

Potentielles Kiesabbaugebiet Hatwil / Hubletzen, 6330 Cham ZG

Ergänzende hydrogeologische Erkundung



Baudirektion des Kantons Zug | 6300 Zug

Auftragsnummer: 11 150

Datum: 24.08.2011 [110824 Ergänzung.doc]

Inhalt

1	Ausgangslage.....	2
1.1	Auftrag.....	3
1.2	Zielsetzung / Aufgabenstellung	3
2	Ausgeführte Arbeiten	4
3	Geologisches und hydrogeologisches Umfeld.....	4
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.....	11
5	Kiesvorkommen.....	12
5.1	Korngrößenverteilung resp. Kiesanteil	12
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, KB 4/09, KB 5/11 und KB 6/11
- Beilage 4: Grundwasserchemie (Kreisdiagramme)
- Beilage 5: Geologische Schnitte A – A, B – B, C – C und D – D 1:5000 / 1000
- Beilage 6: Plan 1:5000 mit abbaubaren Kiesmächtigkeiten
- Beilage 7: Bohrprofile 1:200
- Beilage 8: Kornverteilungskurven
- Beilage 9: Laborbericht Grundwasserchemie
- Beilage 10: Fotodokumentation

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

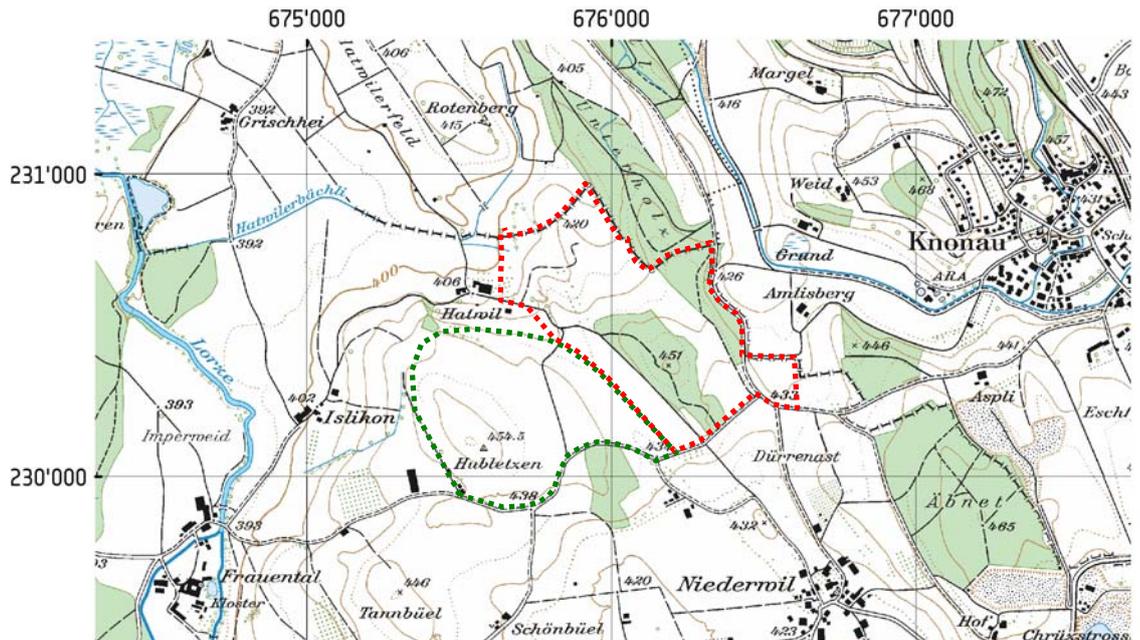


Abb. 1: Ausschnitt aus der LK 1:25'000, Blatt Nr. 1111 Albis und Blatt Nr. 1131 Zug, mit dem Untersuchungsperimeter (grün: im Richtplan als für den Kiesabbau reservierter Bereich eingetragener Perimeter; rot: erweiterter Untersuchungsperimeter des vorliegenden Auftrages).

1 Ausgangslage

Das nördlich von Cham gelegene Gebiet Hatwil – Hubletzen ist im kantonalen Richtplan als für den Kiesabbau reservierter Perimeter (sog. „Zwischenergebnis“) eingetragen (vgl. Abb. 1 grüner Bereich und [10]). Die Entscheidung des Kantonsrats über eine definitive Aufnahme des Gebietes in den Richtplan steht noch aus. Für dieses Gebiet wurden die hydrogeologische Grundlagen durch unser Büro bereits in den Berichten [11] und [12] erarbeitet.

Welche abbaubaren Kiesvorräte im Gebiet vorhanden sind, das östlich an den im Richtplan eingetragenen Perimeter angrenzt (Abb. 1 und Beilage 1), sollte in einer ergänzenden Untersuchung – u.a. mittels zweier Kernbohrungen – abgeklärt werden. Die Ergebnisse sind im vorliegenden Bericht zusammengefasst.

1.1 Auftrag

Die magma AG wurde auf Grund der Offerte vom 13.12.2010 vom Amt für Umweltschutz am 31.1.2011 beauftragt, die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse und insbesondere die dort vorhandenen Kiesvorräte für das Gebiet, welches östlich des im Richtplan eingetragenen Perimeters liegt, abzuklären (Abb. 1).

1.2 Zielsetzung / Aufgabenstellung

Die genaue Kenntnis der hydrogeologischen Verhältnisse und der vorhandenen Kiesvorräte ist Voraussetzung für die Beurteilung eines allfälligen späteren Kiesabbaus. Mit zwei weiteren Bohrungen sollten, ergänzend zum Bericht [12], auch für das in Abb. 1 rot dargestellte Gebiet¹ vertiefte Abklärungen zu den Mächtigkeiten der Deckschichten und der abbaubaren Kiesschichten vorgenommen werden. Mit diesen zusätzlichen neuen, 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.

¹ Im weiteren Berichtsverlauf als Perimeter Ost bezeichnet.

2 Ausgeführte Arbeiten

- Insgesamt wurden durch die Firma Stump Foratec AG, 8332 Russikon ZH, in der Zeit vom 18.2.2011 bis 4.3.2011 zwei Bohrungen (KB 5/11 und KB 6/11 in Beilage 1) bis in eine Tiefe von 35 m durchgeführt und mit Piezometerrohren ausgebaut. Die geologische Aufnahme der Bohrprofile erfolgte durch die magma AG (Beilage 7).

Tab. 1: Eckwerte der beiden neuen 2011 durchgeführten Bohrungen.

	X-Koordinate	Y-Koordinate	Höhe [m ü.M.]		Maximale Bohrtiefe [m]	Verfilterung in einer Tiefe von – bis ab OKR	Abstich vor Pumpversuch ab OKT [m]	Bemerkung
			OKT ²	OKR ³				
KB 5/11	676'034.70	230'533.97	435.90	436.90	35.00	24.0 – 31.0	23.32	Pumpversuch mit 118 l/min durchgeführt
KB 6/11	676'355.21	230'465.81	440.54	441.44	35.00	29.0 – 33.0	26.93	Pumpversuch mit zwei Pumpraten (18 und 24 l/min) durchgeführt

- Nachdem die Piezometerrohre eingebaut worden waren, wurden Kurzpumpversuche zur Ermittlung der hydraulischen Durchlässigkeit durchgeführt (Abschnitt 4.2).
- Lockergesteinsproben aus dem Moränen- und aus dem Schottermaterial der beiden Bohrungen wurden im Labor für Geotechnik und Tonmineralogie, 5745 Safenwil AG, mittels Siebanalysen untersucht (Abschnitt 5.1 und Beilage 8).
- Am 1.6.2011 wurden durch das Labor Veritas, 8002 Zürich, vier Grundwasserproben (KB 2/09, KB 4/09, KB 5/11 und KB 6/11, vgl. Beilage 1) entnommen und anschliessend analysiert (Abschnitt 4.5 und Beilage 9).
- Am 23.5., 9.6. und 28.6.2011 wurden die Grundwasserstände der Messstellen KB 5/11 und KB 6/11 durch das AfU gemessen (Abschnitt 4.3).

3 Geologisches und hydrogeologisches Umfeld

Die geologischen Verhältnisse im Untersuchungsperimeter können auf Grund der Arbeiten aus den 1970er Jahren [7], den 2009 aufgenommenen Bohrprofilen [12] und den beiden neuen in 2011 durchgeführten Sondierungen gut abgeleitet werden. Die Eckdaten der in 2011 durchgeführten Bohrungen sind in der Tab. 1 beschrieben und die daraus abgeleiteten geologischen Verhältnisse in den Beilagen 1, 5, 6 und 7 dargestellt.

Der generelle geologische Aufbau im neuen, östlichen Teil des Untersuchungsperimeters lässt sich wie folgt beschreiben:

² Oberkante Terrain (OKT).

³ Oberkante Rohr (OKR).

Abb. 2:
Bohrung KB 6/11,
Tiefe 29 bis 30 m,
Schotter, Foto
7.3.2011.



Grundmoränenmaterial, durchschnittlich 10 bis 15 m mächtig, liegt über letzteiszeitlichen Vorstossschottern, welche durchschnittlich 10 – 25 m mächtig sind. Bei der Bohrung KB 6/11 haben die Schotter lediglich eine Mächtigkeit von ca. 2 m (Abb. 2), wohingegen die Grundmoräne hier fast 30 m mächtig ist. Die Schotter liegen über mittelpleistozänen Seeablagerungen (Abb. 3). Die verschiedenen Sedimente wurden in einer in den Molassefels eingeschnittenen alten Talung abgelagert.

Abb. 3:
Bohrung KB 6/11,
Tiefe 30 bis 35 m,
mittelpleistozäne
Seeablagerungen,
Foto 7.3.2011.



Das nutzbare Grundwasser zirkuliert in den durchschnittlich 10 bis 25 m mächtigen eiszeitlichen Vorstossschottern, welche durch die mächtigen Seeablagerungen (= Stauer) von einem tieferen Grundwasserstockwerk getrennt sind (Beilage 5). Im Bereich der Bohrung KB 6/11 ist bedingt durch die geringe Mächtigkeit des Schotterkörpers mit einem relativ geringen Grundwasseraustausch zu rechnen.

Die Hydrogeologie wurde bereits ausführlich in [11] und [12] beschrieben, weshalb an dieser Stelle auf eine eingehendere Beschreibung verzichtet wird.

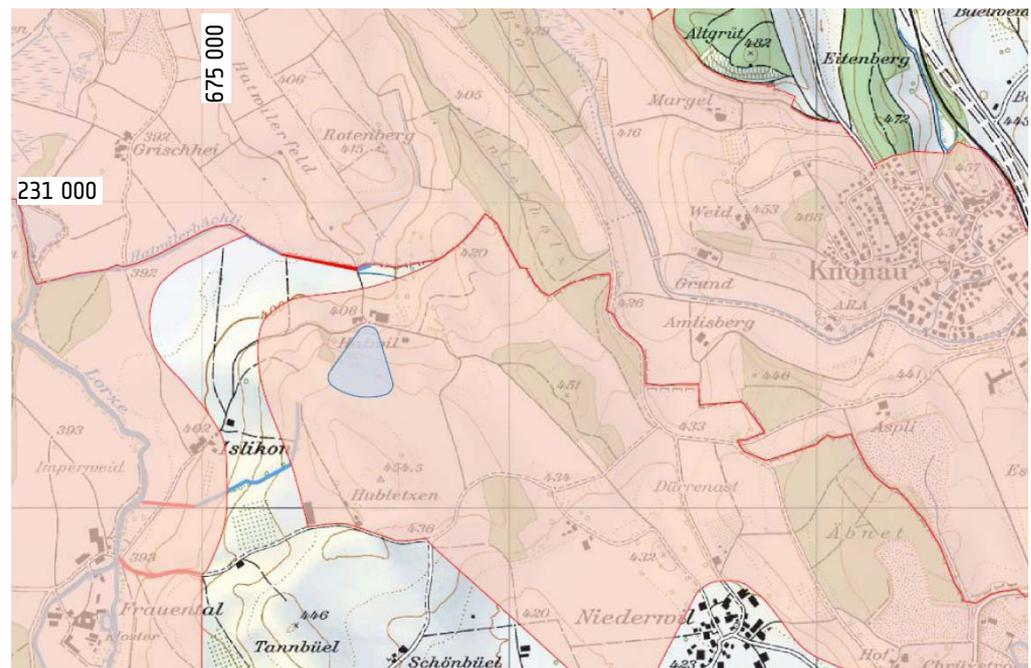


Abb. 4:
Ausschnitt aus der
Gewässerschutz-
karte [4] 1:25000.

4 Grundwasser

4.1 Grundwasserschutz resp. Schutzobjekte

Das hinsichtlich seiner abbaubaren Kiesreserven zu untersuchende Gebiet ist gemäss Grundwasserkarte des Kantons Zug (vgl. Abb. 4) vollständig dem Gewässerschutzbereich Au zugeordnet. Bei Hatwil ist um einen dort gefassten Grundwasseraustritt eine Schutzzone „Typ S3“ ausgeschieden (vgl. Abb. 4).

4.2 Hydraulische Durchlässigkeiten

Nach dem Einbau der Piezometerrohre wurden in den beiden Bohrungen, wie schon bei den 2009 erstellten Messstellen, ca. einstündige Kurzpumpversuche durchgeführt. Die dabei aufgezeichneten Messwerte wurden verwendet, um näherungsweise die hydraulischen Leitfähigkeiten zu bestimmen (Tab. 2). Bei der Messstelle KB 6/11 ist die grundwasserführende Kiesschicht lediglich ca. 2 m mächtig. Mit einer Pumprate

von 18 l/min wurde bereits eine Absenkung von ca. 1 m erzielt. Daher war die Durchführung des Pumpversuches nur mit sehr geringen Raten (18 und 24 l/min) möglich. Bei der Bohrung KB 5/11 konnte mit der Pumpe der Stump Foratec AG, auf Grund der beträchtlichen Tiefe des Wasserspiegels, nur mit einer maximalen Rate von 118 l/min gepumpt werden. Dadurch wurde bei den sehr gut durchlässigen Schottern eine Absenkung von lediglich 3 cm erreicht.

Tab. 2: Nach [9] 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	$1.10 \cdot 10^{-3}$
KB 5/11	$4.32 \cdot 10^{-3}$
KB 6/11	$4.81 \cdot 10^{-5}$

Der Schotterkörper besitzt mit einem mittleren k_f -Wert von ca. $2 \cdot 10^{-3}$ m/s generell eine gute Durchlässigkeit. Der Bereich um KB 6/11 weist mit $5 \cdot 10^{-5}$ m/s die geringste Durchlässigkeit auf. Die in den Untersuchungen von 1977 [7] ermittelten Durchlässigkeiten von 10^{-3} bis 10^{-4} m/s liegen in einer ähnlichen Grössenordnung.

4.3 Grundwasserspiegelmessungen

Im Juni 2011 wurden uns die exakten Höhen der zwei neuen Grundwassermessstellen vom AfU mitgeteilt (Tab. 3). In den Messstellen KB 2/09 und KB 4/09 wurden im November 2009 durch das AfU sogenannte Orpheus-Messsonden installiert, welche die Wasserstandsschwankungen seither kontinuierlich aufzeichnen. Der Flurabstand beträgt im potenziellen Kiesabbauperimeter in Abhängigkeit der Topografie ca. 10 – 30 m (Beilage 2).

Tab. 3: Nivellement der Bohrungen von 2011 und vom AfU ausgeführte Wasserstandsmessung.

	Höhe (m ü.M.) OKR	Wasserstand 23.5.2011 (m ü.M.)	Wasserstand 9.6.2011 (m ü.M.)	Wasserstand 28.6.2011 (m ü.M.)
KB 5/11	436.90	412.14	412.04	411.96
KB 6/11	441.44	413.11	413.01	412.94

Die Grundwasserspiegelschwankungen in den kantonalen Messstellen KB 2/09 und KB 4/09 sind für den Zeitraum 11.11.2009 bis 30.6.2011 in der Beilage 3.1 dargestellt. Zusätzlich sind die monatlichen Niederschläge der MeteoSchweiz-Station Cham (Stations-Nr. 4859) in Millimeter (mm) abgebildet.

Der Wasserstand in den beiden Messstellen schwankt von November 2009 bis Juni 2011 nur mässig und völlig synchron; in der Messstelle KB 2/09 beträgt die Schwankungsamplitude 1.07 m und in der Messstelle KB 4/09 1.05 m. Der mittlere Wasserspiegel liegt in der Messstelle KB 2/09 bei 423.85 m ü.M. und in der Messstelle KB 4/09 bei 423.68 m ü.M. (Tab. 4). Auf Grund der vergleichbaren Hydrogeologie im

gesamten Gebiet kann angenommen werden, dass die Schwankungen im Wasserstand an den Messstellen KB 5/11 und KB 6/11 ebenfalls synchron zu den beiden Messstellen KB 2/09 und KB 4/09 – jedoch auf einem anderen Niveau – verläuft.

Durch die Stichtagsmessungen des Wasserstandes im Mai / Juni 2011 in den Messstellen KB 5/11 und KB 6/11 und die aufgezeichneten Tagesmittelwerte der Messstellen KB 2/09 und KB 4/09 kann der Verlauf des Grundwasserstandes für die beiden im Jahr 2011 erstellten Messstellen zurückgerechnet bzw. regionalisiert⁴ werden. Die regionalisierten Ganglinien sind in Beilage 3.2 dargestellt. Die Ganglinien des Wasserstandes (in allen Messstellen) zeigen zwei Arten von Schwankungen auf:

- ▶ Grössere Schwankungen des Grundwasserspiegels korrelieren mit den Niederschlagsperioden. Die niederschlagsabhängigen Schwankungen sind gekennzeichnet durch zwei Minima Anfang Dezember 2009 und Mitte Mai 2010 und ein Maximum im Februar 2011.
- ▶ Die kleinen, nur wenige Tage andauernden, 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 Niederschlägen 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 regionalisiert wurden, abgeschätzt werden.

Tab. 4: Abschätzung des maximalen Grundwasserspiegels.

	Gemessener Wasserstand 24.6.2009	Gemessener Wasserstand 23.5.2011	Mittelwert (11.11.2009 bis 30.6.2011)	Abgeschätzter max. Hochwasserstand aus [12] resp. regionalisiert
KB 2/09	424.19	423.95	423.85	425.2
KB 4/09	423.99	423.73	423.68	425.0
KB 5/11	-	412.14	412.06	413.4
KB 6/11	-	413.11	413.03	414.4

Aus den vorhandenen Unterlagen ([1], [2], [3], [7] und [11]) und den durchgeführten Messungen ergibt sich, dass der Grundwasserspiegel im Untersuchungsgebiet nur wenig schwankt.

Die zu erwartende Schwankungsamplitude zwischen Mittelwasserstand und Hochwasserstand beträgt ca. 1.0 m (vgl. [12] und Beilage 3). Der mittlere Niveauunterschied des Grundwasserstandes in der Messstelle KB 2/09 zu KB 5/11 beträgt 11.79 m resp.

⁴ Regionalisiert: Übertragung von Kennwerten, Funktionen oder Verhalten von beobachteten Gebieten in nicht beobachtete Gebiete.

zu KB 6/11 10.83 m. Der daraus für die Messstellen KB 5/11 und KB 6/11 abgeschätzte maximale Hochwasserstand ist in Tab. 4 (Ergebnisse gerundet) dargestellt. Der maximale Hochwasserstand für KB 2/09 und KB 4/09 ist bereits in [12] berechnet worden und ebenfalls in Tab. 4 aufgelistet.

4.5 Hydrochemie

Zur Beurteilung der Grundwasserqualität wurden die am 1.6.2011 entnommenen Grundwasserproben analysiert und die wichtigsten Ergebnisse in Tab. 5 dargestellt. Als Vergleich wurden die beiden am 24.6.2009 beprobten Messstellen KB 2/09 und KB 4/09 am 1.6.2011 auch nochmals beprobt.

Tab. 5: Analysenergebnisse der vier Wasserproben, Labor Veritas (Beilage 9) und der Ergebnisse von 2009.

	KB 2/09		KB 4/09		KB 5/11	KB 6/11
	24.6.2009	1.6.2011	24.6.2009	1.6.2011	1.6.2011	1.6.2011
Elektrische Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	780	721	760	735	663	728
Temperatur [$^{\circ}\text{C}$]	14.5	12.8	14.8	12.8	13.7	13.5
Sauerstoff [mg/l]	10.4	8.8	7.0	7.8	9.5	4.8
Calcium [mg/l]	122	116	118	114	113	110
Magnesium [mg/l]	27.8	26.9	30.4	32.3	18.8	26.7
Natrium [mg/l]	6.8	5.2	3.7	4.9	4.9	5.8
Kalium [mg/l]	2.1	1.8	1.4	1.0	1.0	1.1
Silicium [mg/l]	4.3	4.5	4.3	4.9	4.0	4.5
Hydrogencarbonat [mg/l]	435	413	472	448	393	440
Chlorid [mg/l]	20.7	8.8	7.1	6.2	9.2	8.7
Sulfat [mg/l]	18.7	19.9	18.9	16.9	14.2	14.9
Nitrat [mg/l]	31.7	33.1	22.3	24.3	19.2	21.9

- ▶ **Elektrische Leitfähigkeit:** Die elektrische Leitfähigkeit des Grundwassers liegt zwischen 663 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:** Die Sauerstoffsättigung liegt zwischen 50 und 100 %, wobei das Grundwasser in Messstelle KB 6/11 den geringsten Sauerstoffgehalt aufweist. Die geringe Sauerstoffsättigung im hier nur ca. 2 m mächtigen und weniger gut durchlässigen Grundwasserkörper (vgl. Abschnitt 4.2) kann auf stagnierende Verhältnisse zurückzuführen sein.
- ▶ **Gesamthärte:** Die Gesamthärte kann für die Grundwasserproben von 2009 aus den Messstellen KB 2/09 und KB 4/09 mit 42 $^{\circ}\text{fH}$ angegeben werden, damit handelt es sich um ein „sehr hartes Wasser“. Die Messwerte von 2011 bestätigen dies, auch wenn bei der Probe aus KB 2/09 nur noch 40 $^{\circ}\text{fH}$ gemessen wurden. Das Grundwasser aus der Messstelle KB 5/11 wies eine Gesamthärte von ca. 36 $^{\circ}\text{fH}$ auf und

das aus Messstelle KB 6/11 von 38°fH, sie sind damit als „hartes“ bis „sehr 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 33.1 mg/l, wie auch schon 2009, deutlich über den Anforderungen der GSchV⁵ an Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist. 2011 lag der Chloridgehalt in KB 2/09 deutlich niedriger als 2009 und auf dem gleichen Niveau wie bei den restlichen Proben, was jedoch immer noch erhöht ist. Der erhöhte Chloridgehalt in den Wasserproben kann durch die landwirtschaftliche Düngung und die winterliche Strassensalzung erklärt werden.

Zusammenfassende Bemerkungen:

Die Analyseergebnisse zeigen deutlich die anthropogene Nutzung – Landwirtschaft, Strassensalzung – des Gebietes, eine Überschreitung von Grenzwerten nach der FIV⁶ ist jedoch in keinem Fall gegeben.

Gemäss der Nomenklatur nach Jäckli 1970⁷ entspricht das beprobte Grundwasser dem Ca-Mg-HCO₃-Typ (vgl. Abb. 5).

Gemäss den in den 1970er Jahren [7] durchgeführten hydrogeologischen Arbeiten kann das Grundwasser auf Grund seiner Herkunft in die Typen „Typ Hatwil“ und „Typ Knonau“ aufgeteilt werden. Unsere früheren Untersuchungen, welche im Bericht 2010 [12] dokumentiert sind, schienen dies zu bestätigen. Hingegen sind die Ergebnisse von 2011 nicht eindeutig zu interpretieren. Zwar zeigt auch die Messstelle KB 5/11 schon einen deutlichen Einfluss des „Typ Knonau“ auf, welcher eine geringere Härte und geringere Mineralisation als der „Typ Hatwil“ aufweist (vgl. [11] und [12]), aber die Grundwasserprobe aus der Messstelle KB 6/11 wäre von seiner chemischen Zusammensetzung eher dem „Typ Hatwil“ zuzuordnen. Jedoch liegt bisher nur eine Probe aus der Messstelle KB 6/11 vor. Für eine eindeutige Interpretation der Werte wären weitere Analysen von Grundwasserproben aus den Bohrungen KB 5/11, KB 6/11 und V1 (vgl. Beilage 1) zu verschiedenen Zeitpunkten nötig. Heute ist es unklar, ob eine Unterscheidung in die beiden o.g. Grundwassertypen überhaupt möglich ist, resp. ob es tatsächlich zwei unterschiedliche Grundwassertypen gibt.

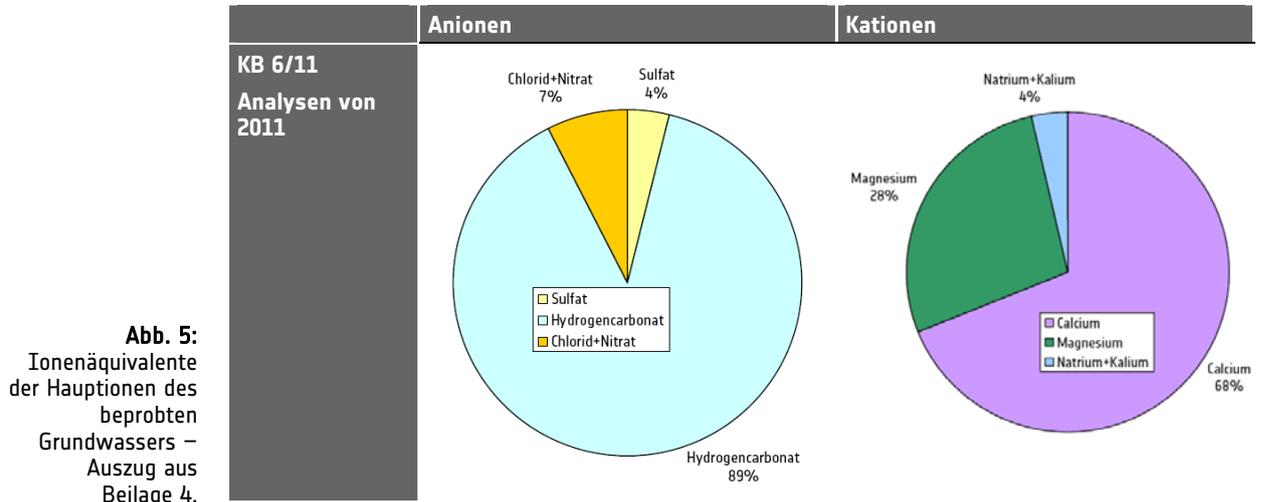
Bei den 1974 – 1976 [7] durchgeführten Grundwasseranalysen waren die Nitrat- und Chloridbelastungen gesamthaft etwas geringer, schwankten im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes aber auch schon zwischen 13.3 und 23.3 mg/l Nitrat bzw. 9.7 und 21.6 mg/l Chlorid (Probenahmestelle Hof Hatwil und J2, vgl. Beilage 1).

⁵ Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 SR. 814.201; gemäss Anhang 2 NO₃: 25 mg/l.

⁶ Verordnung des EDI über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln (Fremd- und Inhaltsstoffverordnung, FIV) vom 26. Juni 1995; SR 817.021.23

⁷ 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.

Die Zusammensetzung der Hauptionen des Grundwassers hat sich über die letzten 35 Jahre kaum geändert (vgl. [7]). Jedoch hat die anthropogene Beeinflussung – ersichtlich an den gestiegenen Nitrat- und Chloridgehalten – zugenommen.



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 HADES⁸ 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** und für den Perimeter Ost ca. **400 l/min** entspricht. Würde die gesamte Fläche des Gebietes (grüner und roter Perimeter in Beilage 1) betrachtet (ca. 714'000 m²), würde dies ca. 745 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 $t = 3 - 4 \text{ Jahre}^9$.

Die Fläche des Perimeter Ost umfasst ca. 384'000 m², die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers wurde aus den Schnitten in Beilage 5 abgeleitet und beträgt im Mittel etwa 6 m. Die nutzbare Porosität wird auf 20 % geschätzt. Daraus ergibt sich ein Grundwasservolumen von 460'000 m³. Die mittlere Verweilzeit beträgt somit rund $t = 2 - 3 \text{ Jahre}^9$.

⁸ Hydrologischer Atlas der Schweiz

⁹ Wobei V das Wasservolumen und Q den mittleren Grundwasserabfluss darstellt.

5 Kiesvorkommen

5.1 Korngrößenverteilung resp. Kiesanteil

In Tab. 6 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. 6: 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
6607	KB 5/11	2.00 – 2.40	Grundmoräne	30	30	33
6608		7.30 – 8.00	Schotter	59	29	9
6609	KB 6/11	9.60 – 10.00	Grundmoräne	33	39	21
6610		14.00 – 14.60	Schotter	64	23	4

Aus den Ergebnissen der Siebanalysen (Tab. 6) ergibt sich für die Vorstossschotter im Bereich des Perimeters Ost durchschnittlich ein Anteil von **62 % Kies, 26 % Sand und 7 % Silt**. Für die Schotter des im Richtplan eingetragenen Bereiches (vgl. Tab. 7 und [12]) wurde 2010 ein durchschnittlicher Anteil von **66 % Kies, 27 % Sand und 4 % Silt** angegeben.

5.2 Abbaubare Kiesreserven über dem Grundwasser

Gemäss der Wegleitung Grundwasserschutz [6] ist die Materialausbeutung (z.B. Kiesabbau) im Gewässerschutzbereich A_u 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. 7: Berechnetes abbaubares Kiesvolumen, flächen wurden im GIS¹⁰ berechnet. (vgl. Beilage 5).

Abbaubare Kiesmächtigkeit	Fläche des im Richtplan eingetragenen Perimeters [m ²]	Volumen [m ³]	Fläche des Perimeter Ost [m ²]	Volumen [m ³]	Volumen [m ³] (gesamt)
0 – 5 m (Ø 2.5 m)	132'000	330'000	212'000	530'000	860'000
5 – 10 m (Ø 7.5 m)	108'000	810'000	79'000	592'500	1'402'500
> 10 m (Ø 11 m)	49'000	539'000	72'000	792'000	1'331'000
Summe	289'000	1'679'000	363'000	1'914'500	3'593'500

Somit ergibt sich ein Volumen von ca. 1.7 Mio. m³ für den im kantonalen Richtplan [5] als „Zwischenergebnis“ bezeichneten Perimeter, von 1.9 Mio. m³ für den Perimeter Ost und gesamthaft von 3.6 Mio. m³ abbaubarem Kies (Tab. 7).

Wir schätzen die Genauigkeit der berechneten Volumina auf ± 20 %.

¹⁰ Geografisches Informationssystem (GIS)

magma AG, Zürich, 24.08.2011

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
1.0 (24.08.2011)	22.8.2011 Gu	23.8.2011 Ga	
	-	-	

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 Kanton Zug (2000): Grundwasserkarte 1:25'000.
- [4] Amt für Umweltschutz Kanton Zug (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] BUWAL (2004): Wegleitung Grundwasserschutz. – Vollzug Umwelt.
- [7] Geotechnisches Büro Dr. René Moser (1977): Grundwassergebiet Knonau – Maschwanden. Kantone Zug und Zürich. Ämter für Gewässerschutz. Bericht 378-5, Dezember 1977.
- [8] Gubler, T. (2009): Geologisches Atlasblatt 1:25'000 1111 Albis mit Erläuterungen. – Geologische Landesaufnahme, Bundesamt für Landestopographie.
- [9] Hölting, B. & Coldewey, W.G. (2005): Hydrogeologie; Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. – Fachbuch, München.
- [10] Ingenieurbüro Beat Sägesser (2008): Kieskonzept 2008. Schlussbericht der begleitenden Arbeitsgruppe. – Bericht vom 7.5.2008. Herausgeber: Baudirektion des Kantons Zug.
- [11] 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.
- [12] magma AG (2010): Potentielles Kiesabbaugebiet Hatwil / Hubletzen, 6330 Cham ZG. Geologische und hydrogeologische Untersuchungen. – Bericht 08 150 vom 14.10.2010 z.Hd. des Amtes für Umweltschutz Zug.

Geologische Karte / Situation 1:5000

Legende:

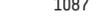
-  Obere Süsswassermolasse («Molassefels»)
-  Vorstoss-Schotter (letzte Vergletscherung)
-  Grundmoräne (letzte Vergletscherung)
-  sandig-siltige Seeablagerungen (spätglazialer Reusstalsee)
-  feinkörnige Schwemmlagerungen
-  Hanglehm

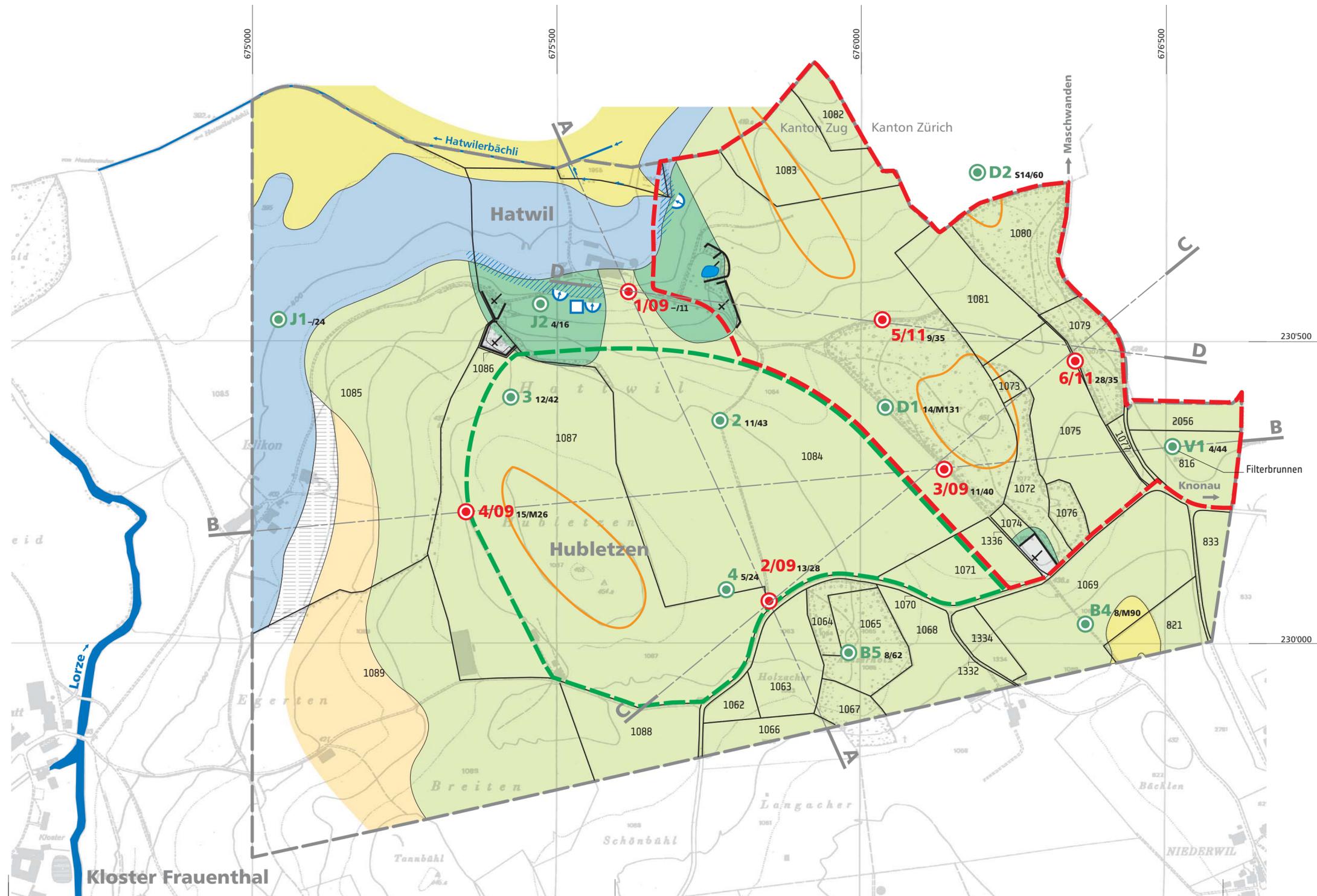
-  Drumlin

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

-  Grundwasseraustritte (Feuchtgebiet)
-  Quelfassung
-  Quelle ungefasst

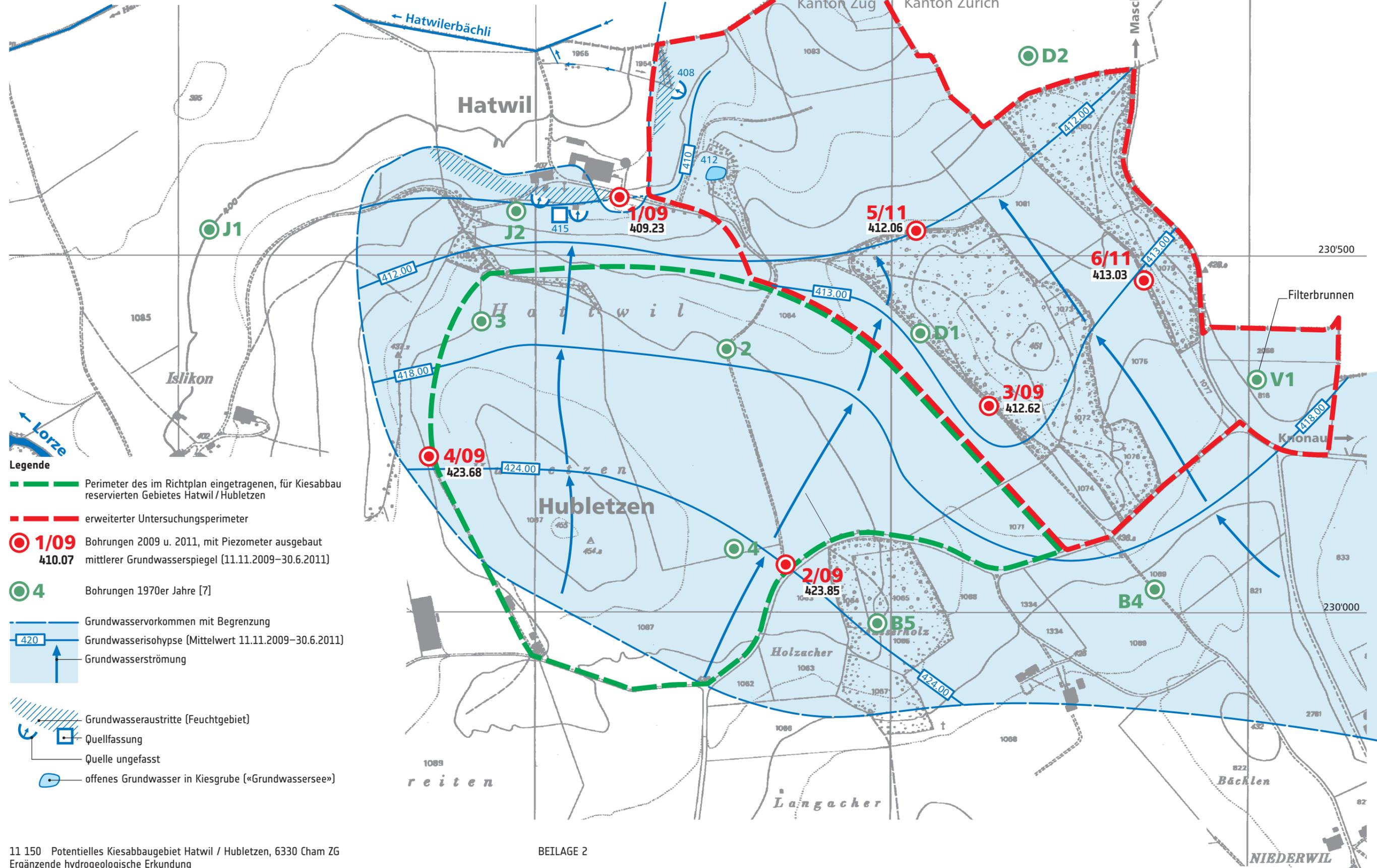
-  **2/09** 13/28 Bohrungen 2009 u. 2011, mit Piezometer ausgebaut
-  **4** 5/24 Kernbohrung (aus den 1970er Jahren, Piezometer mit Ausnahme V1 nicht mehr vorhanden)
- Endtiefe der Bohrung bzw. Tiefe des Molassefels (M)
- Tiefe des Schotters

-  Perimeter des im Richtplan eingetragenen, für Kiesabbau reservierten Gebietes Hatwil / Hubletzen
-  erweiterter Untersuchungsperimeter
-  Parzellengrenze
-  Parzellenummer



Grundwasserkarte 1:5000

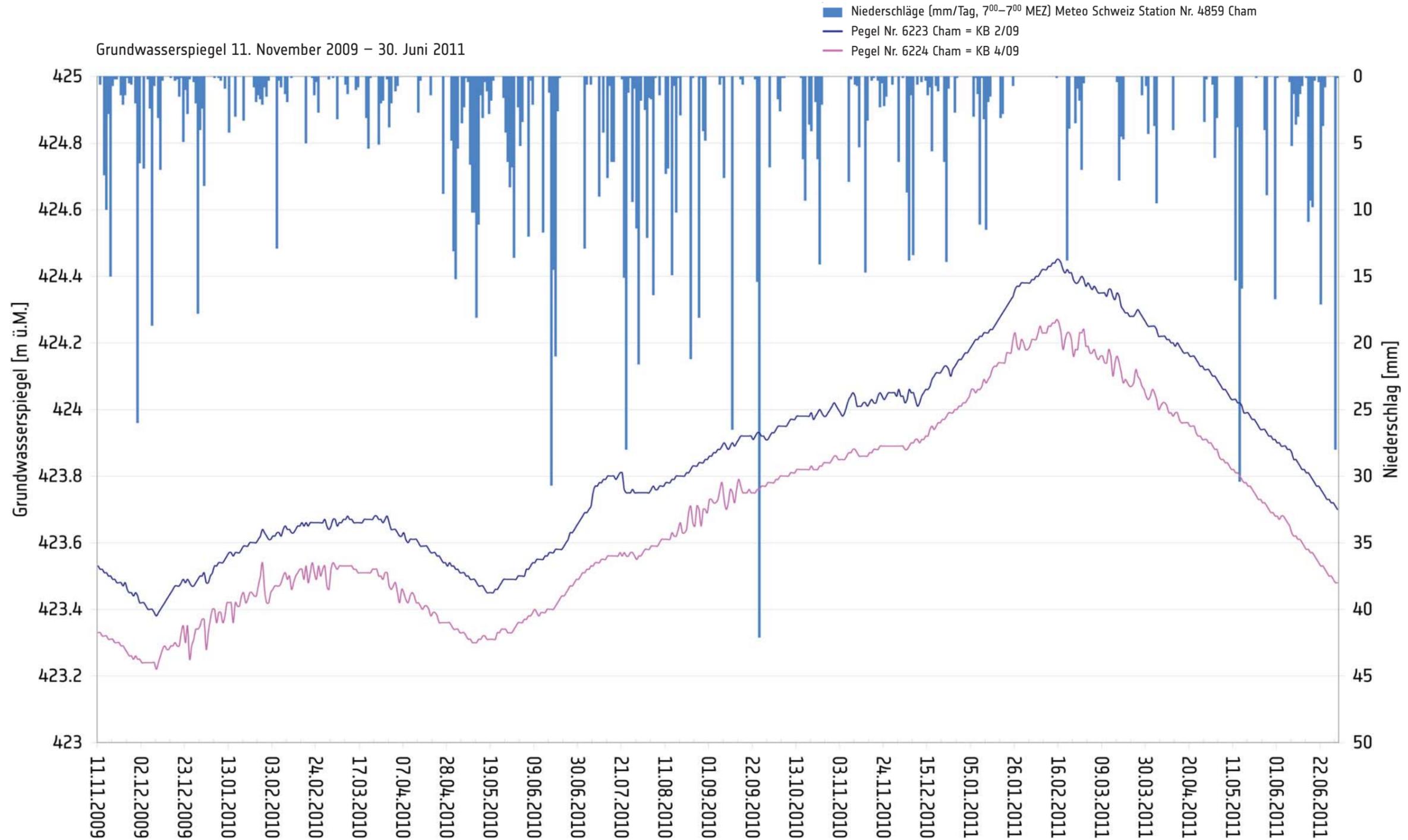
magma ag



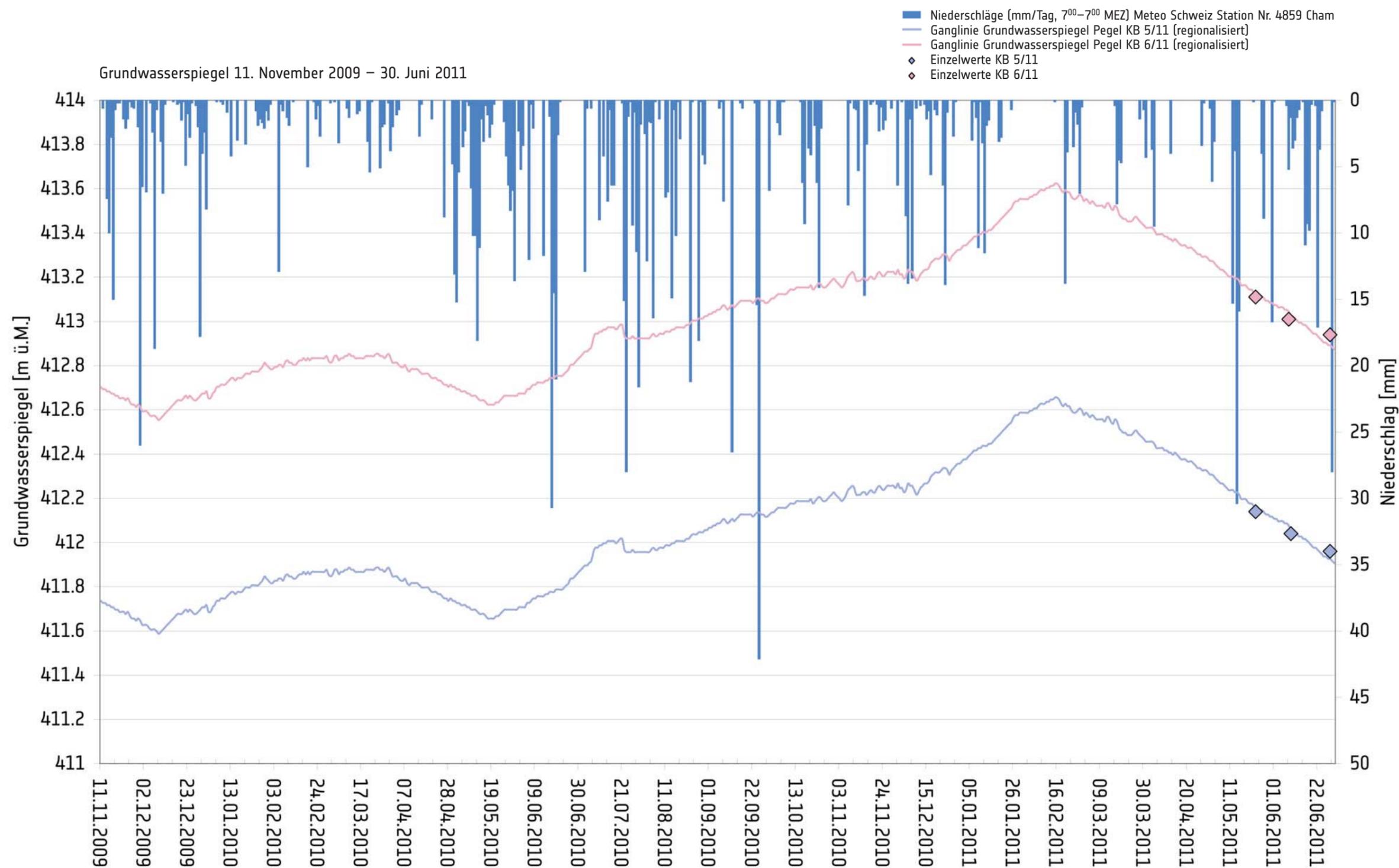
Legende

- - - Perimeter des im Richtplan eingetragenen, für Kiesabbau reservierten Gebietes Hatwil / Hubletzen
- - - erweiterter Untersuchungsperimeter
- 1/09 Bohrungen 2009 u. 2011, mit Piezometer ausgebaut
410.07 mittlerer Grundwasserspiegel (11.11.2009–30.6.2011)
- 4 Bohrungen 1970er Jahre [7]
- - - Grundwasservorkommen mit Begrenzung
- 420 Grundwasserisohypse (Mittelwert 11.11.2009–30.6.2011)
- ↑ Grundwasserströmung
- / / / Grundwasseraustritte (Feuchtgebiet)
- Quelfassung
- Quelle ungefasst
- offenes Grundwasser in Kiesgrube («Grundwassersee»)

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



Ganglinien der Grundwasserspiegel KB 5/11 und KB 6/11



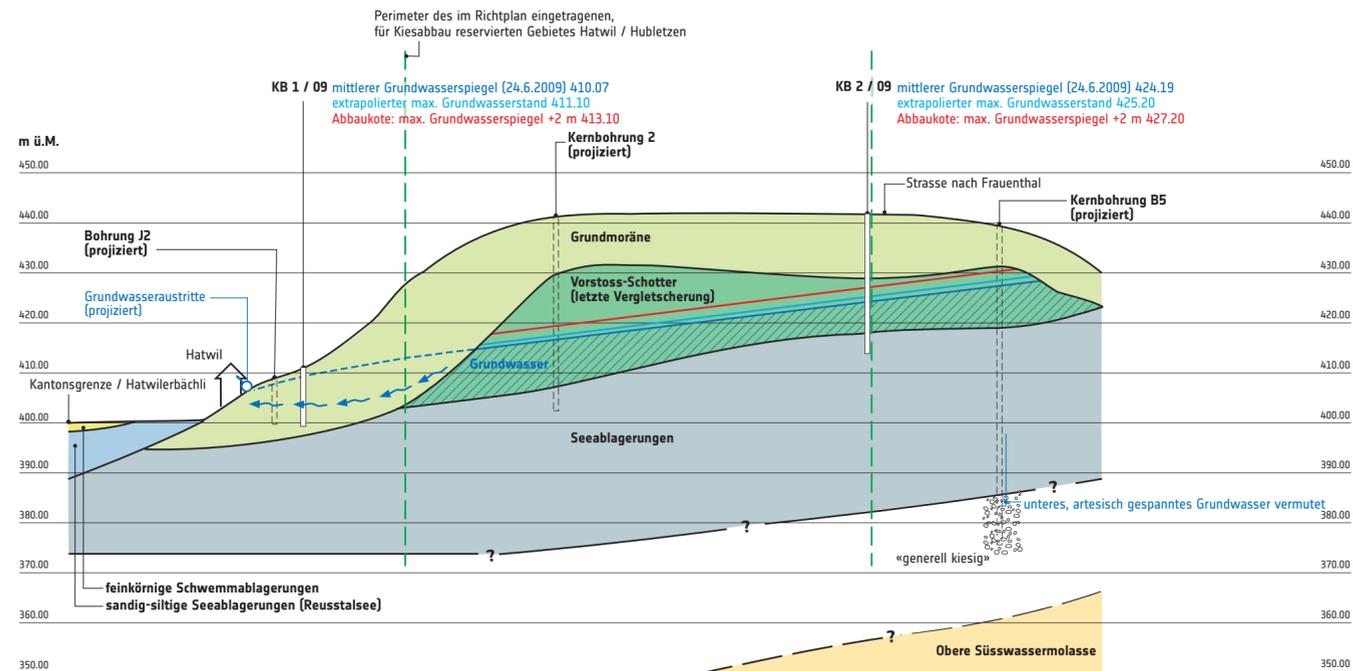
Grundwasserchemie

Kreisdiagramme der prozentualen Hauptinhaltsstoffe

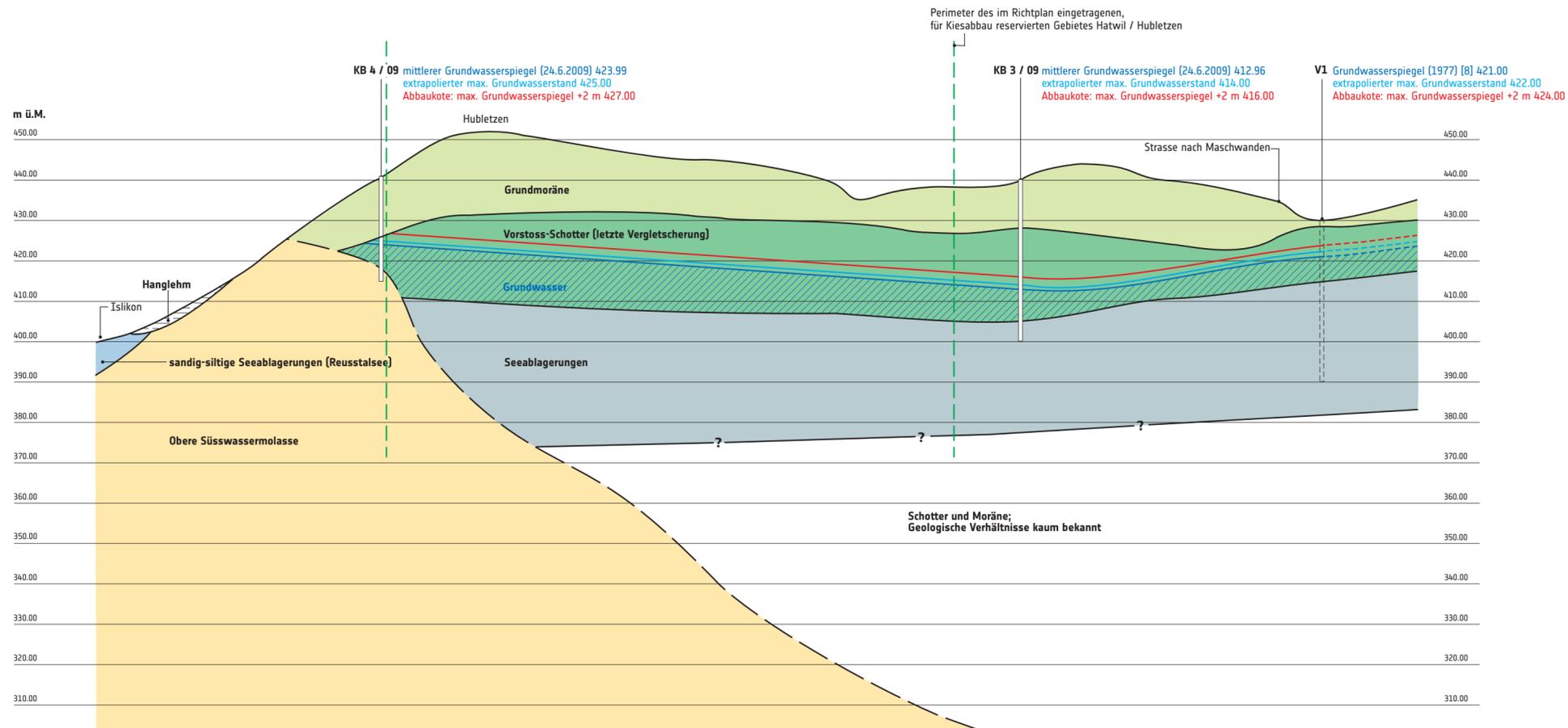


Geologische Schnitte A – A und B – B
1:5000 / 1:1000 (5 x überhöht)

Schnitt A – A



Schnitt B – B



Kernbohrung KB 5 / 11 1:100

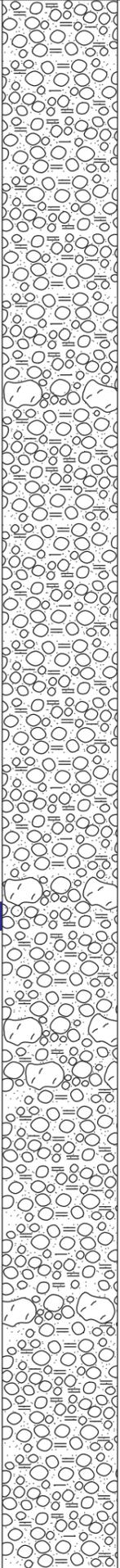
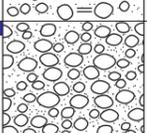
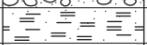
Datum: 7.3.2011
Koordinaten: 676034.70 / 230533.97
OK Piezometerrohr: 436.90 m ü.M.
OK Terrain: 435.90 m ü.M.
Bohrdurchmesser: 203-145 mm
Bohrung: 18.2.-4.3.2011
Ausführung: Stump Foratec AG
Geologische Aufnahme: Dr. Gunter Adolph, Dipl.-Hydrologe

Tiefe (m)	Profil	Geologische Beschreibung	USCS	Geologische Interpretation	Ausbau
0.50		Humoser dunkelbrauner, toniger Sand mit wenig Kies	-	Boden	Compactonit Piezo PVC 4.5" 24 m Vollrohr 7 m Filterrohr 4 m Vollrohr Filterkies Bohrdurchmesser: 203-145 mm
9.00		Gelblicher feinsandiger Silt mit wenig Ton und mit reichlich Kies und Steinen	ML	Grundmoräne	
23.00		Grauer siltiger Kies mit reichlich Sand	GM	Letzteiszeitliche Vorstossschotter	Grundwasser- spiegel OK-Rohr (01.03.2011) - 24.00 m
23.30		Rötlich-grauer sauberer Kies mit reichlich Sand	GP		
30.80		Grauer sauberer Kies mit viel Sand	GP		
31.70		Beiger toniger Silt mit wenig Sand	CL	Mittelpleistozäne Seeablagerungen	
35.00		Grauer laminiertes toniger Silt mit siltigen Feinsand-Laminae	CI		

■ Proben für Kornverteilung:
 Probe 1: 2.00-2.40 m; Probe 2: 14.50-15.00 m

Kernbohrung KB 6 / 11 1:100

Datum: 7.3.2011
Koordinaten: 676'355.21 / 230'465.81
OK Piezometerrohr: 441.44 m ü.M.
OK Terrain: 440.54 m ü.M.
Bohrdurchmesser: 203-145 mm
Bohrung: 18.2.-4.3.2011
Ausführung: Stump Foratec AG
Geologische Aufnahme: Dr. Gunter Adolph, Dipl.-Hydrologe

Tiefe (m)	Profil	Geologische Beschreibung	USCS	Geologische Interpretation	Ausbau
0.90		Humoser dunkelbrauner, toniger Sand mit wenig Kies	-	Boden	
		Gelblich-grauer siltig-sandiger Kies mit wenig Ton und mit Steinen und Geröllen, teilweise bindig. Kornverteilung geschätzt: 30-50 % Kies und Steine, 30-40 % Sand, 10-20 % Silt, 0-5% Ton.	GC	Grundmoräne	Compactonit Piezo PVC 4,5" 29 m Vollrohr 4 m Filterrohr 3 m Vollrohr Filterkies Bohrdurchmesser: 203-145 mm
28.30		Grauer sauberer Kies mit viel Sand	GP	Letzteiszeitliche Vorstössschotter	Grundwasser- spiegel OK-Rohr [23.02.2011] - 28.30 m
30.00				Wasserzutritt ab 28.30 m	
30.50		Beiger toniger Silt mit wenig Sand	CL	Mittelpleistozäne	
		Grauer laminiertes toniger Silt mit siltigen Feinsand-Laminae	CI	Seeablagerungen	
35.00					

■ Proben für Kornverteilung:
 Probe 1: 16.50-17.00 m; Probe 2: 28.30-28.50 m

Beilage 8

Kornverteilungskurven

Labor für Geotechnik und Tonmineralogie

Datum:
16.03.2011

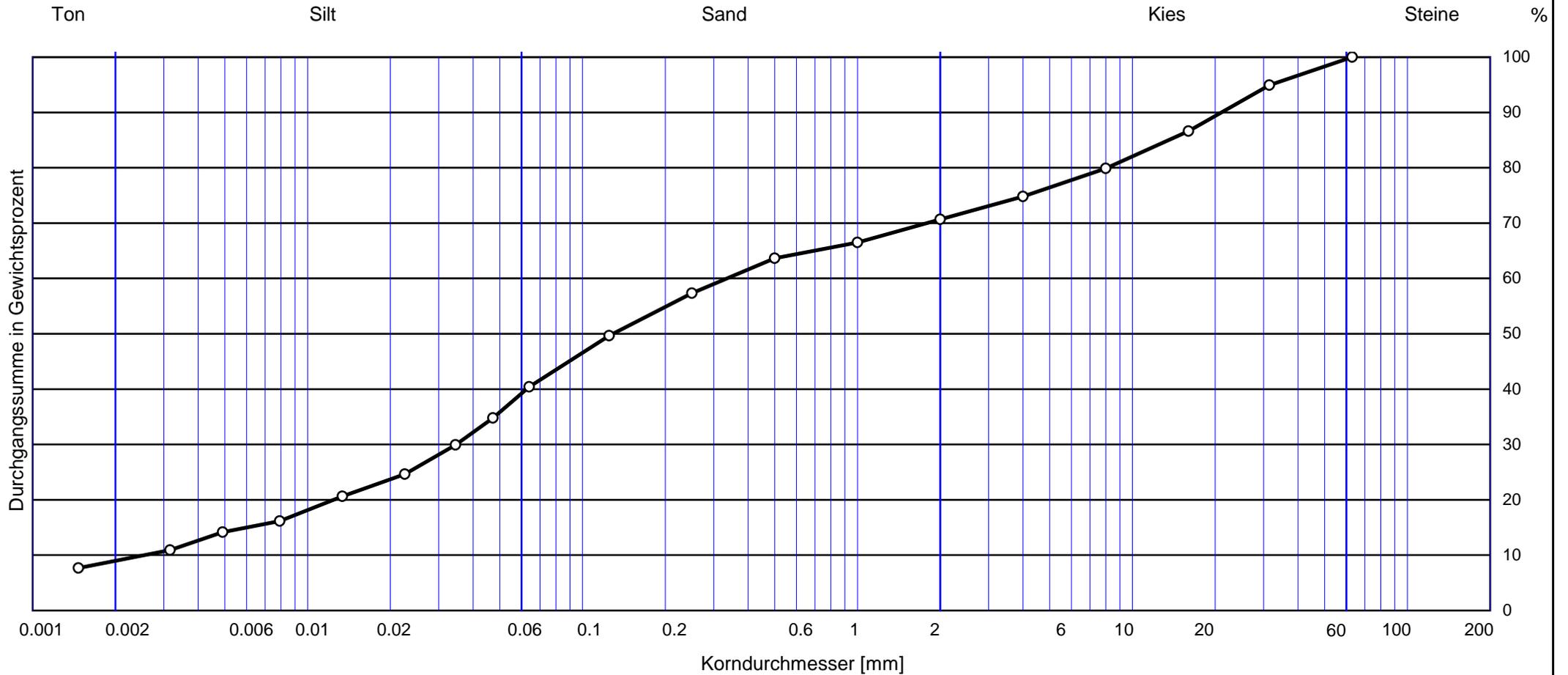
Objekt: Kiesabbaugebiet Hatwil

Projekt: Probe: KB 5/11 2.0 - 2.4 m

Labor-Nr.: 6607

Anlieferungszustand:			Konsistenzgrenze:			SNV	USCS
W	γ_d	γ_s	W_L	W_P	I_P		
%	g/cm ³	g/cm ³	%	%	%		
--	--	--	--	--	--		

Kornverteilung
SN 670 816 a



Labor für Geotechnik und Tonmineralogie

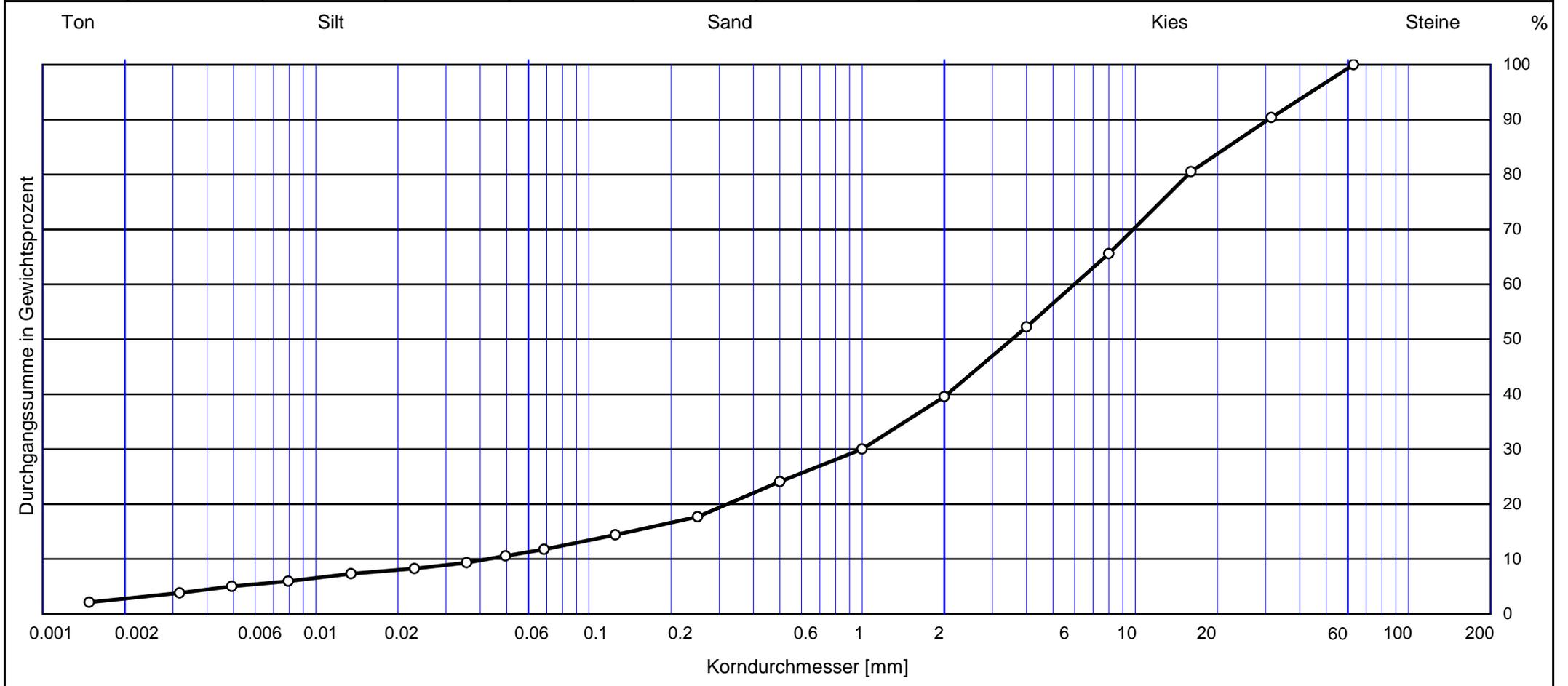
Datum:
16.03.2011

Objekt: Kiesabbaugebiet Hatwil

Projekt: Probe: KB 5/11 14.5 - 15.0 m

Labor-Nr.: 6608

Anlieferungszustand:			Konsistenzgrenze:			SNV	USCS	Kornverteilung SN 670 816 a
W	γ_d	γ_s	W_L	W_P	I_P			
%	g/cm ³	g/cm ³	%	%	%			
--	--	--	--	--	--			



Labor für Geotechnik und Tonmineralogie

Datum:
16.03.2011

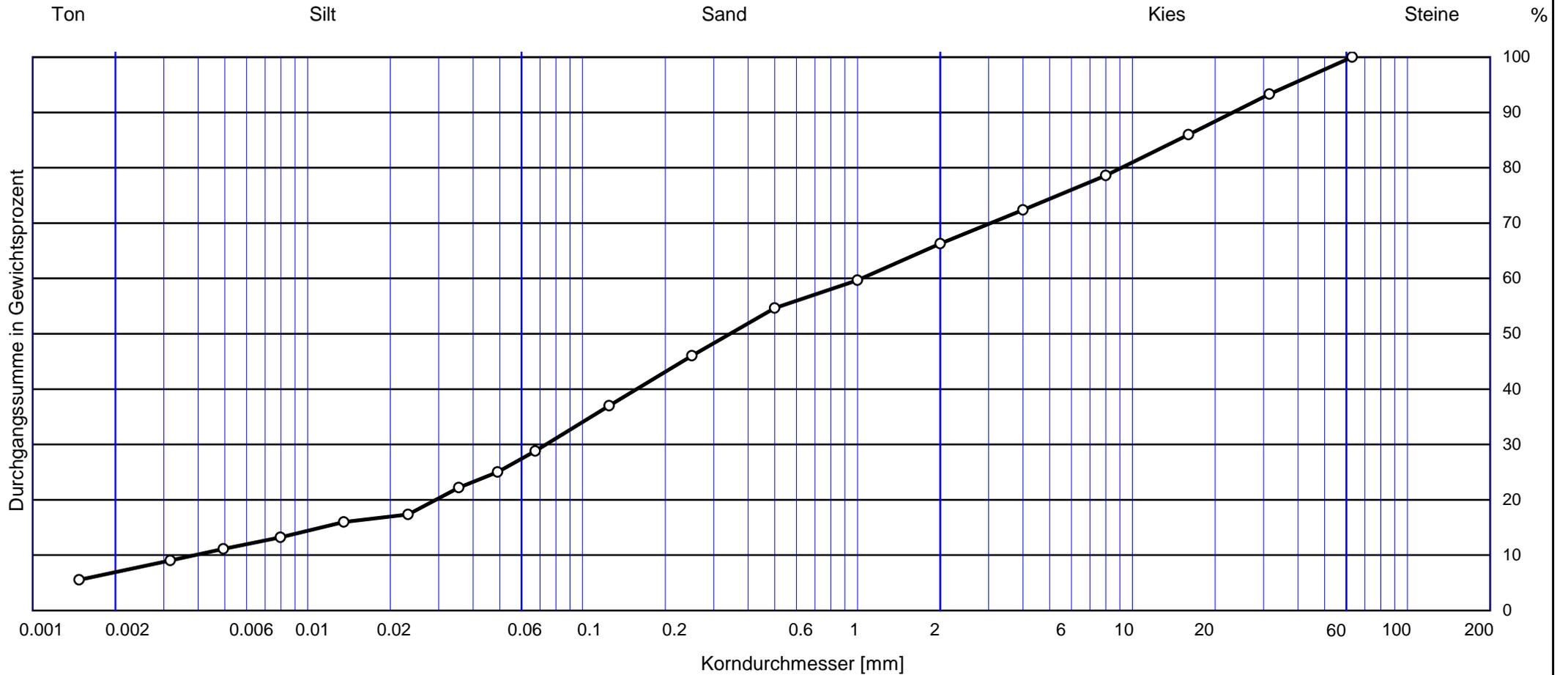
Objekt: Kiesabbaugebiet Hatwil

Projekt: Probe: KB 6/11 16.5 - 17.0 m

Labor-Nr.: 6609

Anlieferungszustand:			Konsistenzgrenze:			SNV	USCS
W	γ_d	γ_s	W_L	W_P	I_P		
%	g/cm ³	g/cm ³	%	%	%		
--	--	--	--	--	--		

Kornverteilung
SN 670 816 a



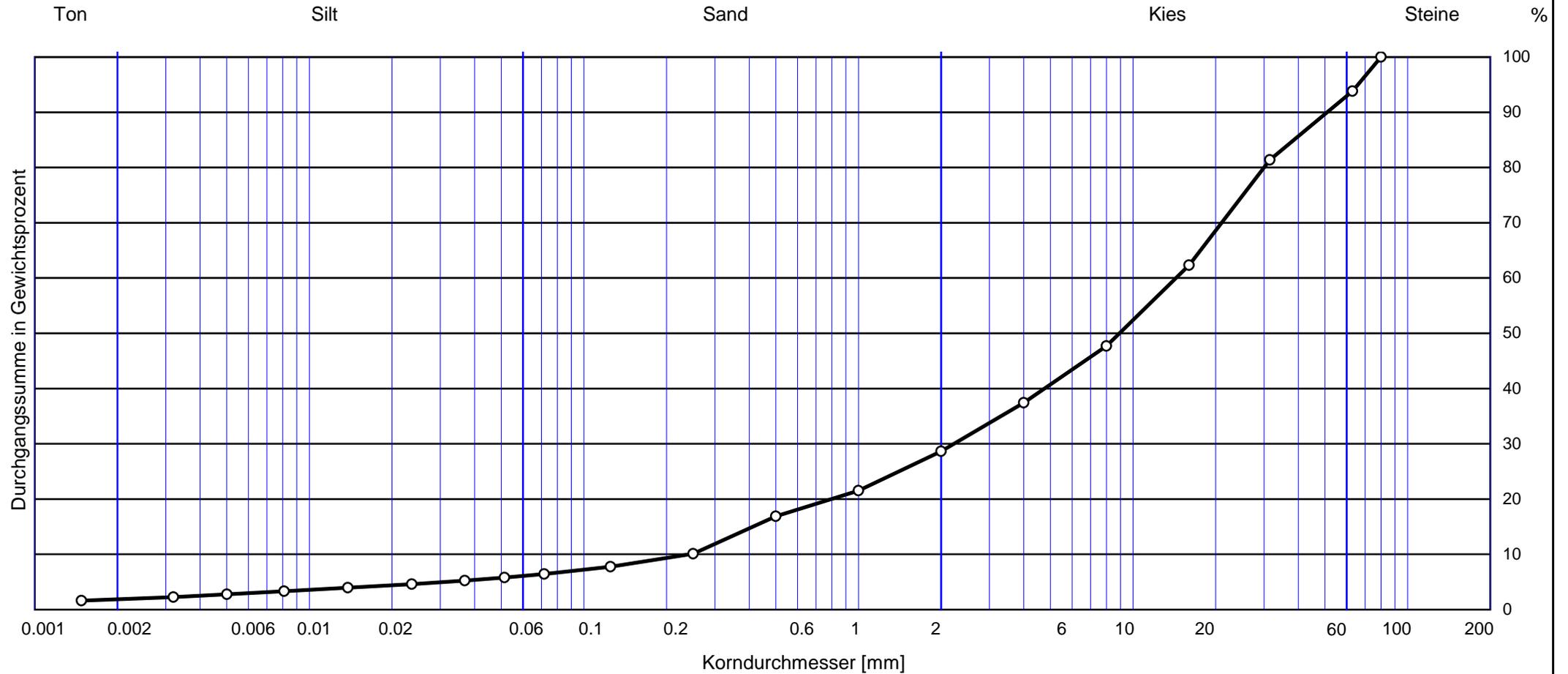
Objekt: Kiesabbaugebiet Hatwil

Projekt: Probe: KB 6/11 28.3 - 28.8 m

Labor-Nr.: 6610

Anlieferungszustand:			Konsistenzgrenze:			SNV	USCS
W	γ_d	γ_s	W_L	W_P	I_P		
%	g/cm ³	g/cm ³	%	%	%		
--	--	--	--	--	--		

Kornverteilung
SN 670 816 a



Beilage 9

Laborbericht Grundwasserchemie



Labor Veritas AG ist ein nach ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium.
Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichtes ist ohne schriftliche
Genehmigung nicht gestattet. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich
auf die untersuchten Proben.
STS-Nr. 524

magma AG
Geologie Umwelt Planung
Herr Gunter Adolph
Josefstrasse 92
CH-8005 Zürich

Projekt: Potentielles Kiesabbaugebiet Hatwil, Cham
Projektnummer: 11 150
Auftragsnummer: 411-0460
Analysendatum: 01.06.2011 – 10.06.2011
Berichtsdatum: 14.06.2011/Gro

Probenahme		Labor Veritas AG, Herr Josef Blumenthal					
Datum Probenahme		01.06.11	01.06.11	01.06.11	01.06.11		
Probennummer		411-0460/1	411-0460/2	411-0460/3	411-0460/4		
Probenbezeichnung	Einheit	KB 2/09	KB 4/09	KB 5/11	KB 6/11	Best.grenze	Messunsicherheit [+/-...] %
Feldparameter/ Allgemeine Parameter							
Abstich Oberkante Rohr	m OKR	19.5	16.6	26.0	28.1		
Vorpumpenmenge	L	90.0	90.0	45.0	48.0		
Entnahmetiefe	m	22.0	20.0	28.0	30.0		
Temperatur	°C	12.8	12.8	13.7	13.5		
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	721	735	663	728		2
pH-Wert		7.0	7.0	7.0	7.0		0.1 *
Sauerstoff	mg/L	8.8	7.8	9.5	4.8		5
Bemerkungen		neutral, klar, farblos	neutral, klar, farblos	neutral, leicht trüb	neutral, stark trüb		



Labor Veritas AG ist ein nach ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium.
Eine auszugswise Vervielfältigung dieses Prüfberichtes ist ohne schriftliche
Genehmigung nicht gestattet. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich
auf die untersuchten Proben.
STS-Nr. 524

Labor Veritas

Probenbezeichnung	Einheit	KB 2/09	KB 4/09	KB 5/11	KB 6/11	Best. grenze	Messun- sicherheit [+/-...] %
Kationen, Anionen							
Calcium Ca, ICP	mg/kg TS	116	114	113	110	0.1	5
Kalium K, ICP	mg/kg TS	1.8	1.0	1.0	1.1	0.1	5
Magnesium Mg, ICP	mg/kg TS	26.9	32.3	18.8	26.7	0.1	5
Natrium Na, ICP	mg/kg TS	5.2	4.9	4.9	5.8	0.1	5
Silicium Si, ICP	mg/kg TS	4.5	4.9	4.0	4.5	0.1	5
Hydrogencarbonat HCO ₃ , titrimetrisch	mg/kg TS	413	448	393	440	0.1	5
Chlorid Cl, IC	mg/kg TS	8.8	6.2	9.2	8.7	0.1	5
Nitrat NO ₃ , IC	mg/kg TS	33.1	24.3	19.2	21.9	0.1	5
Sulfat SO ₄ , IC	mg/kg TS	19.9	16.9	14.2	14.9	0.1	5

*Die Messunsicherheit ist in pH-Einheiten angegeben

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

Dieter Meierhans
Qualitätsbeauftragter

Anna Doberer
Abteilungsleiterin Chemie Wasser und Umwelt

Protokoll: Probenahme von Grundwasser

Auftragsnummer _____

Basisdaten

Probenahmestelle: KB 4 / 09 Rohrdurchmesser: 4.5"
Ort: Hatmül-Knochen Rohrmaterial: PVC

Daten der Probenahme

Probenehmer: Flumenthal Witterung: bewölkt
Entnahmedatum: 1.6.11

Messungen vor Probenahme

Wasserspiegel ab OK-Rohr: 16.6 m Pumpentyp: Grundfos MPA
Einbautiefe Pumpe ab OK-Rohr: 20 m

Messungen während Probenahme:

Zeit	Wasserstand	Q l/min	Menge tot.	Temp.	Leitf.	O2	pH	Bemerkungen (Geruch, Farbe)
10 ⁴⁰	16.6	3	✓	12.1	733	8.7	7.0	neutral klar farblos
10 ⁴⁵	16.8	3	15	12.2	774	8.4	7.0	" " "
10 ⁵⁰	16.6	3	30	12.3	735	8.3	7.0	" " "
10 ⁵⁵	16.6	3	45	12.7	735	8.1	7.0	" " "
11 ⁰⁰	16.6	3	60	12.8	735	7.8	7.0	" " "
11 ⁰⁵	16.6	3	75	12.8	734	7.8	7.0	" " "
11 ¹⁰	16.6	3	90	12.8	735	7.8	7.0	Probenahme
								Probenahme

Messungen nach Probenahme:

Pumpdauer total: ca 30 Min Wasserspiegel ab OK-Rohr: 16.6 m

Ort, Datum: Hatmül 1.6.11 Unterschrift: [Signature]

Protokoll: Probenahme von Grundwasser

Auftragsnummer _____

Basisdaten

Probenahmestelle: K13 5/11 Rohrdurchmesser: 4.8"
 Ort: Hatwil - Knonau Rohrmaterial: Eisen

Daten der Probenahme

Probenehmer: Blumenthal Witterung: bemölet
 Entnahmedatum: 1.6.11

Messungen vor Probenahme

Wasserspiegel ab OK-Rohr: 26.0m Pumpentyp: Grundfos MP1
 Einbautiefe Pumpe ab OK-Rohr: 28.0m

Messungen während Probenahme:

Zeit	Wasserstand	Q l/min	Menge tot.	Temp.	Leitf.	O2	pH	Bemerkungen (Geruch, Farbe)
13:25	26.0	1.8	✓	12.7	659	11.8	7.1	neutral leicht trüb
13:40	26.2	1.5	7.5	17.6	663	10.8	7.1	" " "
13:45	26.2	1.8	15.0	17.6	661	11.0	7.0	" " "
13:50	26.2	1.5	22.5	13.4	664	10.5	7.0	" " "
13:55	26.2	1.5	30.0	13.7	669	10.2	7.0	" klar farblos
14:00	26.2	1.5	37.5	13.7	669	9.5	7.0	"
14:05	26.2	1.5	45.0	13.7	663	9.5	7.0	Probenahme
								Probenahme

Messungen nach Probenahme:

Pumpendauer total: ca. 30 Min Wasserspiegel ab OK-Rohr: 26.0m

Ort, Datum: Hatwil 1.6.11 Unterschrift: L. Blumenthal

Protokoll: Probenahme von Grundwasser

Auftragsnummer _____

Basisdaten

Probenahmestelle: 1613 2/09

Rohrdurchmesser: 4.5"

Ort: Hatmit - KNOXAV

Rohrmaterial: PVC

Daten der Probenahme

Probenehmer: Blumenthal

Witterung: bedeckt

Entnahmedatum: 1.6.11

Messungen vor Probenahme

Wasserspiegel ab OK-Rohr: 19.5m

Pumpentyp: Grundfos MP1

Einbautiefe Pumpe ab OK-Rohr: 22m

Messungen während Probenahme:

Zeit	Wasserstand	Q l/min	Menge tot.	Temp.	Leitf.	O2	pH	Bemerkungen (Geruch, Farbe)
9:45	19.5	3	✓	12.2	731	5.6	6.9	neutral klar farblos
9:50	19.7	3	15	12.0	738	6.2	6.9	" " "
9:55	19.6	3	30	12.6	733	7.0	6.9	" " "
10:00	19.8	3	45	12.6	722	8.6	7.0	" " "
10:05	19.5	3	60	12.7	723	8.8	7.0	" " "
10:11	19.5	3	75	12.2	723	8.8	7.0	" " "
10:15	19.5	3	90	12.8	721	8.8	7.0	Probenahme
								Probenahme

Messungen nach Probenahme:

Pumpendauer total: ca 30 Min

Wasserspiegel ab OK-Rohr: 19.5m

Ort, Datum: Hatmit 1.6.11

Unterschrift: [Signature]

Fotodokumentation



KB 5 / 11, Foto vom 07.03.2011



KB 5 / 11, Foto vom 07.03.2011



KB 6 / 11, Foto vom 07.03.2011



KB 6 / 11, Foto vom 07.03.2011