13
	<b>Relevante Unterlagen.....</b>	<b>15</b>

## 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

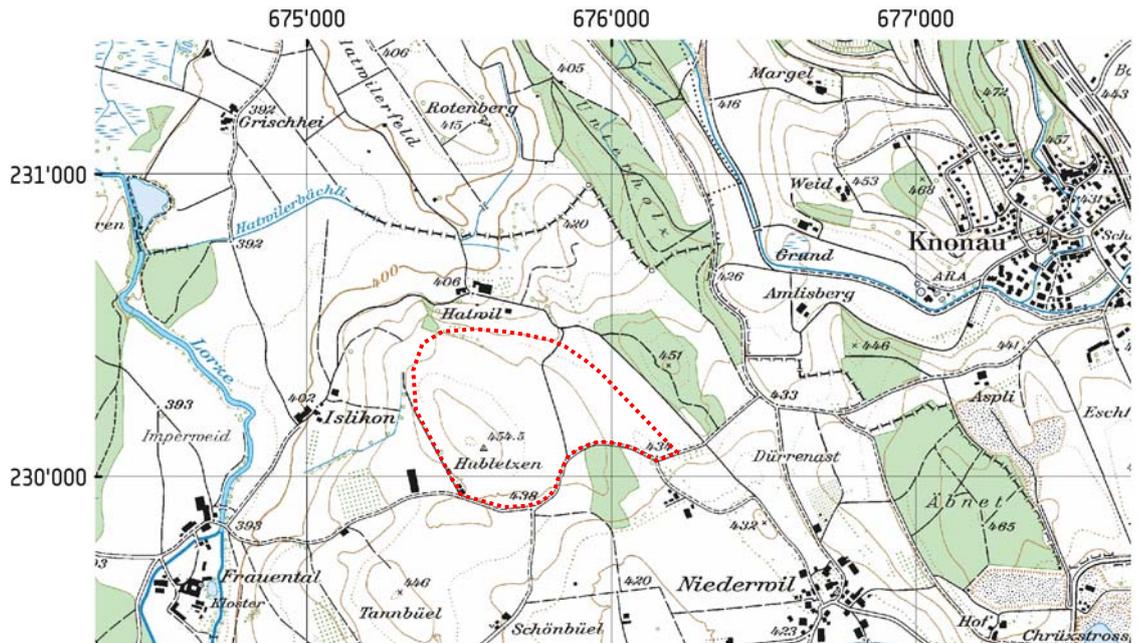


Abb. 1: Ausschnitt aus der LK 1:25'000, Blatt Nr. 1111 Albis, mit Perimeter des potentiellen Kiesabbaugebietes.

# 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 letzt-eiszeitlichen 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) .

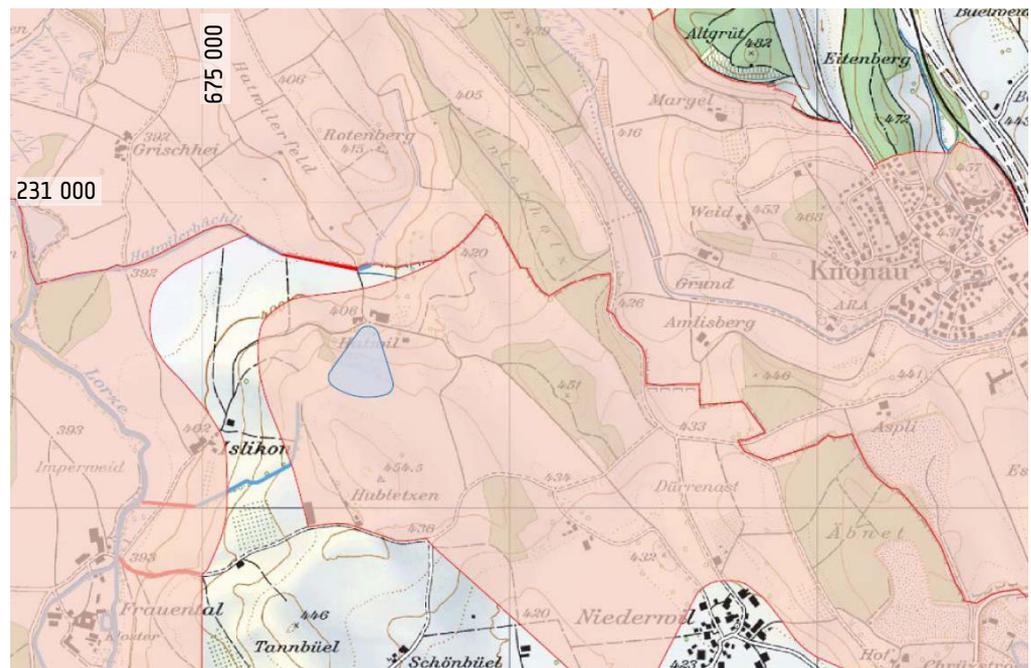


**Abb. 4:**  
Bohrung KB 3, Tiefe  
27.40 bis 28.00 m,  
mittelpleistozäne  
Seeablagerungen,  
Foto 1.5.2009.

### 3.2 Hydrogeologie

Das nutzbare Grundwasser zirkuliert in den 10 – 25 m mächtigen Vorstosserschottern, 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 A<sub>0</sub> 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 Niederschlagspitzen 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)	<sup>1</sup> Mittel- wasser- stand nach [1]	<sup>1</sup> 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.

<sup>1</sup> Dürften aus [8] resp. [12] sein.

## 4.5 Hydrochemie

Zur Beurteilung der Grundwasserqualität wurden die am 24.6.2009 entnommenen 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 <sup>2</sup>
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°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 Hausbrunnens<sup>2</sup> in Hatwil weisen beide eine Gesamthärte von ca. 36°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 GSchV<sup>3</sup> an Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist. Der erhöhte Chloridgehalt in den Wasserproben kann ebenfalls teil-

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

<sup>3</sup> Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 SR. 814.201; gemäss Anhang 2 NO<sub>3</sub>: 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 FIV<sup>4</sup> ist jedoch in keinem Fall gegeben.

Gemäss der Nomenklatur nach Jäckli 1970<sup>5</sup> entspricht das beprobte Grundwasser dem Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>-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 geringere 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).

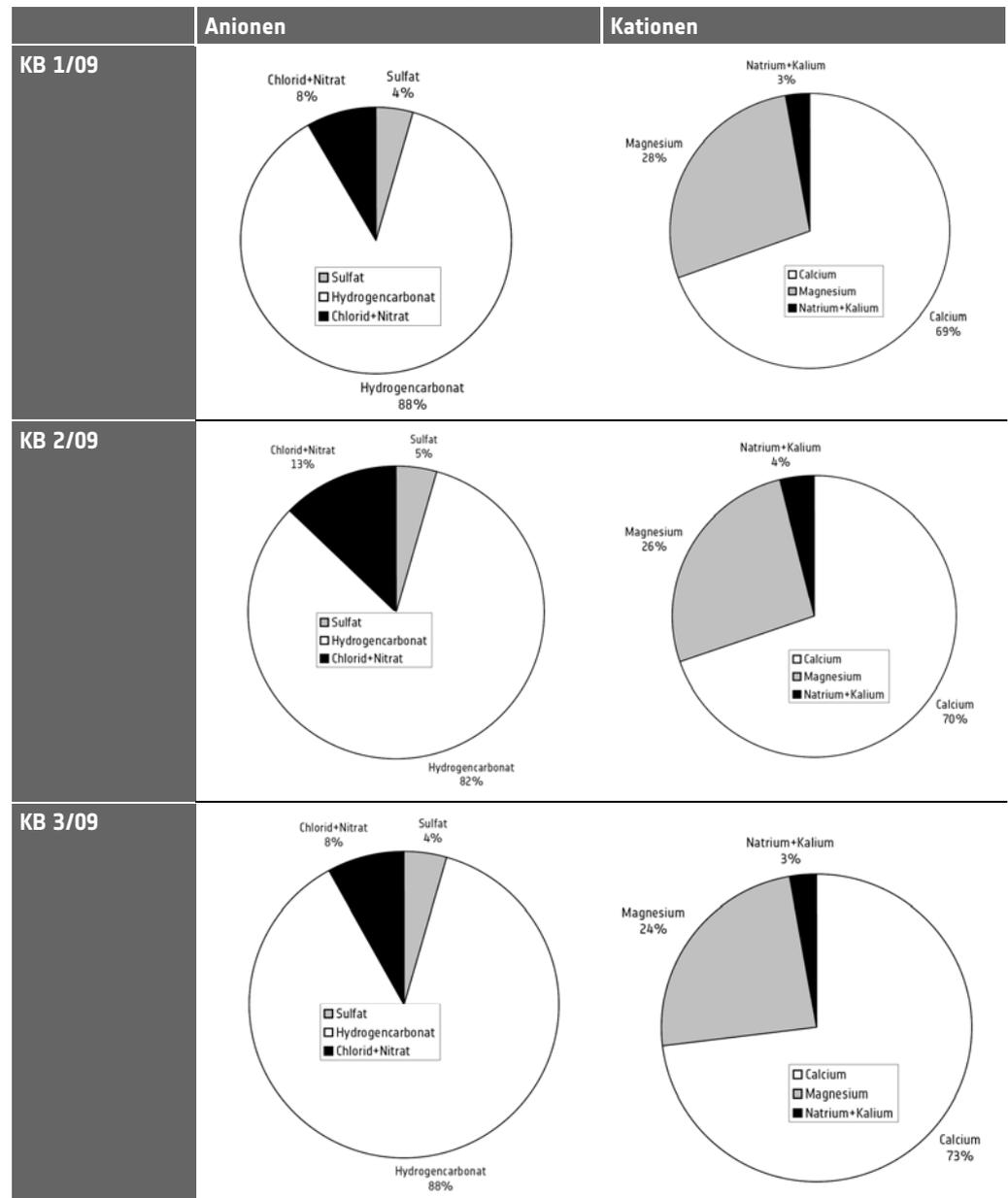
Die Zusammensetzung der Hauptionen des Grundwassers hat sich über die letzten 35 Jahre kaum geändert (vgl. [8]). Jedoch hat die anthropogene Beeinflussung – ersichtlich an den gestiegenen Nitrat- und Chloridgehalten – zugenommen.

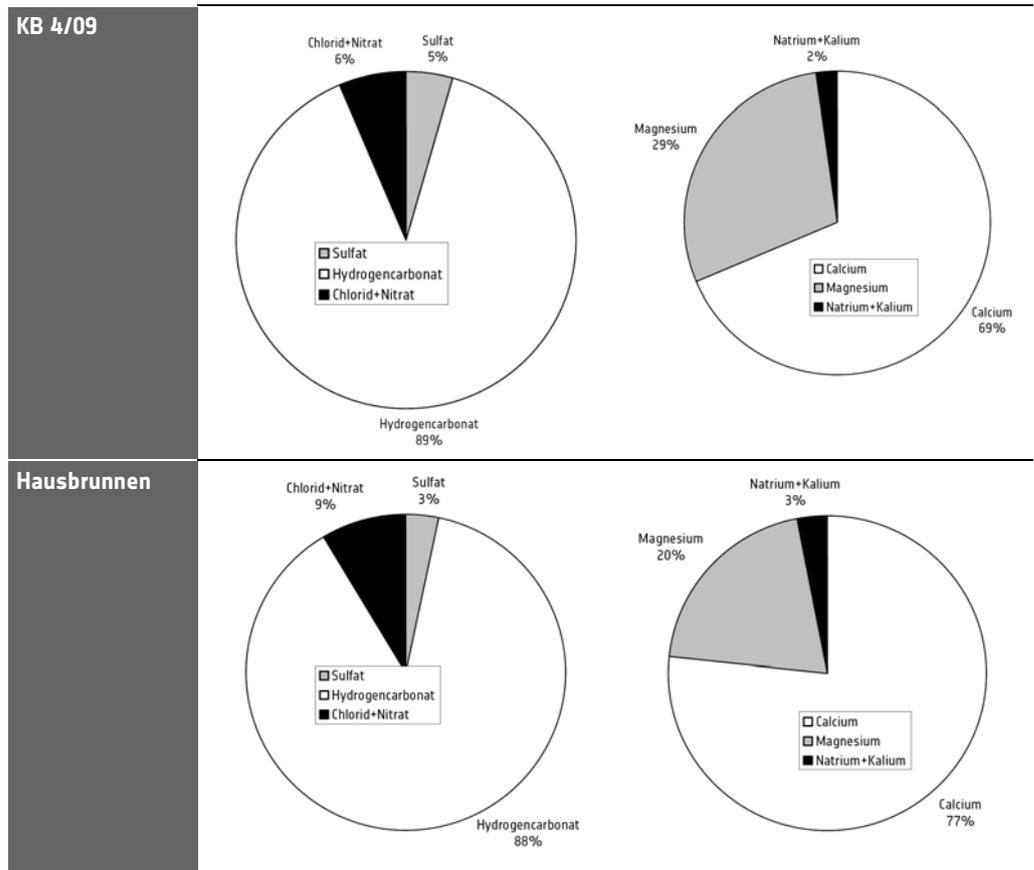
---

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

<sup>5</sup> 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 HADES<sup>6</sup> 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/m<sup>2</sup>** 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 m<sup>2</sup>), würde dies ca. 755 l/min entsprechen.

Die Fläche des im Richtplan eingetragenen Perimeters umfasst ca. 330'000 m<sup>2</sup>, 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 m<sup>3</sup>. Die mittlere Verweilzeit t kann über  $t=V/Q$  abgeschätzt werden; sie beträgt rund **t = 3 – 4 Jahre<sup>7</sup>**.

<sup>6</sup> Hydrologischer Atlas der Schweiz

<sup>7</sup> 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).

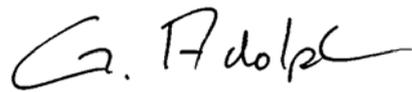
Abbaubare Kiesmächtigkeit	Fläche [m²]	Volumen [m³] (gesamt)
0 – 5 m (Ø 2.5 m)	132'000	330'000
5 – 10 m (Ø 7.5 m)	108'000	810'000
> 10 m (Ø 11 m)	49'000	539'000
<b>Summe</b>	<b>289'000</b>	<b>1'679'000</b>

**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.

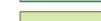
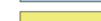
Andernfalls lehnen wir gegenüber dem Auftraggeber jede Haftung für dadurch entstandene Schäden ab. Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, so wird die Haftung für direkte oder indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse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

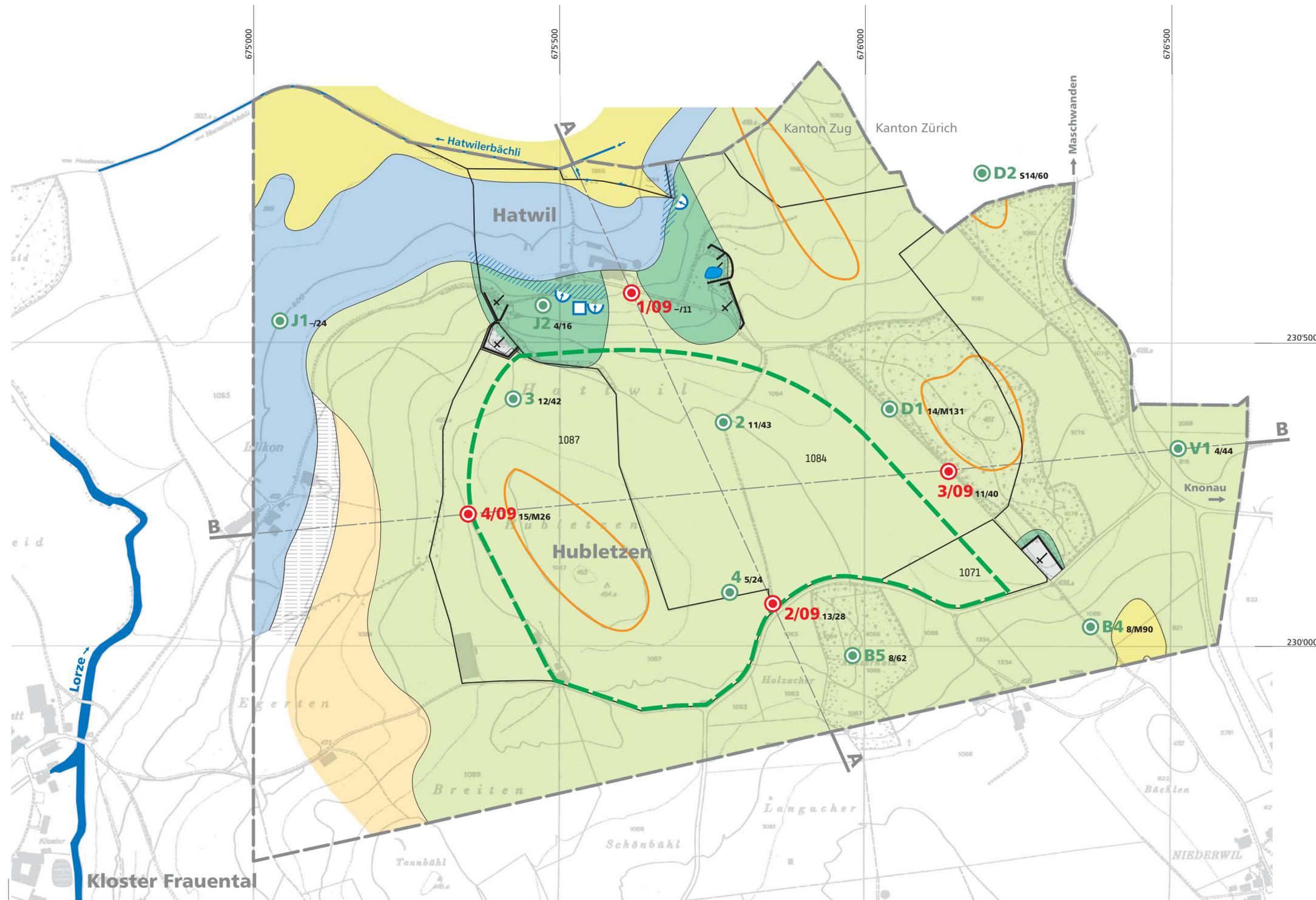
## Relevante Unterlagen

- [1] Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (2010): [www.gis.zh.ch](http://www.gis.zh.ch) – Grundwasserkarte (Mittelwasserstand).
- [2] Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (2010): [www.gis.zh.ch](http://www.gis.zh.ch) – Grundwasserkarte (Hochwasserstand).
- [3] Amt für Umweltschutz (2000): Grundwasserkarte 1:25'000.
- [4] Amt für Umweltschutz (2010): [www.zugmap.ch](http://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 Amtes für Umweltschutz Zug.

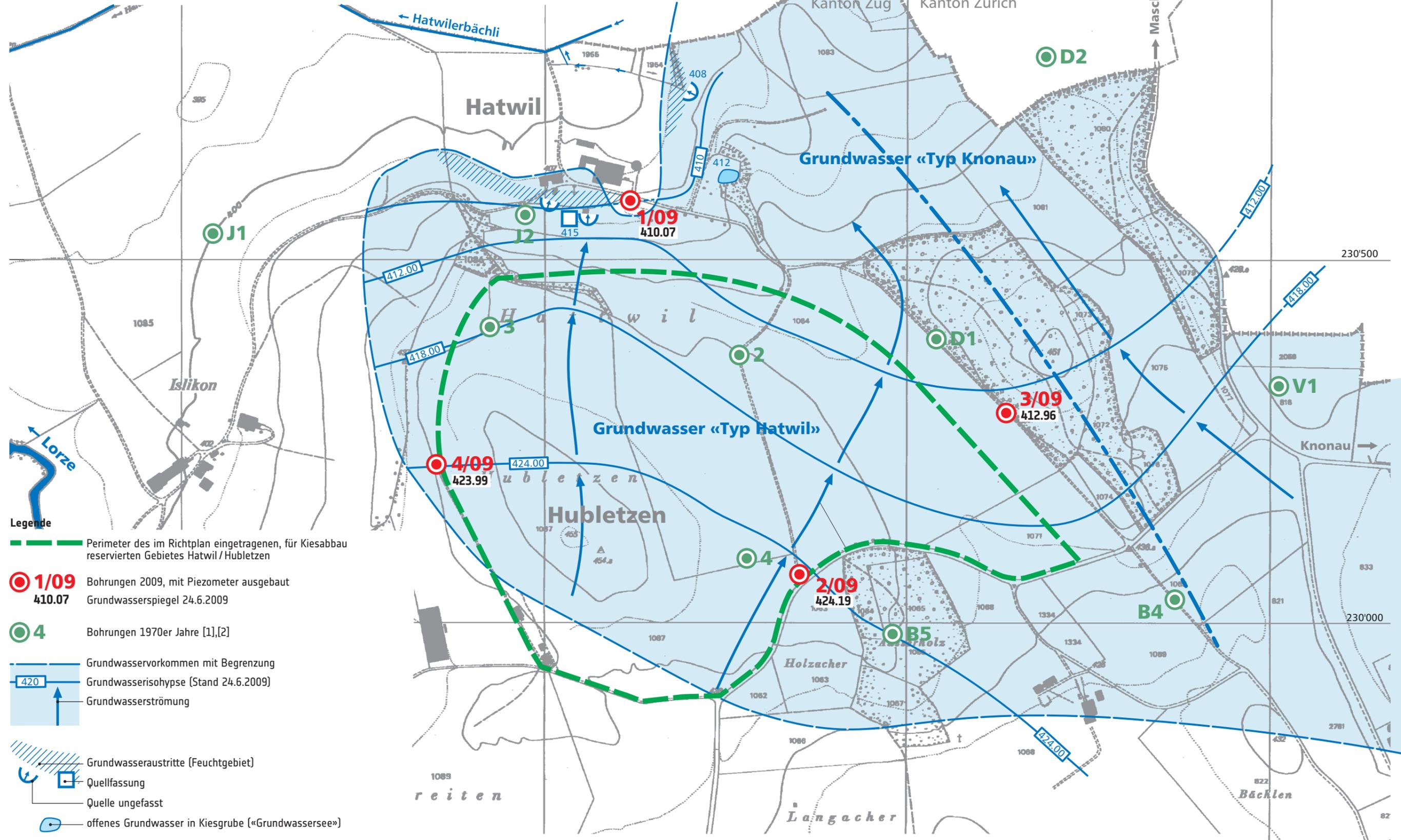
### Geologische Karte / Situation 1:5000

**Legende:**

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

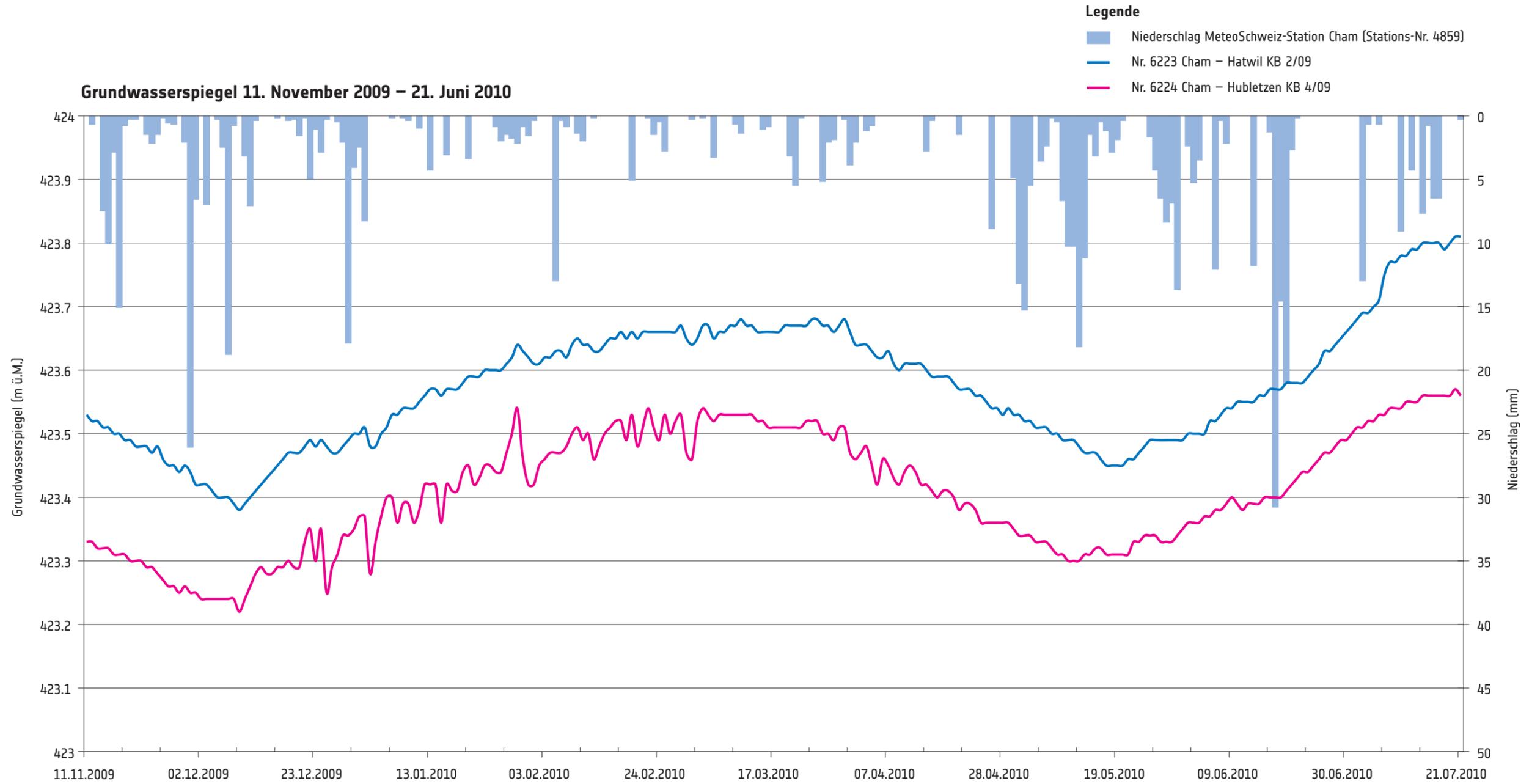


Grundwasserkarte 1:5000

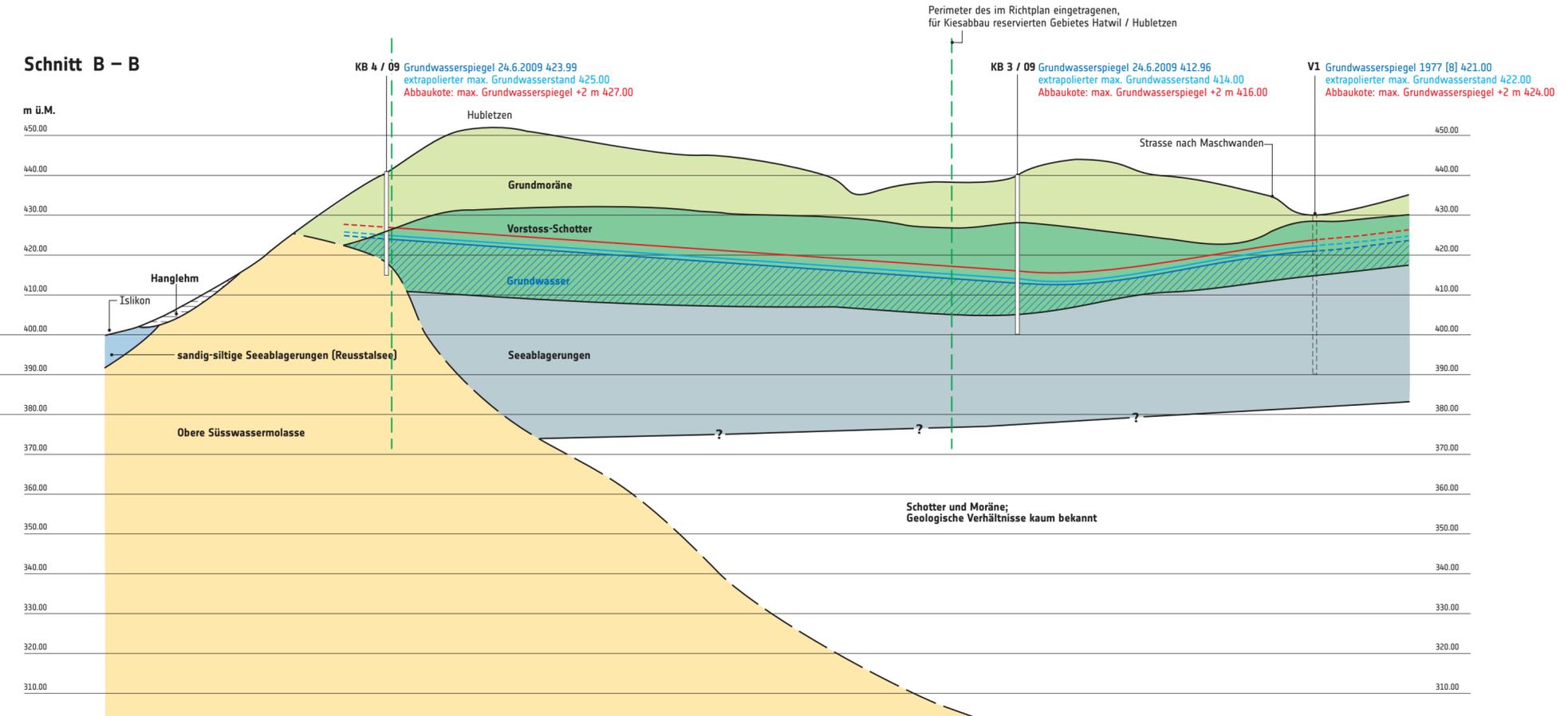
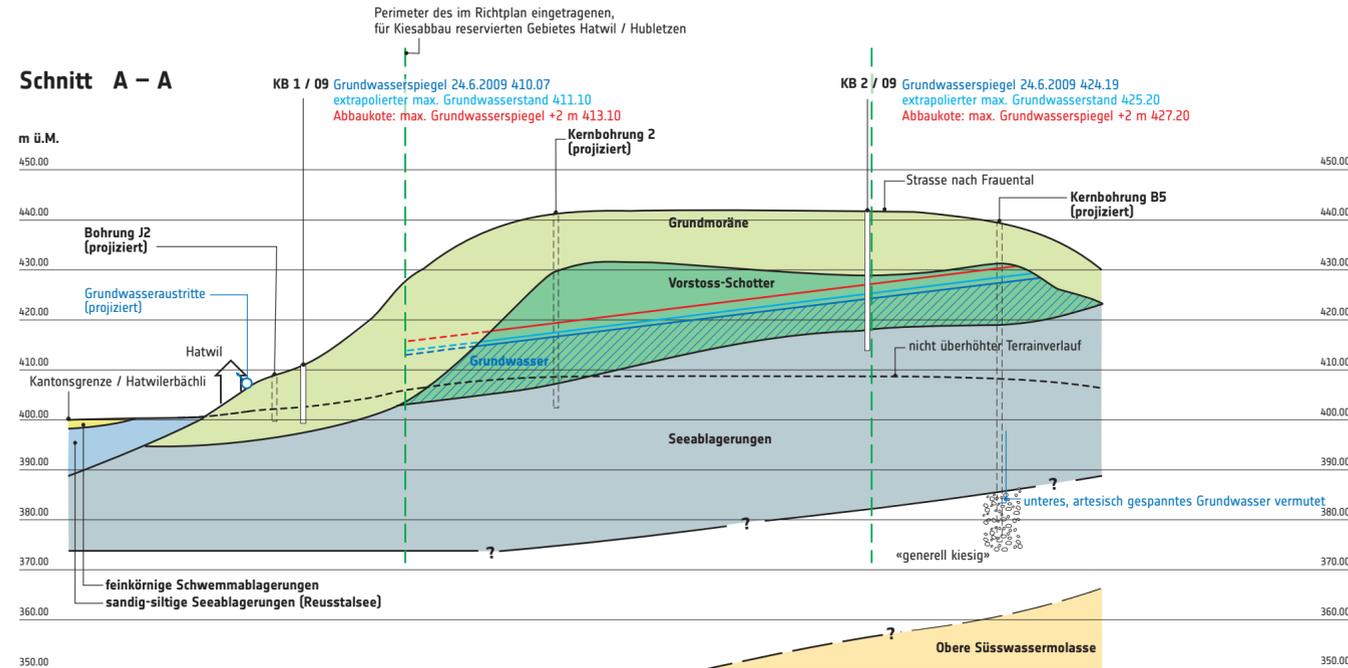


- Legende**
- - - Perimeter des im Richtplan eingetragenen, für Kiesabbau reservierten Gebietes Hatwil / Hubletzen
  - **1/09** Bohrungen 2009, mit Piezometer ausgebaut  
410.07 Grundwasserspiegel 24.6.2009
  - **4** Bohrungen 1970er Jahre [1],[2]
  - Grundwasservorkommen mit Begrenzung
  - 420 Grundwasserisohypse (Stand 24.6.2009)
  - ↑ Grundwasserströmung
  - / / / Grundwasseraustritte (Feuchtgebiet)
  - Quelfassung
  - Quelle ungefasst
  - offenes Grundwasser in Kiesgrube («Grundwassersee»)

### 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

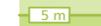
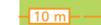
Legende:

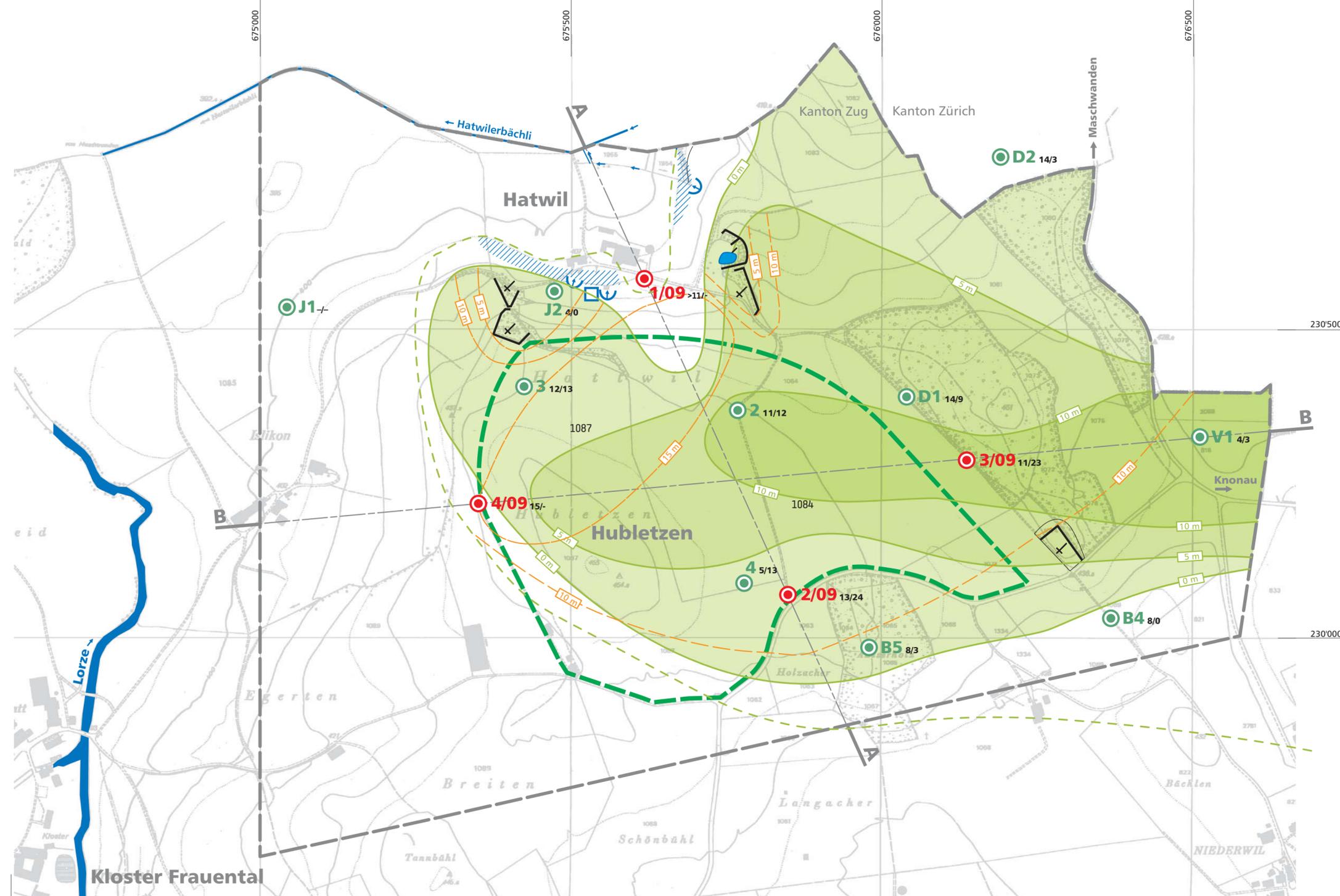
-  Kiesgrube: aufgefüllt
-  offenes Grundwasser in Kiesgrube («Grundwassersee»)

-  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

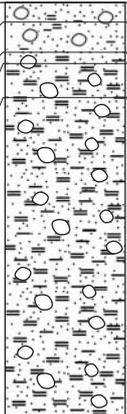
 Perimeter des im Richtplan eingetragenen, für Kiesabbau reservierten Gebietes Hatwil / Hubletzen

-  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

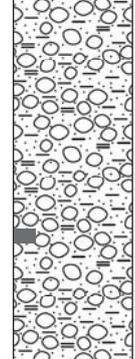
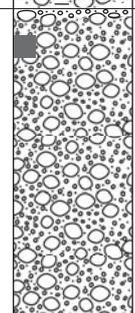
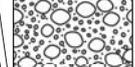
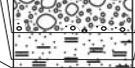
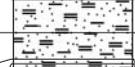
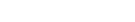
**Koordinaten:** 675'618.38 / 230'582.72  
**Höhenlage:** OKT 410.79 m ü.M. / OK Rohr 410.62 m ü.M.  
**Ausführung:** Kibag AG Bauunternehmung, 8038 Zürich  
**Geologische Aufnahme:** Thomas Gubler, dipl. Geologe ETH, 1.5.2009

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	Piezo PVC 4.5" 4 m voll 6 m Filter 1 m voll
2.50		Gelblicher 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 (q4m)	
		Gelblicher sandiger Silt mit wenig bis reichlich Kies und mit wenig Ton. Gerölle häufig poliert und gekritzelt. Bindig, hart gelagert.	CL		Filterkies
11.00					

**Bemerkungen:** Bohrloch anfänglich trocken, allmähliche Sickerwassereintritte.

# Bohrprofil KB2/09 1:200

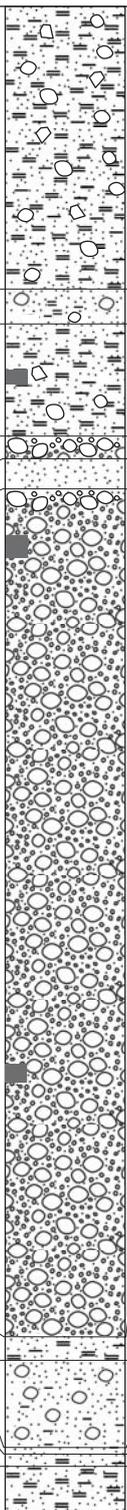
**Koordinaten:** 675'854.45 / 230'065.49  
**Höhenlage:** OKT 443.43 m ü.M. / OK Rohr 443.13 m ü.M.  
**Ausführung:** Kibag AG Bauunternehmung, 8038 Zürich  
**Geologische Aufnahme:** Thomas Gubler, dipl. Geologe ETH, 22.4.2009

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. 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.	CL GC	Letzteiszeitliche Grundmoräne (q <sub>4m</sub> ) Verschwemmte letzteiszeitliche Moräne	Piezo PVC 4.5" 21 m voll 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 <sub>4vs</sub> )	GWSP ab OKR -18.94 m (24.6.2009)
24.00		Gelbbrauner, laminiertes, feinsandiger Silt mit wenig Ton. Eingestreuter alpiner Kies bis 1 cm Ø (dropstones).	CL	Mittelpleistozäne Seeablagerungen (q <sub>slk</sub> )	
24.70		Gelblicher, laminiertes toniger Silt mit reichlich Sand. Vermutl. v.a. aufgearbeiteter Molassemergel (Bachschutt oder Schlammstrom aus Molasseeeinzugsgebiet).	CL		
24.90		Graubrauner toniger Silt mit hellen Sandlaminae. Vereinzelt dropstones bis 1 cm Ø.	CL	Schlammstrom	
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	SM	
26.60		Braungrauer laminiertes 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	CL	
26.90		Bräunlichgrauer, laminiertes toniger Silt mit siltigen Feinsand-Laminae, kompakt.	CL		
27.10		Grauer laminiertes siltiger Feinsand mit dünnen tonigen Silt-Laminae.	SM	CL	
27.70		Bräunlichgrauer, laminiertes 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.

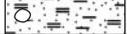
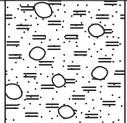
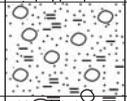
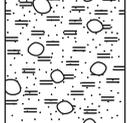
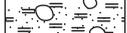
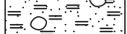
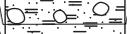
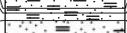
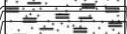
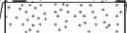
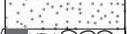
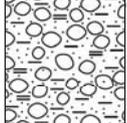
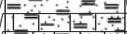
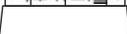
# Bohrprofil KB3/09 1:200

**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

Tiefe (m)	Profil	Geologische Beschreibung	USCS	Geologische Interpretation	Ausbau
		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 (q4m)	Compactonit Piezo PVC 4.5" 27 m voll 11 m Filter 2 m voll Filterkies
7.50					
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	Letzteiszeitliche Vorstössschotter (q4vs)	
12.80		Grauer Mittelsand mit reichlich bis viel Kies (20-40 %).	SW		
		Grauer sandiger Kies mit Steinen (ca. 60-80% Kies inkl. Steine).	GW		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p><b>Bemerkungen:</b> 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</p> </div>					
35.30		Gelblicher, laminiertes toniger Silt und feinsandiger Silt. 35.3-35.6 laminiertes 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	Mittelpleistozäne Seeablagerungen (q5LK)	GWSP ab OKR -26.70 m (24.6.2009)
35.90					
38.20		Grauer laminiertes Feinsand mit wenig Ton. 36.3-40.0 polierte und gekritzte dropstones, bei 36.0 Gerölllage (poliert, gekritz).	SC		
38.40		Grauer siltiger Feinsand.	SM		
38.70		Dunkelgrauer laminiertes siltiger Feinsand mit wenig Ton.	SC		
40.00		Dunkelgrauer laminiertes toniger Silt mit wenig Feinsand (1-2 mm dicke Laminae aus tonigem Silt aus feinsandigem Silt).	CL		

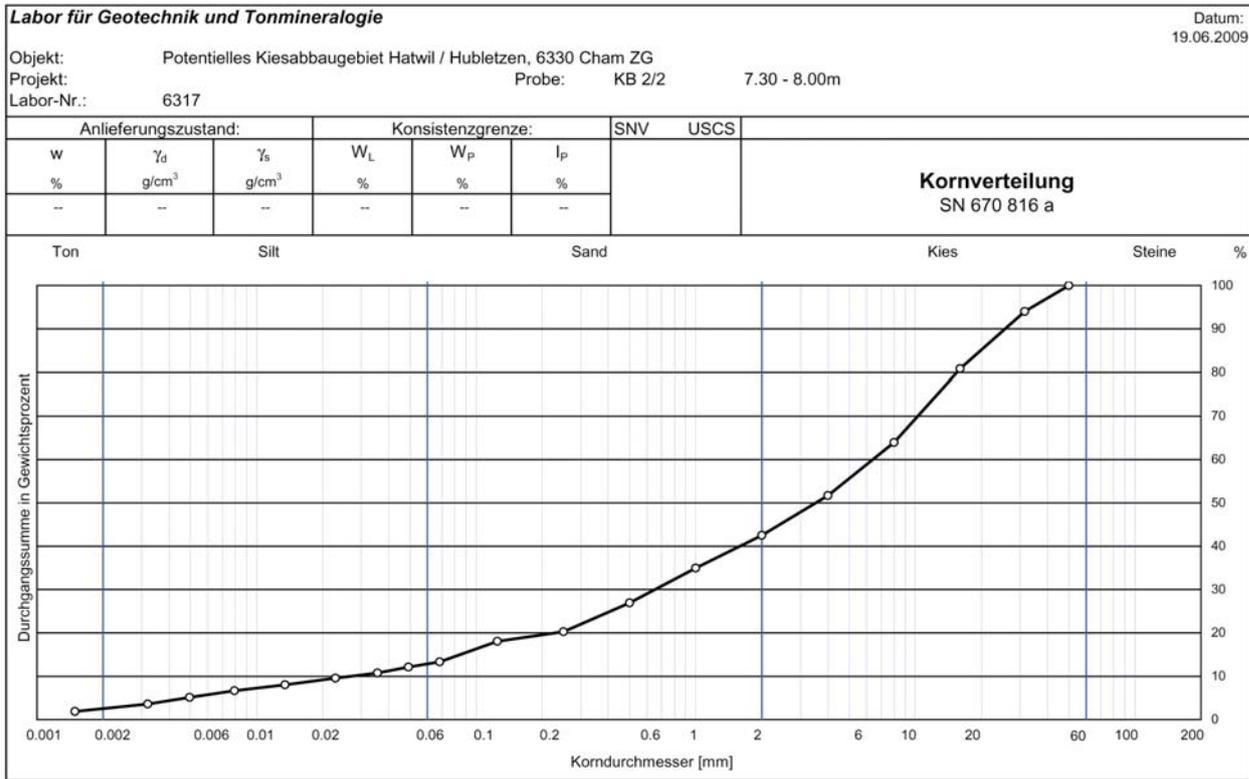
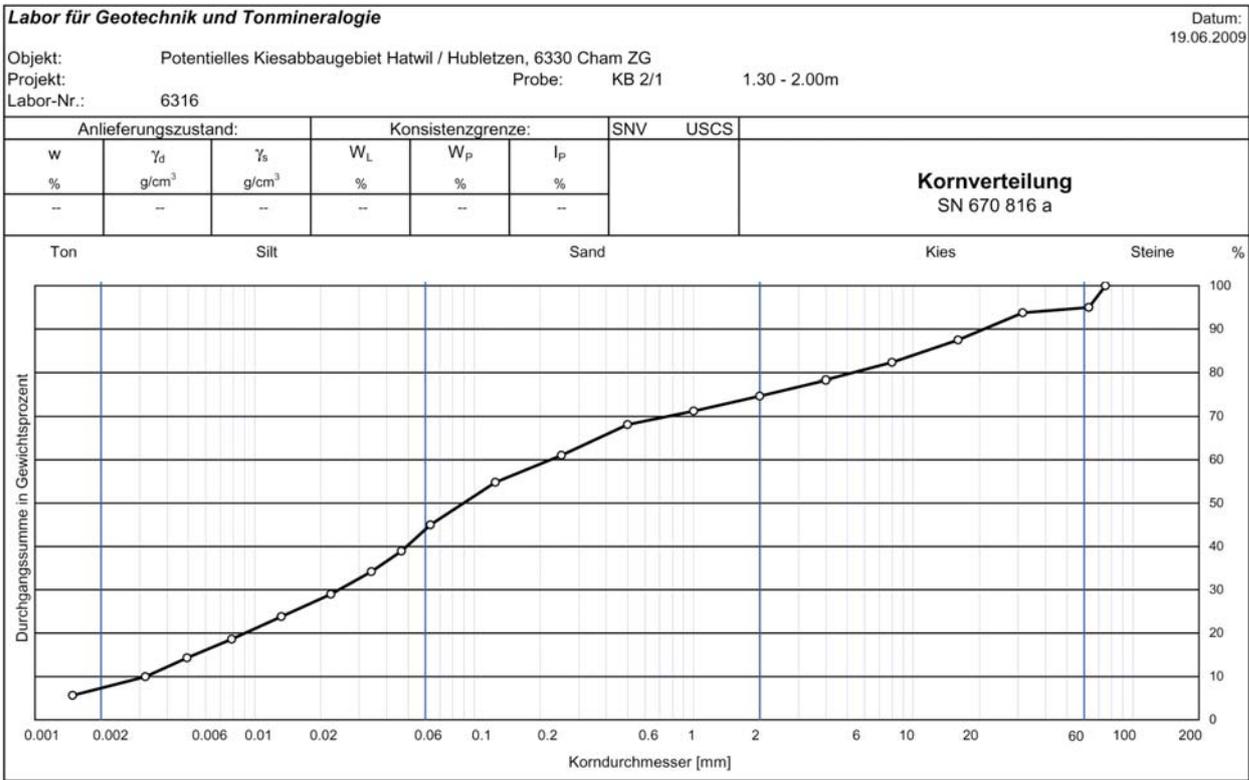
# Bohrprofil KB4/09 1:200

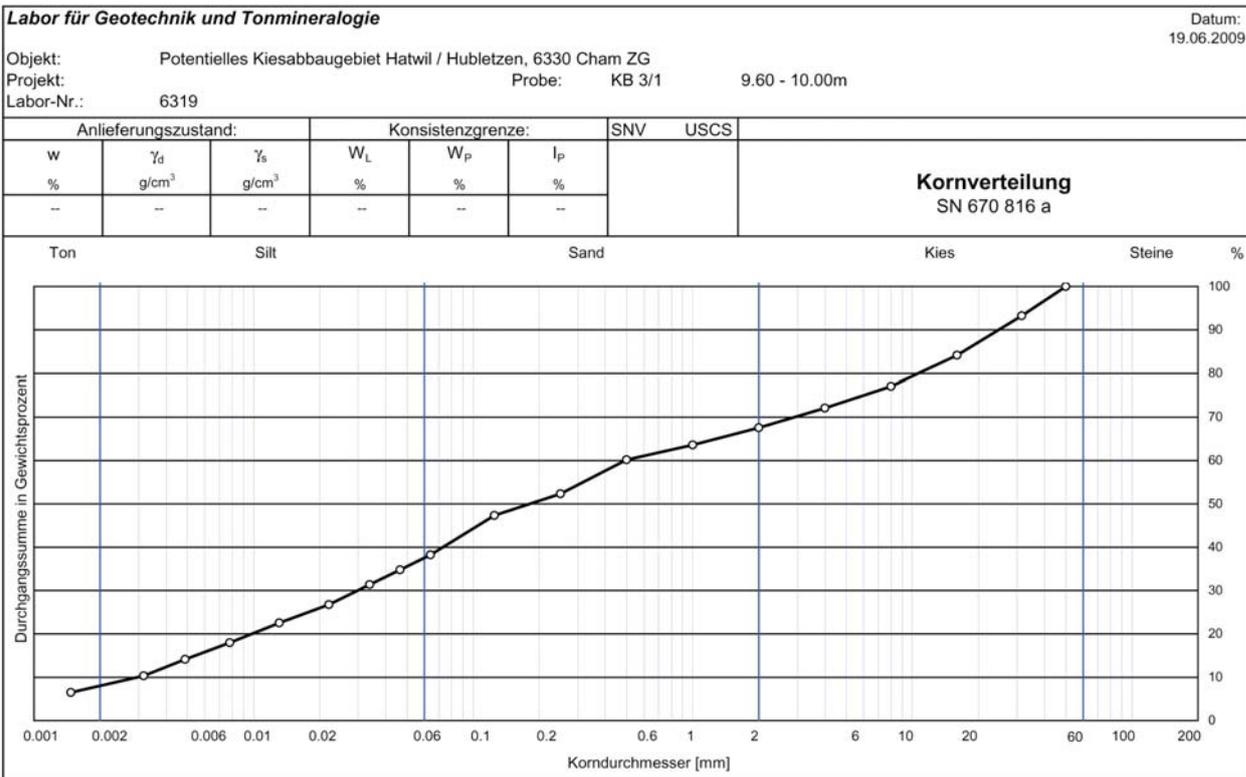
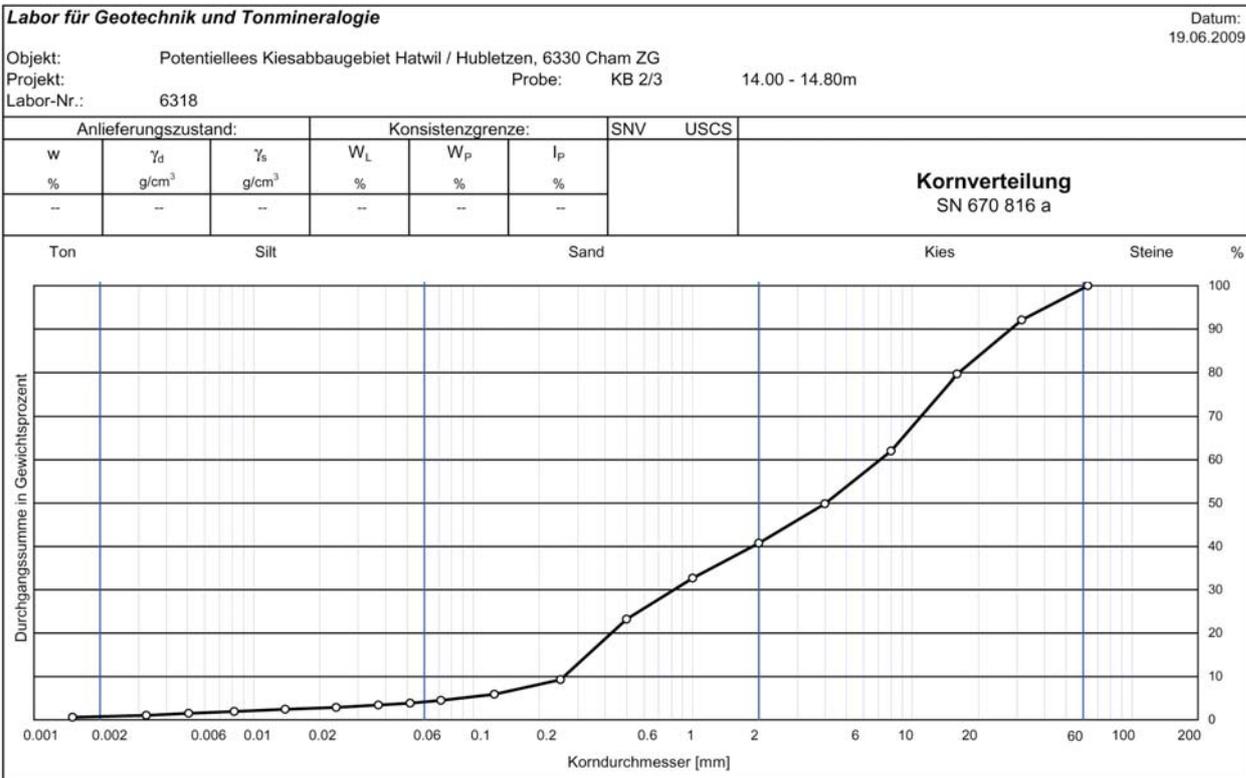
**Koordinaten:** 675'351.89 / 230'218.78  
**Höhenlage:** OKT 440.16 m ü.M. / OK Rohr 439.99 m ü.M.  
**Ausführung:** Kibag AG Bauunternehmung, 8038 Zürich  
**Geologische Aufnahme:** Thomas Gubler, dipl. Geologe ETH, 5.5.2009

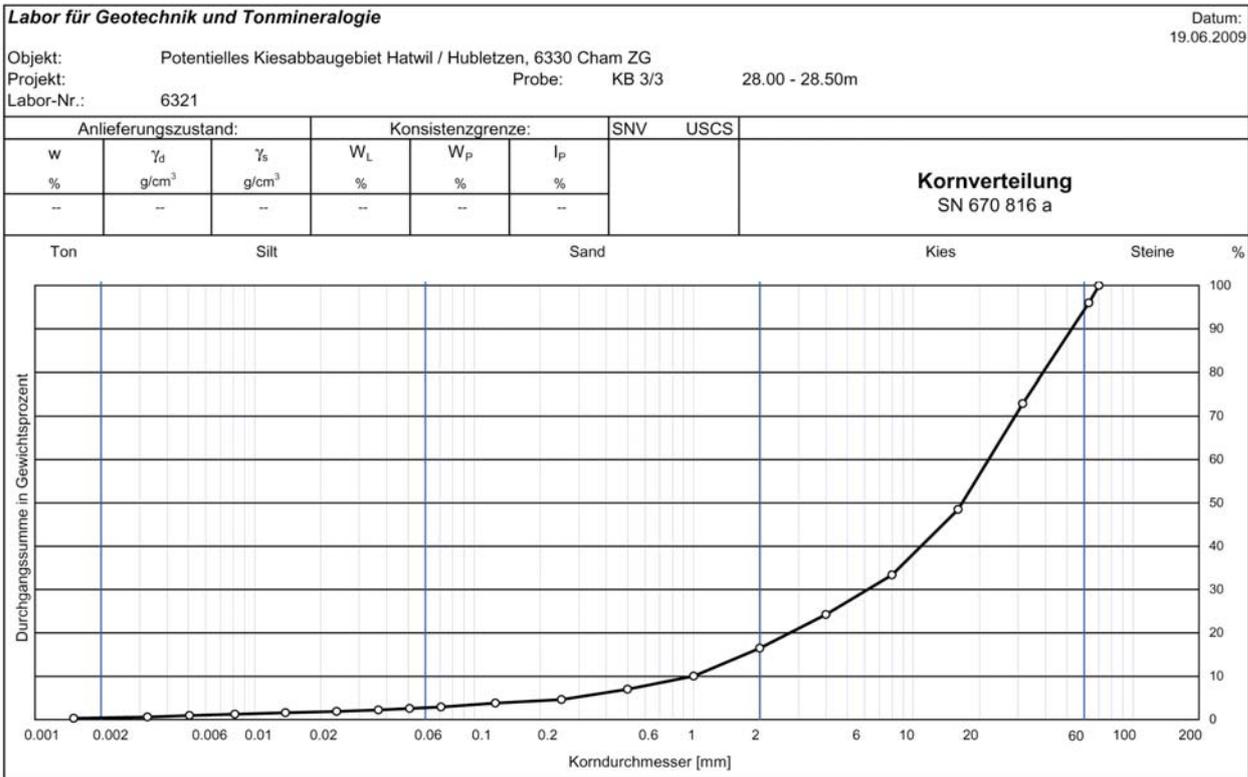
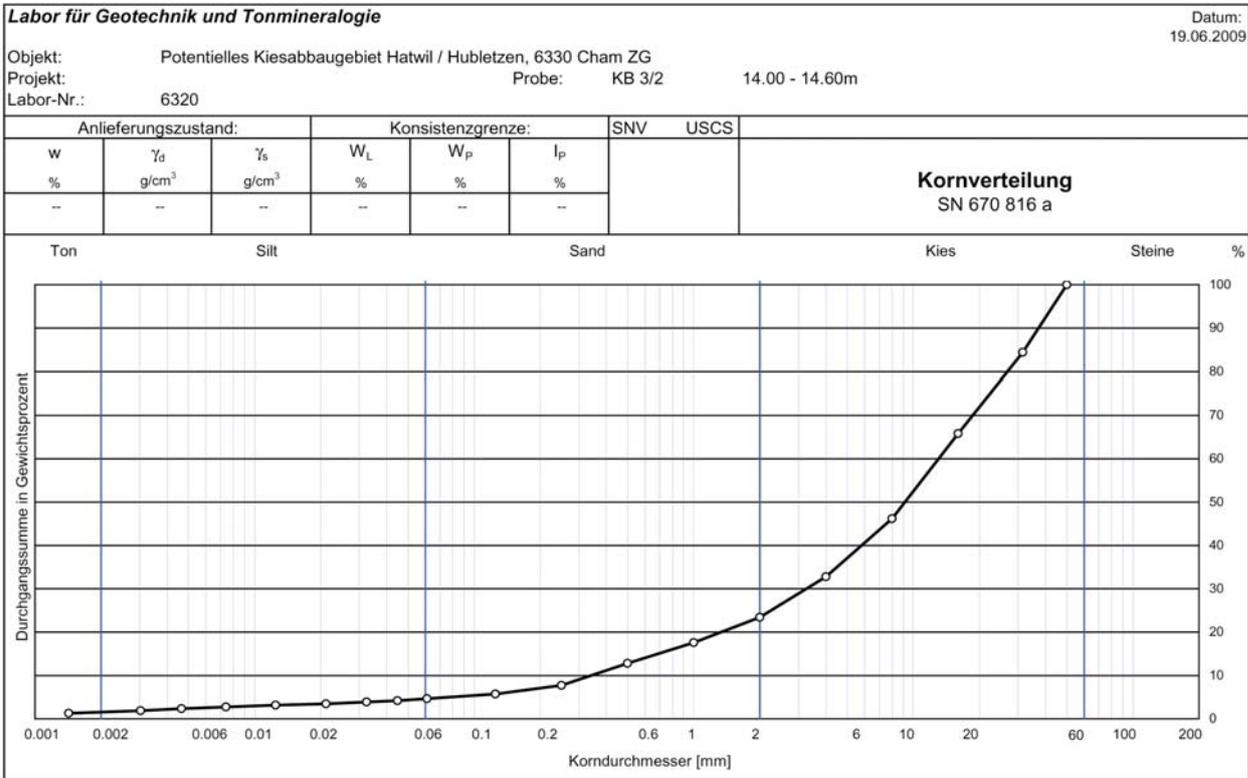
Tiefe (m)	Profil	Geologische Beschreibung	USCS	Geologische Interpretation	Ausbau
0.70		Grauer sandiger Kies., Ziegelstückchen.	-	Kieskoffer / Künstl. Aufschüttung	Compactonit
1.20		Brauner feinsandiger Silt mit wenig Ton.	-	Alter Unterboden	Piezo PVC 4.5" 15 m voll
2.70		Gelblich-beiger feinsandiger Silt mit wenig Ton und mit wenig Kies, bindig. Gerölle angewittert.	CL	Verwitterte Grundmoräne	
6.00		Gelblich-beiger feinsandiger Silt mit 20-40 % Kies. Viel aufgearbeitetes Molassematerial.	ML		Letzteiszeitliche Grundmoräne (q4m)
8.50		Gelblich-beiger siltiger Feinsand bis feinsandiger Silt mit wenig Kies (<10%) und vereinzelt Steinen. Häufig aufgearbeiteter Molassemergel und -sandstein.	SM	ML	
14.30		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		SM
14.80		Gelblicher-brauner siltiger Feinsand, matrixgestützt mit ca. 70 % Kies.	SM	ML	
14.90		Feinsandiger Silt, feingeschichtet mit rostbraunen Verfärbungen	ML		CL
15.10		Braungrauer sandiger Silt mit wenig Ton (Matrix) und mit ca. 40 % Kies.	CL	SM/ML	
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		CL
15.70		Gelb-bräunlichgrauer toniger Silt.	CL	CL	
16.00		Bräunlich-grauer toniger Silt mit wenig Sand und 30-40 % Kies. Gerölle leicht angewittert	CL		GC
16.40		Dunkelgrauer sandiger Kies mit wenigen Steinen.	GC	SW	
18.00		Schwärzlich-grauer Mittelsand, in den oberen 40 cm mit wenig Kies $\varnothing < 4\text{ cm}</math>.$	SW		GC
22.80		Dunkelgrauer sandiger Kies mit Steinen (60-80 % Kies).	GC	CL	
22.90		Gelb-bräunlicher laminiertes toniger Silt mit Feinsand. Bräunliche Flecken (Verwitterung oder organische Reste?, Hochflutablagerung).	CL		SM
23.10		Hellgrauer siltiger Feinsand mit wenig Ton (aufgearbeitete Molasse) und 20-40 % eingearbeitetem Kies.	SM	CL	
23.50		Gelblicher feinsandiger Siltstein (verschleppter Molassefels)	ML		CL
24.00		Gelb, graugefleckter toniger Siltstein	CL	SM	
24.10		Braungrauer siltiger Feinsandstein (Paläoboden)	SM		CL
24.40		Gelb, graugefleckter toniger Siltstein. Verwittert, aufgelockert	CL	CL	
25.00		Olivegrauer, gelbgefleckter toniger Siltstein mit wenig Feinsand	CL		SP
26.00		Grauer, gelbgefleckter Feinsandstein (Hörnli-Schüttung)	SP		

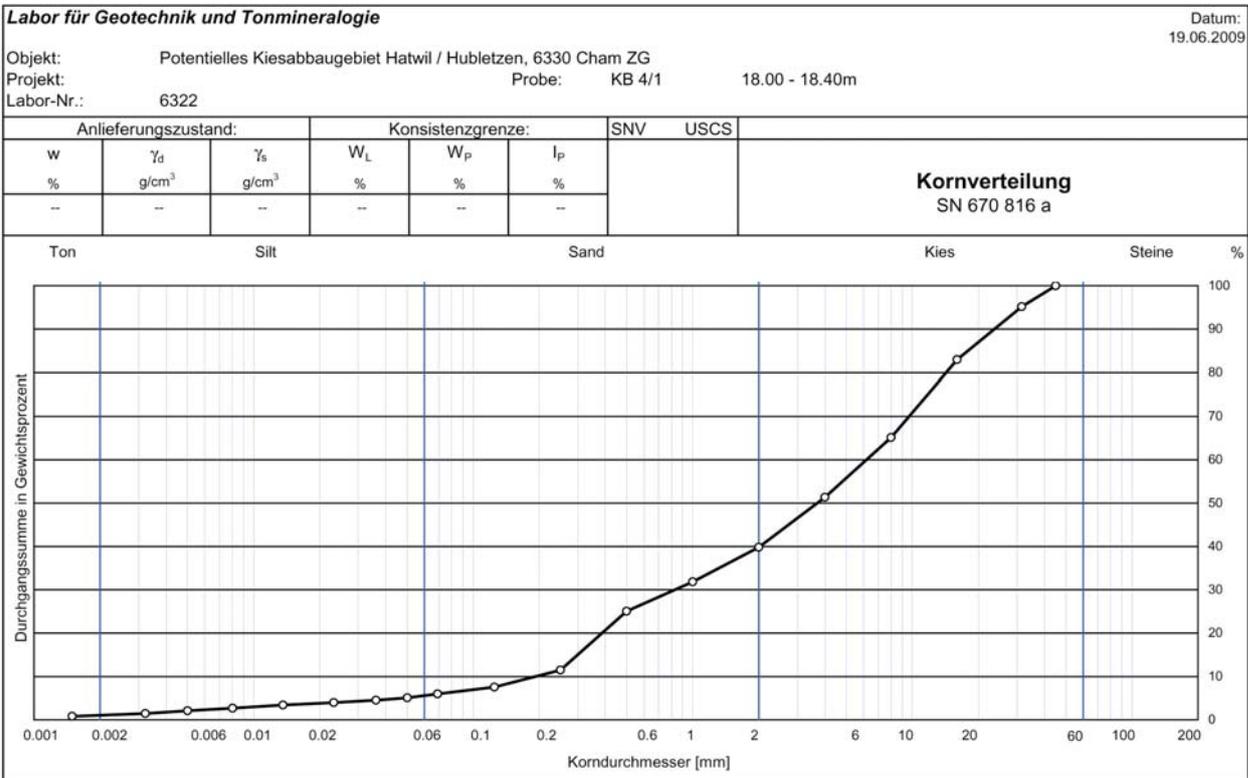
**Bemerkungen:** Wasser beim Bohren 16 m ab OKT.  
 ■ Probe für Kornverteilung: 18.0-18.4 m.

# Kornverteilungskurven









## 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		
<b>Feldparameter/</b>								
<b>Allgemeine Parameter</b>								
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		
<b>Kationen, Anionen</b>								
Calcium Ca	mg/l	120	122	109	118	116	0.1	5
Magnesium Mg	mg/l	29.0	27.8	21.9	30.4	18.7	0.1	5
Kalium K	mg/l	1.7	2.1	1.2	1.4	1.1	0.1	5
Natrium Na	mg/l	4.7	6.8	4.2	3.7	4.5	0.1	5
Silicium Si	mg/l	4.6	4.3	3.9	4.3	3.7	0.1	5
Hydrogencarbonat HCO <sub>3</sub>	mg/l	461	435	395	472	402	0.1	5
Chlorid Cl	mg/l	13.6	20.7	9.7	7.1	9.7	0.1	5
Sulfat SO <sub>4</sub>	mg/l	18.2	18.7	15.9	18.9	11.7	1	5
Nitrat NO <sub>3</sub>	mg/l	20.8	31.7	19.7	22.3	22.8	0.1	5

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: K13 2/09 Rohrdurchmesser: 4.5"  
 Ort: Hafm.1-Knochen Rohrmaterial: PVC

### Daten der Probenahme

Probennehmer: I. Blum-athel Witterung: bewölkt  
 Entnahmedatum: 24.6.09

### Messungen vor Probenahme

Wasserspiegel ab OK-Rohr: 17.94m Pumpentyp: Grundfos 1YP1  
 Einbautiefe Pumpe ab OK-Rohr: 25.00m

### Messungen während Probenahme: *maximale Motorleistung*

Zeit	Wasserstand	Q l/min	Menge tot.	Temp.	Leitf.	O2	pH	Bemerkungen (Geruch, Farbe)
M 10	18.94	2	1	16.4	664	8.7	6.5	neutral leicht trüb
M 15	18.94	2	10	15.2	780	10.2	6.6	" " "
M 20	18.94	2	20	14.2	778	10.4	6.6	" " "
M 25	18.94	2	30	14.2	778	10.3	6.6	" " "
M 30	18.94	2	40	14.5	781	10.4	6.6	" " "
M 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: KB 3/09 Rohrdurchmesser: 4.5"  
 Ort: Hatwil - Knonau Rohrmaterial: PVC

### Daten der Probenahme

Probenehmer: I. Blumenthal Witterung: bedeckt  
 Entnahmedatum: 24.6.09

### Messungen vor Probenahme

Wasserspiegel ab OK-Rohr: 26.70 m Pumpentyp: Grundfos 14P1  
 Einbautiefe Pumpe ab OK-Rohr: 30.00

### 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: Hatwil 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

Probennehmer: I. Blumenthal  
Entnahmedatum: 24.6.09

Witterung: benötigt

### Messungen vor Probenahme

Wasserspiegel ab OK-Rohr: 16.00 m  
Einbautiefe Pumpe ab OK-Rohr: 19.00 m

Pumpentyp: Grundfos MP1

### Messungen während Probenahme: *Maximale Motorleistung*

Zeit	Wasserstand	Q l/min	Menge tot	Temp.	Leitf.	O2	pH	Bemerkungen (Geruch, Farbe)
12:10	16.0	2	1	16.2	760	7.8	6.5	neutral leicht trüb
12:15	16.0	2	10	15.1	760	7.0	6.5	" " "
12:20	16.0	2	20	14.9	758	7.2	6.6	" " "
12:25	16.0	2	30	14.7	760	7.0	6.55	" " "
12:30	16.0	2	40	14.8	760	6.9	6.6	" " "
12:35	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	MAGMA		
Vertreten durch	Hr. Gustav Adolph		
Probenahmeort	Hausbrunn - Hr. Hausmann Heidem. Knaack		
Datum	24.6.05	Beginn	13:45
Proben erhoben durch	J. Blum auf Kauf		
Bemerkungen			

Behälter	Volumen [ml]	Konservierung der Proben
<input type="checkbox"/> Kunststoff		<input type="checkbox"/> keine
<input type="checkbox"/> Glas		<input type="checkbox"/> gekühlt
<input type="checkbox"/> Glas mit Schliffstopfen		<input type="checkbox"/> tiefgekühlt
<input type="checkbox"/> sterile Glasflaschen		<input type="checkbox"/> angesäuert mit HNO <sub>3</sub>
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

Probe 1	
Bezeichnung	
Entnahmestelle	Hausbrunn
Zeit	13:45
Schüttung	/ l/s
Geruch	neutral
Färbung	farblos
Trübung	klar
Wassertemperatur	11,3 °C
pH-Wert	6,9
Leitfähigkeit 25 °C	668 µS/cm
Sauerstoff	8,4 mg/l
Redox	mV
Bemerkungen	

Probe 2	
Bezeichnung	
Entnahmestelle	
Zeit	
Schüttung	/ l/s
Geruch	
Färbung	
Trübung	
Wassertemperatur	°C
pH-Wert	
Leitfähigkeit 25 °C	µS/cm
Sauerstoff	mg/l
Redox	mV
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