

Deponie Maienbühl, Riehen (BS)
Technische Untersuchung I.Etappe
Bericht

1511039.002

25. Juli 2006

Geotechnisches Institut

Aktiengesellschaft

Zertifiziert nach ISO-Norm 9001
Zertifikat Nr. 59409A / 16.7.1999

www.geo-online.com
info@geo-online.com

4002 Basel, Hochstrasse 48	Tel. 061 / 365 28 00	Fax 061 / 365 23 79	info.bs@geo-online.com
3007 Bern, Gartenstrasse 13	Tel. 031 / 389 34 11	Fax 031 / 381 31 15	info.be@geo-online.com
2022 Bevaix, Rue du Collège 9	Tel. 032 / 846 24 61	Fax 032 / 846 24 63	info.ne@geo-online.com
4500 Solothurn, Niklaus-Konrad-Str. 8	Tel. 032 / 625 75 85	Fax 032 / 625 75 88	info.so@geo-online.com
3700 Spiez, Postfach 474, Seestrasse 22	Tel. 033 / 650 72 82	Fax 033 / 650 72 88	info.sp@geo-online.com
9000 St. Gallen, Falkensteinstrasse 27	Tel. 071 / 244 56 60	Fax 071 / 244 56 34	info.sg@geo-online.com
2882 St-Ursanne, Fabrique de Chaux 65	Tel. 032 / 461 20 40	Fax 032 / 461 20 42	info.ju@geo-online.com
8050 Zürich, Wallisellenstrasse 5	Tel. 01 / 315 70 30	Fax 01 / 311 44 82	info.zh@geo-online.com
A-8010 Graz, Krenngasse 13	Tel. +43/316/821444-10	Fax +43/316/821444-30	info.graz@geo-online.com

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Ausgangslage	4
2	Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen	5
2.1	Technische Untersuchung	5
2.2	Laufende Überwachung	7
3	Geologische Verhältnisse	7
4	Hydrogeologische Situation	7
4.1	Felsgrundwasser	7
4.2	Oberflächennahes Sickerwasser	8
4.3	Wasserzutritt zur Deponie	9
5	Ausgeführte Arbeiten	9
5.1	Errichten neuer Grundwassermessstellen	9
5.2	Entnahme von Sickerwasserproben	10
5.3	Entnahme von Quellwasserproben	10
5.4	Entnahme von Wasserproben aus dem Aubach	11
6	Untersuchungsergebnisse	11
6.1	Sickerwasseranalysen	11
6.2	Quellwasser- und Bachwasseranalysen	12
6.3	Isotopenuntersuchungen	13
7	Folgerungen	14
7.1	Emissionsverhalten der Deponie	14
7.2	Immissionen in die hintere Auquelle und den Aubach	15
7.3	Bewertung nach Altlastenverordnung	15

Beilagenverzeichnis

Beilage	1 Situation 1:5'000 in der Übersicht
Beilage	2 Wasseranalytik: Laborergebnisse tabellarische Aufbereitung
Beilage	3 Wasseranalytik: Laborergebnisse als Zeitreihen
Beilage	4 Abschätzung des durch die Quellen im Aural entwässerten Anteils am Maienbühl
Beilage	5 Entwässerung des Maienbühlhofs im Verlauf der Zeit
Beilage	6 Geologische Schnitte A A und B B

Anhang 1:

Geologisch-paläontologisches Institut der Uni Basel: Vorgezogene Massnahmen Voruntersuchung Deponien Maienbühl und Mänden: Bericht Nr. BS-Riehen F-20b vom 18.5.05.

Anhang 2:

Längsuntersuchung Aubach: Bericht AUE Labor und Rheinüberwachungsstation dat. 23.5.05

Anhang 3:

Deponien im Maienbühl: Untersuchung Sickerwasser Direct Push: Bericht AUE Labor und Rheinüberwachungsstation dat. 27.12.06

Anhang 4:

Vorgezogene Massnahmen Voruntersuchung Deponien Maienbühl und Mänden: Einzugsgebietshydrologie Untersuchungsphase III: Bericht Geol.-pal. Institut, BS-Riehen F-20C vom 20.12.05

Anhang 5:

Zustand der belasteten Standorte I4A „Steingrubenweg“ und I6A „Im Maienbühl“ in Riehen: Berichtsjahr 2005: Amt für Umwelt und Energie, Labor- und Rheinüberwachungsstation

Deponie Maienbühl, Riehen BS

Technische Untersuchung I. Etappe

I Ausgangslage

Die auf dem Gebiet der Gemeinde Riehen (BS) gelegene Deponie Maienbühl (Zentrumskoordinaten ca. 617'680/270'900) ist im Deponiekataster des Kantons Basel-Stadt unter der Nummer 16A verzeichnet. Aufgrund einer im Jahre 1992 durchgeführten technischen Untersuchung sowie unter Berücksichtigung der in der hinteren Auquelle festgestellten Spurenbelastung des Grundwassers gilt der Standort heute als überwachungsbedürftig.

Da die Untersuchungen von 1992 gemäss den Vorgaben der TVA¹ und nicht nach der Altlastenverordnung (AltIV)², welche damals noch nicht existierte, vorgenommen worden sind, hat sich die Gemeinde Riehen entschieden, die Deponie Maienbühl gemäss den heute geltenden Kriterien der AltIV erneut, bzw. ergänzend technisch untersuchen zu lassen. Insbesondere soll abgeklärt werden, ob neben dem Überwachungsbedarf ggf. auch ein Sanierungsbedarf für den Standort besteht. Diese Untersuchungen werden in Etappen durchgeführt. Basis dazu bildet das Pflichtenheft vom 4.2.05³. Der vorliegende Bericht umfasst die Ergebnisse der ersten Untersuchungsetappe, welche vor allem die Ermittlung der Sickerpfade im seitlichen Umfeld der Deponie beinhalten. Zudem sollten die Untersuchungen des Geologisch-paläontologischen Instituts vertiefte Kenntnis über die Verweilzeit des aus dem Deponiekörper dringenden Sickerwassers im Boden sowie über die prozentualen Anteile an Felsgrundwasser und oberflächennahem Hangwasser des Wassers der Auquelle liefern.

Das Ziel war somit die Erfassung der Emissionssituation des Deponiestandortes zum heutigen Zeitpunkt. Angaben zum Deponieinhalt, wozu auch die bestehenden Angaben aus dem Jahr 1992 zu berücksichtigen wären, sind nicht Inhalt des vorliegenden Berichtes.

Die Deponie Maienbühl wurde in einem ehemaligen Steinbruch angelegt, welcher sich zur Betriebszeit über die Landesgrenze bis auf das Gemeindegebiet Inzlingen (D) erstreckte. Im deutschen Teil des Steinbruchs wurde ebenfalls abgelagert. Dieser Standort wird bei der deutschen Behörde als Deponie Mönden geführt. Beide Deponien wurden in unterschiedlichen Zeiträumen verfüllt, bilden seit Ende der 70er Jahre aber eine zusammenhängende Ablagerung.

¹ Technische Verordnung über Abfälle vom 10.12.90, Stand 29.6.04

² Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlastenverordnung vom 26.8.98, Stand 28.3.00)

³ Gemeinde Riehen, Deponie Maienbühl: Technische Untersuchung, Gesamtkonzept und Pflichtenheft I. Etappe. Bericht Geotechnisches Institut Nr. 1511039.001 vom 4.2.05

2 Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen

2.1 Technische Untersuchung

Eine technische Untersuchung der Deponie Maienbühl erfolgte im Jahr 1992. Sie sollte zum einen die TVA-Konformität des Standortes im Hinblick auf den Weiterbetrieb beurteilen und zum andern die von der Deponie ausgehende Gefährdung abschätzen. Deren Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Deponieinhalt:	<p>Insgesamt wurden 7 Sondierbohrungen innerhalb des Deponiekörpers und weitere 5 Bohrungen im Fussbereich ausgeführt. Sie ergaben ein Bohrgut, welches die Verwendung der Deponie zur Ablagerung von Siedlungs- und Gewerbeabfällen aber auch von Aushub und Bauschutt widerspiegelt. Das Deponiegut wird bereichsweise als „stark chemisch riechend“ beschrieben. Auch finden sich Beschreibungen von gelben, violetten und blauen Verfärbungen des Bohrgutes. Die untersuchten Feststoffproben zeigen z.T. eine deutliche organische Belastung. So wurde 1992 in der Bohrung 2417 ein Kohlenwasserstoff-Gesamtgehalt von 7'630 mg/kg⁴ in der Bohrung 2423 ein maximaler AOX-Wert von 85 µg/l im TVA-Eluat gemessen. Die Belastung mit Schwermetallen ist als eher gering und als typisch für Bauschutt zu bezeichnen.</p> <p>Die analysierten Sickerwässer der Deponie Maienbühl wiesen alle erhöhte AOX-Werte auf (Messstelle 2405 981 µg/l). Die Purge&Trap-Analysen haben zudem Belastungen mit Xylol (50 µg/l in 2423) und Dichlormethan (122 µg/l in 2418) ergeben. In verschiedenen Messstellen war zudem ein deutlich erhöhter Ammoniumwert messbar (Maximum 41.1 mg/l in 2419).</p> <p>Die Bodenluftanalysen haben ergeben, dass im Deponiekörper nach wie vor Abbauprozesse im Gange sind (Stand 1992: Methankonzentrationen bis 19.4 Vol%; zum Vergleich: Der in der AltIV definierte Konzentrationswert beträgt 1 Vol%), und dass im Deponiekörper FCKW vorhanden sind.</p> <p>GC-MS-Screenings oder eine spezifische Untersuchung auf organische Einzelsubstanzen ist dazumal nicht erfolgt.</p>
Grubenform:	<p>Die aufgrund der Sondierbohrungen rekonstruierte Grubenform geht aus den geologischen Profilen in der Beilage 2 des Berichtes von 1992 hervor. Sie zeigt hangseitig eine relativ steile Felswand, wo der Sandsteinabbau stattgefunden hat. Sie lässt aber auch eine relativ unregelmässige Form der Grubenbasis erkennen, was vermutlich auf das Vorhandensein von Felsabraum zurückzuführen ist. Erkennbar in Pro-</p>

⁴ Dieser Wert ist zumindest teilweise auf die Einlagerung von Belagsresten zurückzuführen. Darauf deutet auch der „qualitative Hinweis auf PAK“ im Laborbericht hin.

	fil 2 ist auch, dass die Deponien Maienbühl und Münden heute einen zusammenhängenden Ablagerungsstandort bilden.
Höhenkoten:	<p>Folgende Höhenkoten sind für hydrogeologische Überlegungen wichtig:</p> <p>Terrainkote: ca. 376-378 m ü.M.⁵</p> <p>Deponiefuss (Maienbühl): ca. 363 m ü.M</p> <p>Sickerwasserhorizont: ca. 351-353⁶ m ü.M.</p> <p>vermuteter Grundwasserstauer (Rotliegendes): ca. 307-303 m ü.M.</p> <p>Auquelle: ca. 303 m ü.M.</p>
Abschätzung der von der Deponie ausgehenden Gefährdung	<p>Der Bericht kam 1992 unter anderem zum Schluss,</p> <ul style="list-style-type: none"> – dass es sich nicht um eine reine Inertstoffdeponie handelt – dass in der Deponie ausser Siedlungs- und Bauabfällen auch Gewerbe- und Industrieabfälle vorhanden sind – dass von der Deponie Wasseremissionen ausgehen, diese anorganisch und organisch belastet sind und dadurch Grundwasser aus dem Buntsandstein gefährden sein kann. – dass die Deponie vermutlich keinen ausreichend dichten natürlichen Untergrund aufweist und somit eine Versickerung von Deponiewässern in den Buntsandstein denkbar ist. – dass gegenwärtig (1992) aufgrund von Verdünnungseffekten kein unmittelbarer Handlungsbedarf in bezug auf eine Gefährdung der Umwelt durch Deponieemissionen gegeben ist – dass der Deponieinhalt aber aufgrund des biologischen Abbaus von Abfällen⁷ hochaktiv ist und dadurch eine Mobilisation und eine Emission von Stoffen anorganischer und organischer Natur möglich ist, welche bezüglich der Anzahl und der Konzentration an Stoffen umfangreicher bzw. höher sein können, als bisher in den Deponiesickerwässern nachgewiesen. Es wurde deshalb eine Überwachung für eine Zeitdauer von mindestens 5 Jahren gemäss den Vorgaben der TVA vorgeschlagen⁸
Weiterbetrieb als Inertstoffdeponie	Ein Weiterbetrieb der Deponie als Inertstoffdeponie wurde nicht ausgeschlossen. Jedoch wurden die diesbezüglich gem. TVA zu erfüllenden Bedingungen aufgezählt.

Der auf deutscher Seite gelegene Grubenteil Münden ist noch nicht technisch untersucht.

⁵ Deponieoberfläche, Kompostplatz

⁶ Anlässlich der Sondierarbeiten bis ca. 360 m ü.M.

⁷ Die Abbauprozesse beziehen sich insbesondere auf eingelagerte Siedlungs- und Grünabfälle.

⁸ Die damalige Situation sowie der weitere Untersuchungs- oder Massnahmenbedarf war nach TVA zu beurteilen.

2.2 Laufende Überwachung

Das Labor des AUE überwacht im Auftrag der Einwohnergemeinde Riehen gem. den Auflagen des AUE BS ausgewählte Messstellen im Deponiebereich, sowie die Auquellen und den Aubach, (vgl. Kapitel 7.2).

3 Geologische Verhältnisse

(Geologisches Profil in Beilage 6)

Die Deponie Maienbühl liegt geologisch im Bereich der Dinkelbergplatte, einem vorwiegend aus Triasgesteinen aufgebauten Sedimentpaket an der Südflanke des Schwarzwaldgebirges. Die Deponien wurden in ehemaligen Steinbrüchen angelegt, in welchen Buntsandstein als Baustein abgebaut worden ist. Dieser bildet auch den Felsuntergrund unter den Deponiekörpern. Die Buntsandsteinschichten sind flach gelagert mit einem sehr schwachen Einfallen gegen SW. Gegen Norden werden sie von den Gesteinen des Wellengebirges überlagert. Gegen Westen sind die Buntsandsteinschichten durch mit Keupergestein erfüllte Gräben begrenzt.

Lithologisch handelt es sich beim Buntsandstein um bunte, vorwiegend rote, z.T. glimmerführende Tone und Silte sowie um glimmerführende bis glimmerreiche Sandsteine und Sandsteinknauer. Anlässlich der Sondierkampagne von 1992 wurden im Bereich der Deponie Maienbühl eher siltig-tonige Gesteinsausbildungen erbohrt, was auf eher wasserstauende Verhältnisse hindeutet. Im Bereich des Deponiefusses dagegen waren kavernöse Auslaugungserscheinungen erkennbar, was wiederum auf eine gewisse Wasserwegsamkeit hindeutet.⁹

4 Hydrogeologische Situation

4.1 Felsgrundwasser

Im Bereich der zu untersuchenden Deponien am Dinkelberg gibt es kein eigentliches zusammenhängendes Grundwasservorkommen. Die Wasservorkommen beschränken sich auf Felsgrundwasser (Karstwasser) und Schichtwasser, welches an geeigneten Stellen in sogenannten Karst-, Stau- und Schichtquellen zutage tritt. Zu diesen gehören auch die Auquellen, welche ca. 650 bis 800 m südwestlich der Deponien im Autäli zutage treten. Die Speisung dieser Quellen erfolgt vermutlich z.T. aus oberflächennahen Lockergesteinsschichten und z.T. mit Wasser aus dem Buntsandstein.

Das Quellwasser der „Vorderen Auquelle“ wird für die Wasserversorgung der Gemeindebrunnen genutzt. Das Wasser der „Hinteren Auquelle“ dagegen wird seit Jahren in den

⁹ Geotechnisches Institut AG, Bericht 1992

Aubach abgeleitet¹⁰, der teils offen, teils eingedolt dem Talboden von Riehen zufließt. Dort durchquert er die weitere und engere Schutzzone für die Grundwasserfassungen Lange Erlen und mündet in den Alten Teich.

Im unmittelbaren Bereich der Deponie selbst wurden keine Quellwasseraustritte festgestellt, die auf Schicht- bzw. Formationswasser im Buntsandstein schliessen lassen. Auf wasserwegsame Horizonte im Buntsandstein weist aber das am Fuss der Deponie teilweise in Sondierbohrungen vorhandene Wasser hin. Es zirkuliert hier in durchlässigen Horizonten der Glimmersandsteine zwischen Kote ca. 356.50 m ü.M. und Kote ca. 351.50 m ü.M. Eine erhöhte Wasserwegsamkeit der Glimmersandsteine scheint dabei zwischen Kote ca. 353.00 m ü.M. und Kote ca. 351.50 m ü.M. gegeben zu sein. Höhenmässig liegen diese wasserführenden Buntsandsteinhorizonte ca. 6 - 8 m unter der aus dem Höhenlinienverlauf ableitbaren, ursprünglichen Grubensole des ehemaligen Steinbruchs. Ein Einstau des Deponiefusses durch das Felsgrundwasser ist nicht gegeben. Der StauhORIZONT für das Sickerwasser wird vermutlich durch die Gesteinsschichten des Rotliegenden gebildet (Beilage 6, geol. Profile). Diese liegen auf Kote ca. 303-310 m ü.M. Das sich hier sammelnde Sickerwasser tritt u.a. in der hinteren Auquelle wieder zutage.

Der Abstrombereich des Standortes Deponie Maienbühl, wie ihn die Altlastenverordnung definiert, kann aufgrund der speziellen hydrogeologischen Situation nur in den Quellen im Aual erfasst werden. Die im Fussbereich der Deponie liegenden Messstellen S2,S3, 2421, 2422 und 2406, welche das aus dem Deponiekörper in den Felsuntergrund dringende Sickerwasser erfassen, gelten im hydrogeologischen Sinne nicht als Abstrombereich des Standortes. Analysewerte aus diesen Messstellen sind als Messungen am Standort zu interpretieren¹¹.

Die Deponie Maienbühl liegt im Gewässerschutzbereich B¹².

4.2 Oberflächennahes Sickerwasser

Niederschlagswasser, welches nicht durch die Pflanzen aufgenommen wird oder direkt verdunstet (Anteil Evapotranspiration, vgl. Anhang 4), versickert in die Tiefe -im vorliegenden Fall in den Buntsandstein-, kann sich aber -abhängig von vorhandenen Wegsamkeiten- teilweise auch in den oberflächennahen Deckschichten (Löss, Gehängelehm) pa-

¹⁰ Eine Nutzung erfolgte seither nicht, da die Leitung defekt ist und zurzeit kein Bedarf besteht. Es gibt keine entsprechenden Archivunterlagen.

¹¹ Sickerwasser aus dem Deponiekörper dringt, der Schwerkraft folgend in Spalten und Klüften des Buntsandsteins in die Tiefe. Aufgrund der inhomogenen und anisotropen Klüftung des Gesteins kann es bei diesem Vorgang auch zu einer gewissen lateralen Verbreitung des Sickerwassers im Gestein kommen („glockenförmige Ausbreitung“). Der Abstrombereich per Definition liegt aber klar unterhalb des Deponiefusses im Bereich des Grundwasserstauers (in diesem Fall vermutlich das Rotliegende, erst hier ist möglicherweise eine zusammenhängende Grundwasserschicht vorhanden!), welcher sich im Bereich der Auquelle mit der Hanglinie schneidet, was zu besagtem Quellaustritt führt.

Die Definition „Abstrombereich“ im Bericht des Labors AUE ist entsprechend zu korrigieren.

¹² Gewässerschutzbereiche und Grundwasserschutzzonen im Kanton Basel-Stadt Plan Nr. GPI 100/36 Ausgabe November 1982 (nach wie vor gültig). Dies entspricht nach heutiger Nomenklatur dem Bereich ausserhalb Au

rallend zur Terrainoberfläche fortbewegen. Solche Wässer wurden in den neu errichteten Piezometerrohren im Umfeld der Deponie nachgewiesen.

4.3 Wasserzutritt zur Deponie

Wasserzutritte in den Deponiekörper können auf zwei Arten erfolgen:

- Im unversiegelten, bzw. nur durch eine siltige Deckschicht versiegelten Bereich der Deponieoberfläche durch versickernde Niederschläge. Die einfache rechnerische Abschätzung der auf diese Weise dem Deponiekörper zuzickernde Regendwassermenge ergibt ca. 1.18 l/min (zum Vergleich, die Schüttung der Auquelle beträgt ca. 50 l/min).
- Durch oberflächennahes Sickerwasser, welches aus der ehemaligen Steinbruchwand dringt, und auf diese Weise in den Deponiekörper gelangt. Der Anteil des auf diese Weise zutretenden Wassers kann kaum abgeschätzt werden, wird aber generell als gering angesehen¹³. Ein punktuell erhöhter Sickerwasserzutritt entstand in der Vergangenheit möglicherweise durch das im Bereich des Maienbühlhofes anfallende Meteorwasser. Dieses wurde von ca. 1975 bis Juni 2006 unmittelbar nordöstlich des Steinbruches durch in der Wiese verlegte Drainagerohre zur Versickerung gebracht¹⁴. Durch die Errichtung des neuen Retentionsweihers mit Überlauf und Anschluss an die Kanalisation¹⁵ ist diese Situation heute nicht mehr gegeben. Ein Wasserzutritt aus diesem Bereich ist deshalb nicht mehr anzunehmen.

Dagegen wurde der Hartbelag der Kompostieranlage erst 1996 erstellt. Dessen Entwässerungssystem entspricht somit den heutigen technischen Anforderungen. Ein Wasserzutritt aus diesem Bereich ist ebenfalls nicht anzunehmen.

5 Ausgeführte Arbeiten

5.1 Errichten neuer Grundwassermessstellen

Das Ziel der ersten Untersuchungsstufe ist wie erwähnt die Abklärung des Emissionsverhaltens der Deponie zum heutigen Zeitpunkt. Bis anhin war zwar bekannt, dass Sickerwässer aus dem Deponiekörper im Fussbereich in den unterliegenden Buntsandstein dringen. Unbekannt war, ob dies der einzige Freisetzungspfad ist, oder ob ggf. auch mit seitlich aus dem Deponiekörper austretenden Sickerwässern gerechnet werden muss. Die Beantwortung dieser Frage setzte die Schaffung von Sickerwasserbeprobungsstellen im Umfeld des Standortes voraus, da keine solchen vorhanden waren. Da Sondierungen

¹³ Wie im Bericht des GI von 1992 beschrieben, liegen diejenigen Bereiche des Buntsandsteins, welche das Sickerwasser aufstauen können, unterhalb der Steinbruchsohle (vgl. auch Abschnitt 1.3.1).

¹⁴ Für Details vgl. Pläne Gemeinde Riehen, Pläne Nr. 342.06D, 21.5.97; 342.10E, 26.5.97; 342.11E, 22.5.97; 342.12D, 30.5.97; 342.13D, 2.6.97; 342.15C, 6.10.97

¹⁵ Für Details vgl. Plan Gemeinde Riehen, Nr. 802.51/101: Maienbühlsträsschen 31, Maienbühlhof: Neubau Milchviehstall, Grundriss 2

immer nur Nadelstiche sein können und die Erschliessung von allfälligen Sickerwässern somit nicht a priori gegeben ist, wurde ein zweistufiges Verfahren gewählt. Im ersten Schritt wurden mit Hilfe der Multielektroden-Geotechnik Linienprofile geschossen (vgl. Anhang I). Diese zeigten zweidimensional anhand der im Boden gemessenen Leitfähigkeiten, wo die Wahrscheinlichkeit am grössten ist, dass im Untergrund Sickerwasser zirkuliert. Im zweiten Schritt wurde in den detektierten Bereichen Sondierungen mit der Direct Push Methode ausgeführt und die Sondierlöcher mit Kleinpiezometerrohren (\varnothing 24 mm) versehen. Es handelt sich um insgesamt 6 Stellen (vgl. Beilagen 1 und 6 sowie Anhang I) mit einer Tiefe von ca. 4-7 m. Diese Messstellen können nicht mit Sondierbohrungen verglichen werden. Zum einen wurde nur in Einzelfällen Kernmaterial entnommen (Sondierungen B1, B2, D2, E1, F1 und H2)¹⁶. Zum anderen durchdringen diese Sondierungen nur die oberflächennahen Deckschichten und geben dadurch keine Auskünfte über Gesteinsstrukturen wie Klüfte, Spalten etc.

Diese Arbeiten wurden vom Geologisch-paläontologischen Institut der Uni Basel (GPI) wurden in Zusammenarbeit mit der Uni Tübingen durchgeführt¹⁷.

5.2 Entnahme von Sickerwasserproben

Wie zu erwarten war, blieben die neu errichteten Piezometerrohre anlässlich der Erstellung trocken. Erst nach der Niederschlagsperiode vom 19.05.05 konnten sie erstmals beprobt werden. Eine zweite Beprobung wurde am 29.9.05 vorgenommen. Aufgrund der geringen Zuflussrate war das Fördern des Grundwassers mittels Pumpe nicht möglich. Es mussten Schöpfproben entnommen werden. Zudem war vor allem anlässlich der zweiten Beprobung nur in einzelnen Messstellen überhaupt Sickerwasser vorhanden. Alle Beprobungen und Analysen erfolgten durch das Labor des AUE BS. Für die Definition der beprobten Parameter sei auf Kapitel 3.1 verwiesen.

5.3 Entnahme von Quellwasserproben

Im Autal sind folgende Quellen am 27.10.04 und 10.2.05 untersucht worden:

- Hintere Auquelle
- Quellen Zollhaus 1 und Zollhaus 2 (Tschamberquelle, nur 10.2.05)

Auf eine Beprobung der vorderen Auquelle wurde verzichtet, da in dieser noch nie Schadstoffe nachgewiesen worden sind.

¹⁶ Der detaillierte geologische Beschrieb findet sich Anhang I

¹⁷ Geologisch-paläontologisches Institut der Uni Basel: Vorgezogene Massnahmen Voruntersuchung Deponien Maienbühl und Mänden: Bericht Nr. BS-Riehen F-20b vom 18.5.05 (Anhang I)

5.4 Entnahme von Wasserproben aus dem Aubach

Der Aubach ist am 27.10.04 und am 10.2.05 an folgenden Stellen untersucht worden:

- Zuflüsse Mühlebach und Erstelbach
- unterhalb Quellen Zollhaus
- oberhalb hintere Auquelle
- unterhalb hintere Auquelle

Die erste Beprobung erfolgte nach einem heftigen Regenereignis (40 mm Niederschlag innerhalb 36 h). Die zweite Probenahme erfolgte nach einer längeren Trockenperiode.

6 Untersuchungsergebnisse

6.1 Sickerwasseranalysen

Die Ergebnisse der ersten Beprobung von Sickerwässern aus den neu erstellten Piezometerrohren sind Inhalt der Beilagen 2 und 3. Sie lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Weder in den Messstellen hangseits noch in denjenigen talseits der Deponie konnte in den Screenings der Wasserproben Stoffe, welche im Deponiesickerwasser oder der hinteren Auquelle vorkommen, festgestellt werden (Nachweisgrenze von 0.05 µg/l).
- Es wurde sowohl in den Messstellen hangseits als auch in denjenigen talseits des Deponiekörpers Borat nachgewiesen, wobei der unterhalb der Deponie beobachtete Wert im Pegel F_B1 am höchsten war.
- Sowohl in den Messstellen hangseits als auch in denjenigen talseits der Deponie wurden geringste Spuren von chlorierten Lösungsmitteln gemessen.
- Im hangseitig gelegenen Pegel F_X6 wurde Bromid in ähnlich hoher Konzentration wie in der Auquelle nachgewiesen.

Aufgrund der sehr geringen vorhandenen Sickerwassermengen und der damit verbundenen Schwierigkeiten bei der Probenentnahme sind die folgenden, bedingt aussagefähigen Schlüsse zu ziehen:

- Bei temporären Messstellen besteht die Gefahr, dass sich diese mit Regenwasser füllt, welches über den nicht vollständig wasserdichten Schacht von oben her eindringt. Beim analysierten Sickerwasser handelt es sich jedoch um Sickerwasser, welches den Messstellen aus den oberflächennahen (Schätzung: < 3 m Tiefe) Erdschichten zusickert.
- Das Labor AUE schliesst aus der Interpretation der geogenen (also natürlichen!) Parameter der Analyseergebnisse, dass das Wasser, das in den Beobachtungsrohren talseits der Deponie beprobt wurde, nicht das gleiche ist, das hangseits untersucht wurde. Als Schlussfolgerung wird dem ehemaligen Steinbruch eine gewisse Drainagefunktion zugesprochen. Dem ist aus geologischer Sicht entgegen zu hal-

ten, dass sich die geogenen Parameter des Sickerwassers aufgrund der Zusammensetzung des durchsickerten Untergrundes kleinräumig ändern können. Für weiterreichende hydrogeologische Schlussfolgerungen wäre ein wesentlich dichteres Messstellennetz als das vorhandene nötig. Unterschiede in der Sickerwassercharakteristik dürfen im vorliegenden Fall nicht zu hydrogeologisch nicht haltbaren Schlüssen verleiten.

- Der im hangseits gelegenen (Pegel F_X6) nachgewiesene Bromidwert wird als geogen eingestuft.
- Die nachgewiesenen Boratwerte sind typisch für Wasser aus dem Muschelkalk, wobei die talseitig gegen Inzlingen, im Pegel BI gemessene Konzentration möglicherweise auch durch Bauschutt¹⁸ beeinflusst ist.
- Die geringen CKW-Spuren sind gemäss der Aussage des Labor AUE vermutlich Artefakten. Sie sind nicht von Bedeutung.
- Die massgebenden Konzentrationswerte der Altlastenverordnung und der Gewässerschutzverordnung werden in keinem Fall überschritten.

6.2 Quellwasser- und Bachwasseranalysen

Am Wasser der Auquelle wurde neben den üblichen geochemischen und altlastenrelevanten Parameteren folgende Analysen durchgeführt:

Isotopenmessungen:

Isotopenmessungen auf das Verhältnis $^{18}\text{O}/^2\text{H}$ geben qualitative Hinweise auf die Verweildauer des analysierten Wassers im Felsgrundwasserleiter und somit erste Möglichkeiten zur Abschätzung von Fließzeiten¹⁹.

Siliziummessungen:

Anhand von Silizium-Messungen wird versucht, den Anteil an Felsgrundwasser aus grösserer Tiefe zu bestimmen²⁰.

In Bezug auf die Quell- und Bachwasseranalytik (Beilagen 2 und 3²¹) werden vom Labor AUE die folgenden Schlüsse gezogen:

- Die analysierten geogenen Parameter wie z.B. eine erhöhte elektrische Leitfähigkeit lassen gemäss Labor AUE auf eine lange Verweilzeit des Quellwassers im Un-

¹⁸ Im Bereich Maienbühlhof wird zurzeit intensiv gebaut, was möglicherweise einen Einfluss auf die oberflächennahen Sickerwässer hat.

¹⁹ Ursprünglich ebenfalls vorgesehenen Messungen auf Krypton und Tritium wurden bei der Konzeptbereinigung aus Kostengründen auf einen späteren Zeitpunkt verschoben. Mit solchen Messungen könnte die Verweildauer von Sickerwasser im Untergrund auf seinem Weg vom Versickerungsort Maienbühl bis zum Austritt in der Auquelle quantifiziert werden.

²⁰ Felsgrundwasser zirkuliert im Buntsandstein. Dieser ist sehr siliziumreich (Quarzsandstein), was sich im Wasserchemismus widerspiegelt.

²¹ Die Beilagen 2 und 3 enthalten die tabellarische Aufbereitung der wichtigsten Messparameter sowie deren Darstellung als Konzentrationsverläufe über die Zeit. Zudem enthält der Anhang 5 die Tabellen der wichtigsten Messstellen mit der vollständigen Analytik inkl. Screeninginterpretation

tergrund schliessen. Darauf weisen auch die Silikatuntersuchungen hin (vgl. Anhang 4). Die entsprechenden Berechnungen des Geologisch-paläontologischen Instituts kommen auf Anteile des Quellwassers der Auquelle von 8-19% niederschlagsdominiertem Wasser und einen entsp. felsgrundwasserdominierten Anteil von 81-92 %.

- Der Sauerstoffgehalt wird vom AUE Labor mit 75 % als für eine Quelle unüblich tief interpretiert. Als Folgerung wird angegeben, dass das Wasser beim Durchsickern des Deponiekörpers mit organischen Verbindungen (u.a. aus Siedlungs- und Grünabfällen) belastet wird, die unter Sauerstoffzehrung abgebaut werden. Dem ist entgegen zu halten, dass selbst, wenn alles in der Deponie Maienbühl versickernde Wasser (hypothetische Worst case-Annahme, die Deponieoberfläche ist unversiegelt) in der Auquelle wieder zum Vorschein käme, dies einem Anteil von deutlich weniger als 10% entsprechen würde. Zudem zeigen die Analysen des AUE, dass die Sauerstoffsättigung des Sickerwassers unterhalb des Deponiekörpers zwar niedrig, aber nicht gleich Null ist. In diesem Sinne ist die Interpretation des Labors kaum oder nur ansatzweise zutreffend.
- Aufgrund der hang- und talseitig gemessenen Bromidgehalte lassen sich gemäss Labor AUE keine deponiespezifischen Schlüsse ziehen.
- Die Quellwasseranalysen haben nur in der hinteren Auquelle geringe Spuren der auch unterhalb des Deponiekörpers nachweisbaren Wirkstoffe ergeben. Solche Stoffe konnten in den Zollhausquellen nicht nachgewiesen werden.
- Ergänzend ist zu erwähnen, dass nicht alle Wirkstoffe, welche unter dem Deponiekörper im Sickerwasser nachgewiesen werden, auch in der hinteren Auquelle nachweisbar sind. Die massgebenden Konzentrationswerte der Altlastenverordnung und der Gewässerschutzverordnung werden -soweit vorhanden- in keinem Fall überschritten.
- Neben den erwähnten Schadstoffen wurden Fluorid (0.253 mg/l²²) sowie geringste Spuren chlorierter Kohlenwasserstoffe im Wasser der Auquelle nachgewiesen.

Die erwähnten Stoffe waren im Aubach nur unterhalb der hinteren Auquelle nachweisbar und stammen somit aus dem Überlauf derselben in den Bach. Oberhalb der hinteren Auquelle wiesen weder der Aubach noch seine Zuflüsse entsprechende Spuren auf.

Entsprechende Details sind dem Bericht des AUE-Labors (Anhang 2) zu entnehmen.

6.3 Isotopenuntersuchungen

Mit Isotopenuntersuchungen wollte das Geologisch-paläontologische Institut die Verweilzeit des in der Auquelle zutage tretenden Quellwassers im Untergrund nachweisen. Allerdings lassen die im entsprechenden Bericht (Anhang 4) dargelegten Ergebnisse nur ansatzweise entsprechende Folgerungen zu. Der Bericht kommt zum Schluss, dass „eine Grundwasseranreicherung ganzjährig stattfindet“ (Anhang 4). Dies wird dahingehend interpretiert, dass im Bereich Maienbühl versickerndes Niederschlagswasser nicht auf prä-

²² Konzentrationswert AltIV 1.5 mg/l

ferentiellen Fließpfaden innert kurzer Zeit²³ zur Auquelle strömt. Es versickert im Fels und kommt erst nach einer gewissen Verweildauer wieder zum Vorschein. Diese Verweildauer lässt sich anhand der durchgeführten Isotopenuntersuchungen jedoch nicht quantifizieren²⁴.

7 Folgerungen

7.1 Emissionsverhalten der Deponie

Anhand der Ergebnisse der ersten Untersuchungsetappe lassen sich unter der eben genannten Voraussetzung die folgenden Aussagen machen (vgl. Sickerwasseranalysen, Beilagen 2 und 3 sowie Laborbericht AUE Anhang 5):

- Die Wasseraustritte und damit verbundene mögliche Schadstoffemissionen aus dem Deponiekörper beschränken sich zum heutigen Zeitpunkt auf das Sickerwasser im Buntsandstein unter der Deponiesohle. Es ergaben sich keine Hinweise auf einen relevanten seitlichen Austritt von belasteten Sickerwässern²⁵.
- Das Sickerwasser im unmittelbaren Deponiebereich ist mit Ammonium (40 mg/l) belastet und weist einen deutlich erhöhten DOC-Wert auf (10.4 mg/l, Messkampagne 2005), was auf die Ablagerung von Hauskehricht, Grünabfällen und Bau-schutt hindeutet. Des Weiteren fanden sich Spuren von LHKW, 1,1-Dichlorethen, 1,2-Dichlorbenzol, Dichlormethan und Benzol. Punktuell (Messstelle 2405) fanden sich auch die Pharmawirkstoffe Crotamiton-Produkt (73 µg/l), Crotamiton-Derivat (194 µg/l), Crotetamid-Derivat (75.6 µg/l), Crotetamid (274.5 µg/l) und Methylphenylsulfonate. Diese Stoffe fanden sich in den anderen Messstellen im Deponiebereich, wenn überhaupt, nur in geringsten Spuren. In der genannten Messstelle wurde auch ein sehr hoher AOX-Wert (786 µg/l) festgestellt.
- In der hangseitig zur Deponie oberhalb des Maienbühlhofes gelegenen Messstelle²⁶ wurde Bromid, Borat sowie geringe Spuren von chlorierten Kohlenwasserstoffen nachgewiesen. Diese sind geogen bedingt, bzw. ohne Bedeutung für die vorliegende Untersuchung (vgl. auch Kapitel 3.1)²⁷.
- Abschätzungen haben ergeben, dass der überwiegende Teil der im Bereich Maienbühl (und damit auch der Deponie Maienbühl) versickernden Niederschläge in den bekannten und im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen auch überwachten Quellen im Aotal wieder zu Tage treten (Beilage 4). Eine weiträumige Verfrachtung von relevanten Schadstoffmengen über das Felsgrundwasser (z.B. in die Langen Erlen) erachten wir als eher unwahrscheinlich. Die entsprechende Folgerung

²³ d.h. ein Zeitraum (Monate), in welchem saisonale Einflüsse des Niederschlagsgeschehens in der Quellschüttung spürbar wären (Besprechung mit GPI vom 10.5.06).

²⁴ Entsprechende Versuche (u.a. Tritium und Krypton-Analysen) sind wie erwähnt auf eine spätere Untersuchungsphase verschoben worden.

²⁵ In Bezug auf die im Fussbereich der Deponie gemessenen Werte sei auf das Kapitel 1.3.1 Felsgrundwasser verwiesen.

²⁶ Eine Beeinflussung durch Hofabwässer ist somit ausgeschlossen.

²⁷ Ergänzend ist dazu zu erwähnen, dass nur die oberflächennahen Sickerwässer untersucht worden sind. Das tiefliegende Felsgrundwasser wurde nicht erschlossen.

des Geologisch-paläontologischen Instituts der Uni Basel ist dem Anhang 4 zu entnehmen.

- Der Schadstoffaustrag aus der Deponie erfolgt heute nur über versickerndes Niederschlagswasser. Aufgrund der vertieften historischen Untersuchungen ist zwar davon auszugehen, dass der vorhandene drainierte Hartbelag die als kritisch anzusehenden Bereiche mehrheitlich umfasst. Allerdings sind die Ausbreitungspfade des Sickerwassers innerhalb des Deponiekörpers nicht bekannt. Regenwasser, welches in den nicht versiegelten Oberflächenbereichen eindringt, kann sich bis zu einem gewissen Mass auch seitlich ausbreiten und so vermeintlich geschützte Bereiche des Deponiekörpers benetzen. Insofern ist anzunehmen, dass sich der heutige Schadstoffaustrag aus dem Deponiekörper (eine unveränderte Situation vor Ort vorausgesetzt) in Zukunft nur unwesentlich verändern wird.

7.2 Immissionen in die hintere Auquelle und den Aubach

- Die in der hinteren Auquelle nachgewiesenen Substanzen entsprechen denjenigen, welche auch in den bis in den Buntsandstein reichenden Piezometerrohren im Deponiebereich nachweisbar sind. Der zeitliche Verlauf der Konzentrationen zeigt keine Zu- oder Abnahme²⁸. Einfache Frachtbetrachtungen zeigen, dass die jährlich durch die Auquelle ausgetragene Menge an Schadstoffen im Bereich von ca. 50 g liegt (vgl. dazu auch Beilage 6 des Berichtes Orientierende Untersuchung Altablagerung Mönchen).
- Dieselben Substanzen sind ebenfalls im Aubach unterhalb der hinteren Auquelle nachweisbar, wenn auch in sehr geringer Konzentration.
- Die Längsuntersuchungen des Aubaches ergaben -abgesehen vom eingeleiteten Wasser der Auquelle- keine Hinweise auf direkte Immissionen von Sickerwasser aus der Deponie.

7.3 Bewertung nach Altlastenverordnung

Die Deponie Maienbühl ist im heutigen Zustand basierend auf den vorliegenden Untersuchungsergebnissen aus unserer Sicht als überwachungsbedürftig bezüglich des Schutzgutes Grundwasser einzustufen²⁹. Das heisst, im Abstrombereich (in diesem Fall die hintere Auquelle³⁰) sind Substanzen, welche vom Standort stammen, nachweisbar. Dies ist eine Bestätigung der bisher angewandten Einstufung³¹.

²⁸ Schreiben AUE-Labor an die Gemeinde Riehen vom 23.5.05, vgl. auch Anhang 5

²⁹ Altlastenverordnung Art 9 Ziff I Buchst. b

³⁰ Die im Fussbereich der Deponie erstellten Messstellen repräsentieren wie erwähnt **nicht** den Abstrombereich gemäss Definition der Altlastenverordnung

³¹ Bei einer (bis anhin aufgrund fehlender Messstellen) nicht möglichen Beprobung des **unmittelbaren** Abstrombereiches sind für die Beurteilung möglicherweise auch noch andere (leichter abbaubare) Stoffe von Bedeutung.

Ob auch ein Sanierungsbedarf gegeben ist, hängt gemäss Altlastenverordnung Art. 9, Ziff 2, Buchst. a von der Einstufung der Auquelle (Wasserfassung von öffentlichem Interesse ja/nein) ab³².

8 Offene Fragen

Die bisherigen Untersuchungsergebnisse zeigen einen Zusammenhang zwischen den am Standort beobachteten Schadstoffen sowie denjenigen in der hinteren Auquelle auf.

Für die Deponie Maienbühl ist wie erwähnt ein Überwachungsbedarf gemäss den Vorgaben der Altlastenverordnung gegeben. Daraus abgeleitet ist aus der Sicht des Gutachters die Ausarbeitung eines Monitoring-Konzeptes unter Berücksichtigung der bis anhin durchgeführten Langzeitüberwachungen zu diskutieren. Dieses muss auch die Möglichkeit einer Beobachtung des Felsgrundwassers im Bereich der Staueroberfläche (Quellhorizont der hinteren Auquelle) enthalten (Errichtung neuer Grundwasserbeobachtungsstellen). In diesem Zusammenhang wäre auch die Verweilzeit des im Bereich Maienbühl versickernden Niederschlagswassers im Untergrund bis zu seinem Austreten als Quellwasser in der Auquelle von grossem Interesse³³.

Je nach Beurteilung des Status der Deponie nach Altlastenverordnung (überwachungs- oder sanierungsbedürftig, vgl. Kapitel 7.3) werden auch weiterführende Untersuchungs-massnahmen diskutiert werden müssen.

GEOTECHNISCHES INSTITUT AG

B. Vögtli

H.P.Noher












Sachbearbeitung: Dr. Beat Vögtli, dipl. Geologe

³² Die Auquelle besitzt eine rechtsgültig ausgeschiedene Schutzzone (Schutzonenplan Nr. GPI 100/40 vom November 1982; Gewässerschutzamt Basel-Stadt). Das Wasser wird zurzeit nicht genutzt, weil die Gemeinde keinen Bedarf hat und weil die Leitung unterbrochen ist.

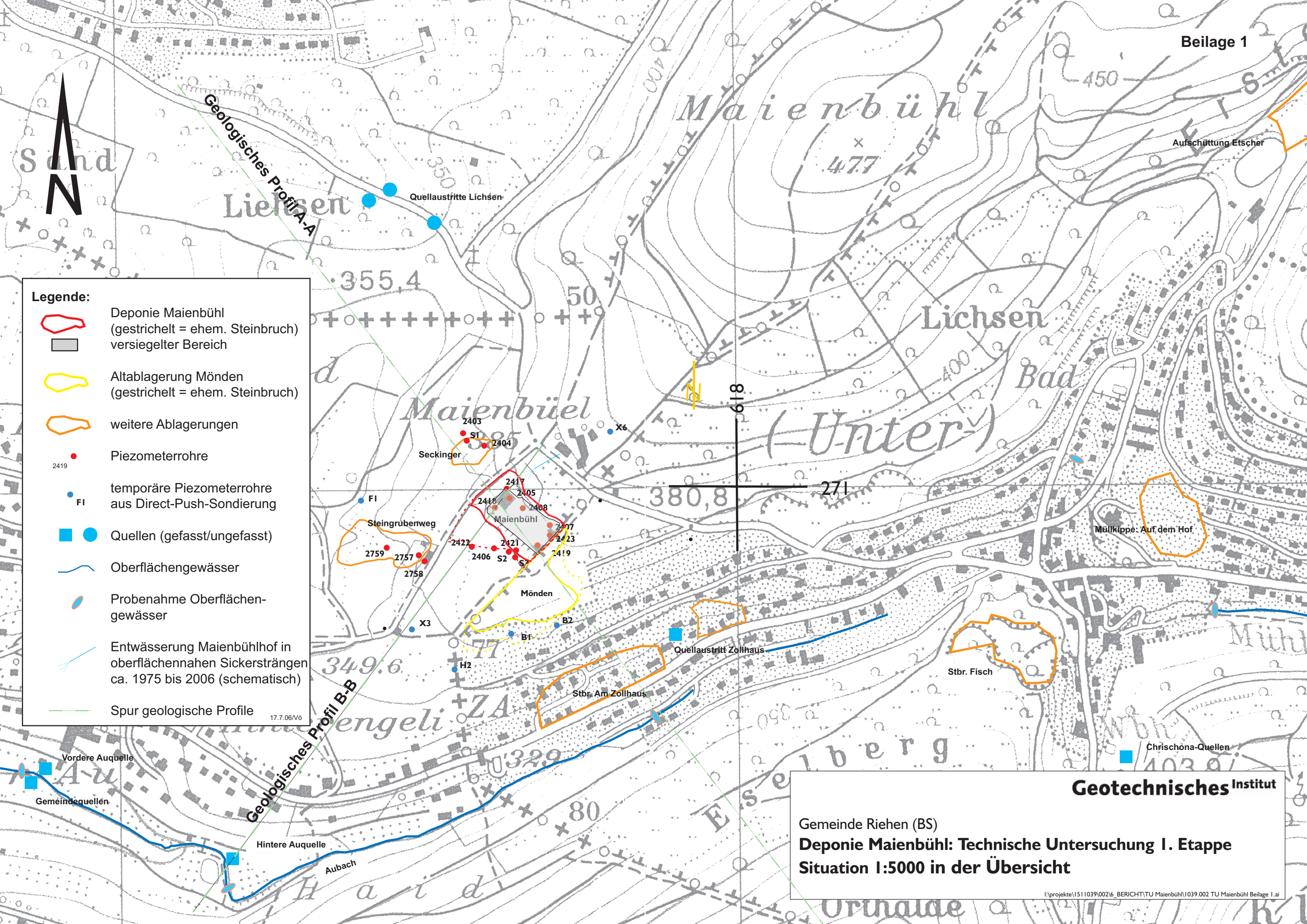
³³ z.B. für die Definition des Messrhythmus oder für die Qualitätskontrolle von Massnahmen im Bereich der Deponie



Legende:

-  Deponie Maienbühl (gestrichelt = ehem. Steinbruch)
-  versiegelter Bereich
-  Ablagerung Mönden (gestrichelt = ehem. Steinbruch)
-  weitere Ablagerungen
-  Piezometerrohre
-  temporäre Piezometerrohre aus Direct-Push-Sondierung
-  Quellen (gefasst/ungefasst)
-  Oberflächengewässer
-  Probenahme Oberflächengewässer
-  Entwässerung Maienbühlhof in oberflächennahen Sickersträngen ca. 1975 bis 2006 (schematisch)
-  Spur geologische Profile

17.7.06/V6



Geotechnisches Institut

Gemeinde Riehen (BS)
Deponie Maienbühl: Technische Untersuchung I. Etappe
Situation 1:5000 in der Übersicht

I:\projekte\1511039\00216_BERICHT\TU Maienbühl\1039.002 TU Maienbühl Beilage 1.ai

Gemeinde Riehen, Deponie Maienbühl
Wasseranalytik Piezometerrohre und Direct-Push-Messstellen 2: Zusammenstellung ausgewählter Messparameter seit Messbeginn

Beilage 2b

Table with columns for Halber Konzentrationswert AlHV and data columns for years 2421, 2422, and 2423. Rows include parameters like LEITFAEHIGKEIT_25°C, pH, SAUERSTOFF, DOC, AOX, BORAT, BROMID, CHLORID, FLUORID, NITRAT, TETRACHLORETHEN, AMMONIUM, and various Crotamiton derivatives.

Table with columns for Halber Konzentrationswert AlHV and data columns for years 2757, 2758, and 2759. Rows include parameters like LEITFAEHIGKEIT_25°C, pH, SAUERSTOFF, DOC, AOX, BORAT, BROMID, CHLORID, FLUORID, NITRAT, TETRACHLORETHEN, AMMONIUM, and various Crotamiton derivatives. Includes F_B1, F_B2, F_F1, F_H2 columns.

Table with columns for Halber Konzentrationswert AlHV and data columns for years F_S1, F_S2, F_S3, F_X3, and F_X6. Rows include parameters like LEITFAEHIGKEIT_25°C, pH, SAUERSTOFF, DOC, AOX, BORAT, BROMID, CHLORID, FLUORID, NITRAT, TETRACHLORETHEN, AMMONIUM, and various Crotamiton derivatives.

Gemeinde Riehen, Deponie Maienbühl

Wasseranalytik Bäche: Zusammenstellung ausgewählter Messparameter seit Messbeginn

Beilage 2d

	Halber Konzentrationswert Aktiv	Aubach unterhalb hintere Auquelle				Aubach oberhalb hintere Auquelle				Aubach verdolt in der Au																								
		27.10.04	10.02.05			10.02.05				24.08.93	23.11.93	01.03.94	31.05.94	30.08.94	01.09.94	29.11.94	07.03.95	06.06.95	03.10.95	05.12.95	18.03.96	11.06.96	04.09.96	28.11.96	03.03.97	26.06.97	14.07.97	19.09.97	13.11.97	03.03.98	27.05.98	20.08.98		
LEITFAEHIGKEIT_25°C	µS/cm	678	762			721				570	777	660	635	691		593	597	682	695	714	669	707	728	742	692	415	659	736	734	708	610	727		
pH	--	8.33	8.07			8.24				9	7.74	8.05	7.83	7.8		8	8.36	8.09	7.92	7.85	8.07	7.8	7.94	7.99	8.09	7.9	7.62	7.78	7.94	8.08	7.94	7.98		
SAUERSTOFF	mg O ₂ /L	9.94	12.5			12.7				7.8	11.5	11.8	10.1	8.1		11.3	11.8	9.5	9.7	11	11.1	8.9	9.2	11.3	10.8	9.4	8.8	8.9	10	11.8	9.7	7.7		
DOC	mg C/L									1.7	1	1.4	1	0.8		1.3	1.8	1.1	1	1.1	1	2	0.8	1.6	1	3.1	1.4	1	1.8	0.9	2	1.1		
AOX	µg Cl/L									4.3	2.6	3.8	2.8	3.7		3.7	8.7	4.3	4.6	3.4	3.4	3	3.3	5	5.2	5.8			5.4	5.5	3.4	4.4	3.3	
BORAT	µg B/L	59	26			26				41.4	24.1	24	26.1	32.3		<20	<20	<20	21.6	<20	22	32.5	28.1	27.1	25.6	40		20.3	45	21.5	67.9	27.2		
BROMID	mg Br/L	<0.01	0.019			0.016				<0.13	<0.03	0.27	0.26	0.23		0.44	0.116	0.078	0.11	0.11	0.13	0.15	0.28	0.27	0.26	0.19	0.19	0.38	0.19	0.2	0.19	0.24		
CHLORID	mg Cl/L	10.7	14.3			13.7				14.7	15.9	14.2	12.74	14.3		13.74	12.2	13.3	16.2	13.9	15.1	14.2	16.1	28.1	14.2	9.06	14.6	16.3	16.2	16.8	14	15.5		
FLUORID	mg F/L	0.112	0.072			0.074				0.35	0.08	0.082	0.04	0.12		0.39	0.18	0.12	0.32	0.171	0.062	0.12	0.149	0.13	0.13	0.074	0.071	0.069	0.055	0.109	0.056	0.058		
NITRAT	mg NO ₃	4.64	3.1			2.99				2.7	3.3	3.36	2.8	2.85		2.71	3.08	3.2	3.37	3.32	3.31	2.36	2.87	2.9	2.96	1.79	2.84	2.73	3.14	3.38	2.98	2.64		
TETRACHLORETHEN	µg/L	20								0.01	<0.01	0.041	0.03	0.03	0.02	0.07	<0.01	0.03	0.02	0.04	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.02	0.01		<0.01	0.02	0.01	0.03	0.01		
AMMONIUM	mg NH ₄ ⁺ /L	0.25																																
Crotamiton oder Derivat	µg/L	<0.25	0-0.1			<0.25																												
1529/Crotamiton-Produkt	µg/L																																	
1545/Crotamiton-Derivat	µg/L																																	
1550/Crotamiton oder Derivat	µg/L																																	
1565/Crotamiton	µg/L																																	
1588/Crotamiton oder Derivat	µg/L																																	
1586/Crotamiton	µg/L																																	
1600 bis 1602/Crotamiton	µg/L	<0.02	0.007			<0.01																												
2495/Crotamiton-Derivat	µg/L																																	
2531/Crotamiton	µg/L																																	

	Halber Konzentrationswert Aktiv	Aubach verdolt in der Au (Fortsetzung)																																	
		13.11.98	03.03.99	27.05.99	20.08.99	08.11.99	02.03.00	26.05.00	14.08.00	07.11.00	31.01.01	27.03.01	20.07.01	07.11.01	25.02.02	21.05.02	14.08.02	07.11.02	25.02.03	22.04.03	14.08.03	07.11.03	25.02.04	20.04.04	13.08.04	27.10.04	02.11.04	24.02.05	20.04.05	02.11.05	25.01.06	10.02.05	20.04.06		
LEITFAEHIGKEIT_25°C	µS/cm	707	678	667	707	711	700	686	714	728	705	683	711	714	734	790	711	603	643	730	775	732	687	733	676	678	726	784	575	775	788	731	686		
pH	--	8.04	8.23	8.11	7.97	8	8.11	7.87	7.73	8.13	8.06	8.16	7.97	7.75	8.08	7.96	7.92	8.05	8.25	8.04	7.64	7.4	7.55	11.7	7.45	8.34	8.16	8.29	7.99	7.77	7.95	7.97	8.03		
SAUERSTOFF	mg O ₂ /L	10.3	10.1	9.7	8.7	8.9	10	9	8.4	9.3	10.9	10.48	9.51	10.13	11.1	9.7	9.3	10	11.2	10.2	10.2	11.3	13.8	11.2	10.5	10.2	11.4	11.7	10.8	9.3	11.8	12.1	9.5		
DOC	mg C/L	1.2	1.4	0.8	0.9	1	1.4	1.1	1	1.2	0.9	1.1	1.1	1.2	0.9	0.9	1.1	1.7	0.89	1.08	1.14		0.86	1.2	1.59		1.43	0.714	2.18	1.6	0.907		1.17		
AOX	µg Cl/L	3.1	3.2	2.8	3.7	3.1			3.07																										
BORAT	µg B/L	26.4	25.1	<20	27.2	38			40.5																	38									
BROMID	mg Br/L	0.23	0.018	0.02	0.025	0.02	0.014	0.016	0.017	0.014	0.021	0.017	0.019	0.018	0.018	0.016	0.021	0.11	0.018	0.017	0.021	0.018	0.015	0.021	0.019	0.01	0.014	0.022	0.012	0.018	0.018	0.019	0.016		
CHLORID	mg Cl/L	13.7	17.1	15.5	15.3	15.2	10	13.4	14.7	12.6	14.215	12.7	13	12.7	14.8	13.3	12.8	10.3	12.6	13.5	14.8	15	14.7	14.8	14	10.9	13.6	17.7	12.6	15.1	16.6	13.8	15.3		
FLUORID	mg F/L	0.036	0.151	0.048	0.155	0.042	0.185	0.063	0.044	0.195	0.066	0.07	0.154	0.136	0.058	0.148	0.151	0.05	0.104	0.152	0.159	0.184	0.202	0.149	0.163	0.108	0.125	0.088	0.131	0.159	0.143	0.074	0.132		
NITRAT	mg NO ₃	3.15	3.95	2.82	2.83	2.9	2.76	2.71	3.17	2.5	3.142	3.08	2.61	2.65	3.4	2.87	2.81	2.66	3	2.73	2.66	2.64	2.97	2.71	2.29	4.37	2.91	3.02	2.44	2.62	2.87	3.09	3.25		
TETRACHLORETHEN	µg/L	20	0.02	0.03	0.04	0.04			0.01			0.02	0.03	0.05	0.01				0.03	0.02	<0.01	0.04	0.03	0.02	<0.01		0.02		0.03			0.03			
AMMONIUM	mg NH ₄ ⁺ /L	0.25																																	
Crotamiton oder Derivat	µg/L																									<0.25							<0.25		
1529/Crotamiton-Produkt	µg/L																																		
1545/Crotamiton-Derivat	µg/L																																		
1550/Crotamiton oder Derivat	µg/L																																		
1565/Crotamiton	µg/L																																		
1588/Crotamiton oder Derivat	µg/L																																		
1600 bis 1602/Crotamiton	µg/L																									<0.02							<0.01		
2495/Crotamiton-Derivat	µg/L																																		
2531/Crotamiton	µg/L																																		

	Halber Konzentrationswert Aktiv	Erstelbach		Mühlbach	
		27.10.04	10.02.05	27.10.04	10.02.05
LEITFAEHIGKEIT_25°C					

Geotechnisches Institut

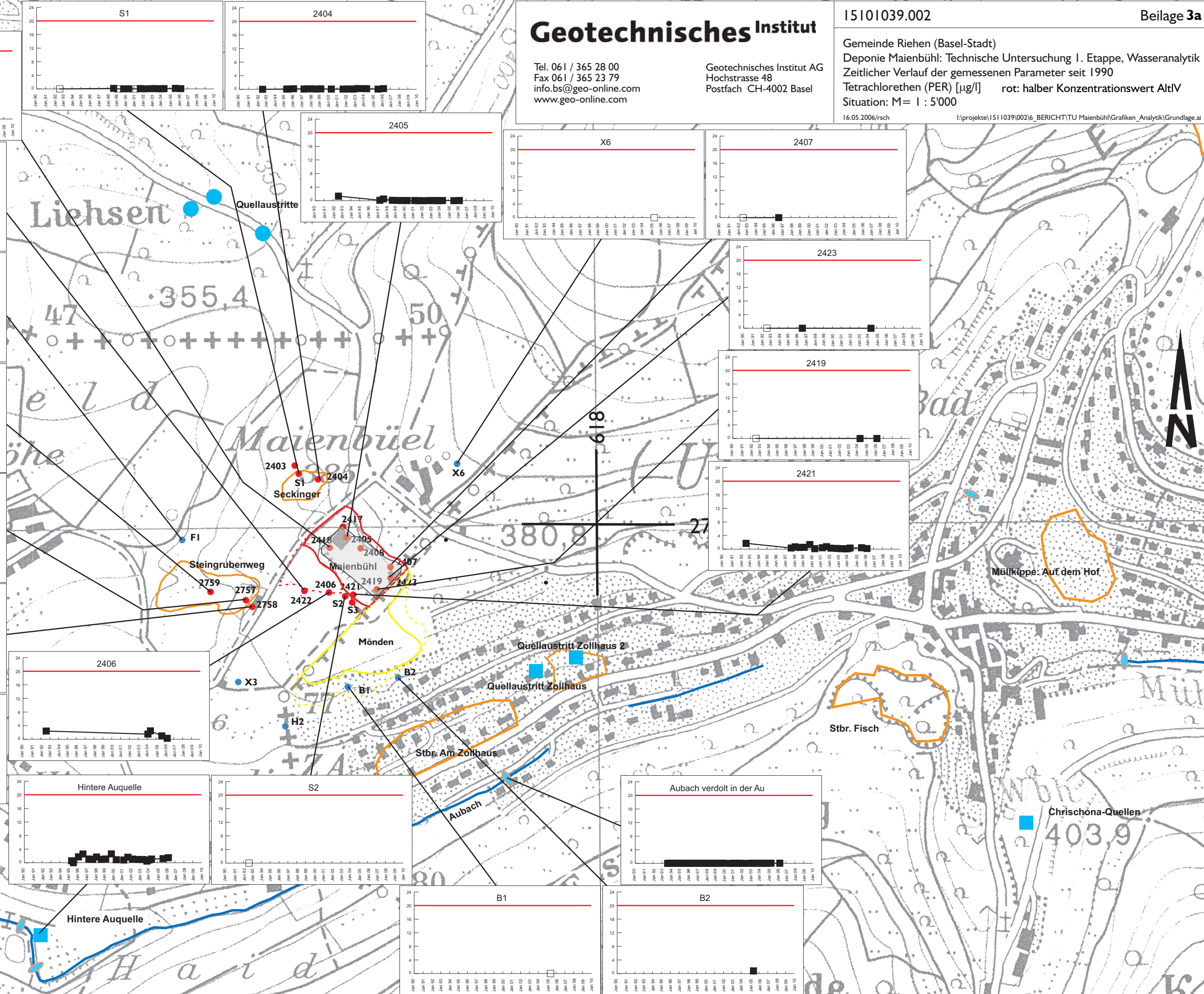
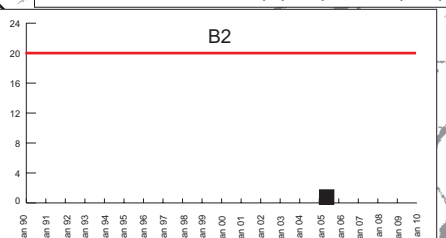
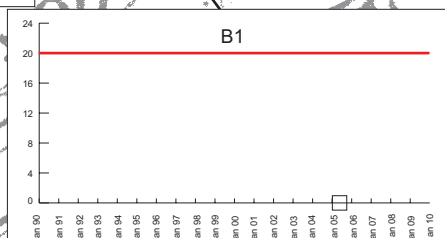
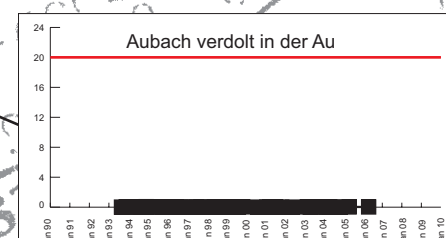
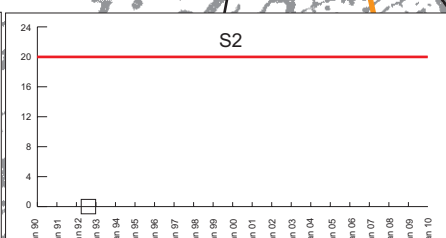
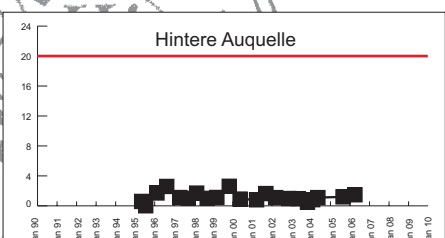
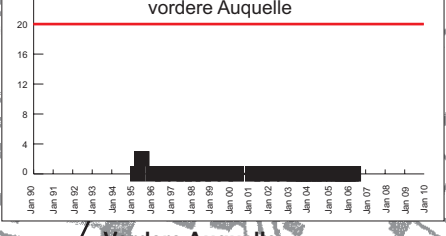
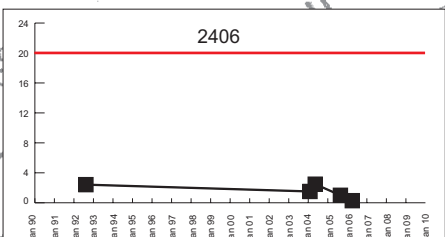
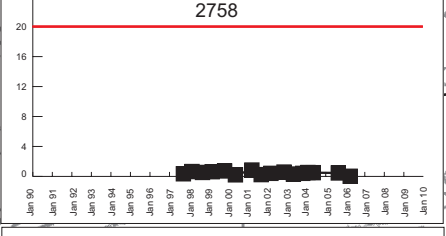
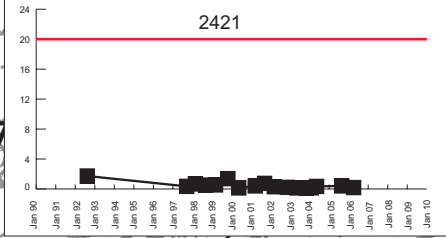
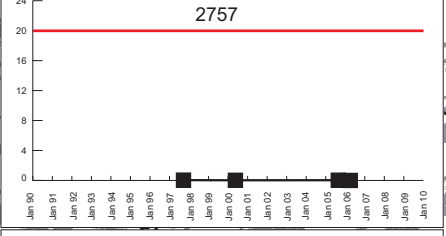
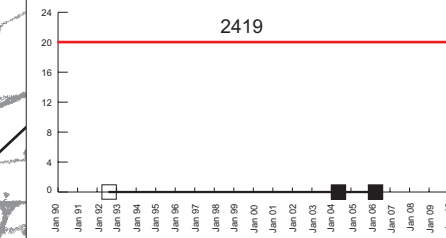
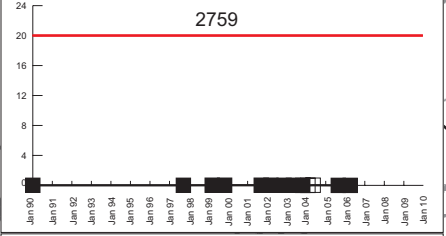
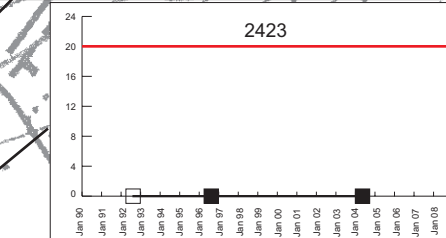
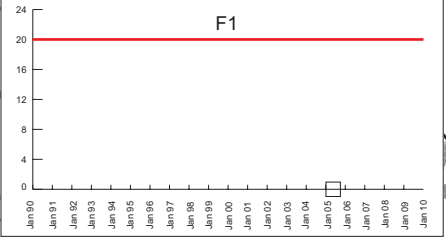
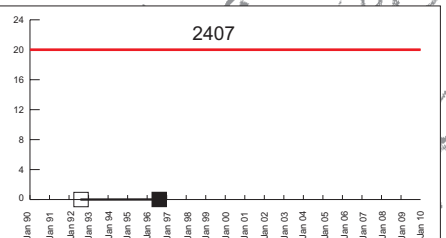
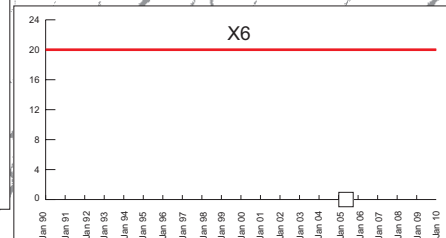
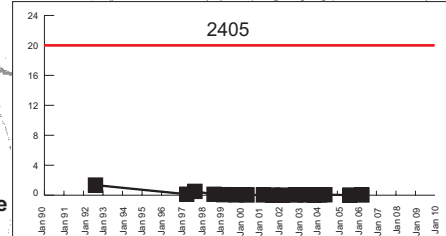
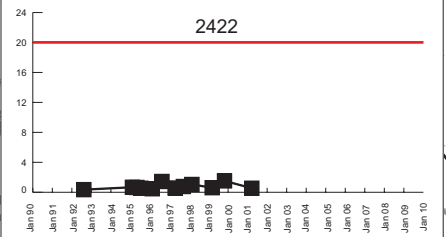
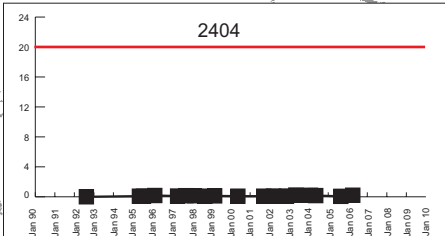
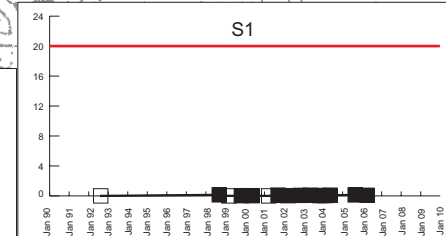
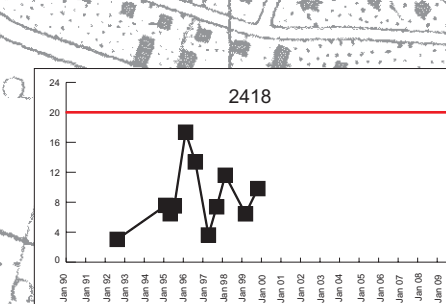
Tel. 061 / 365 28 00
Fax 061 / 365 23 79
info.bs@geo-online.com
www.geo-online.com

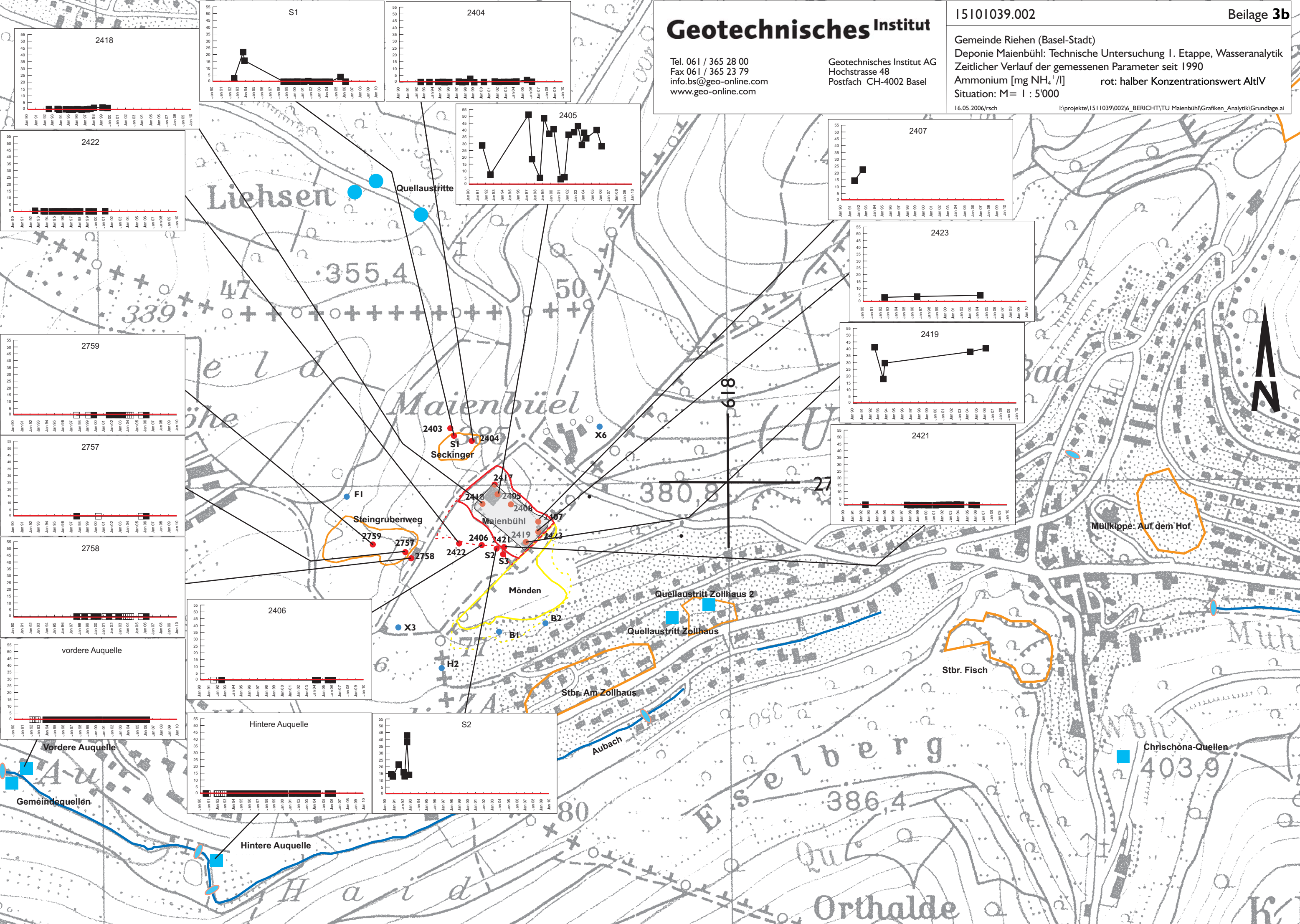
Geotechnisches Institut AG
Hochstrasse 48
Postfach CH-4002 Basel

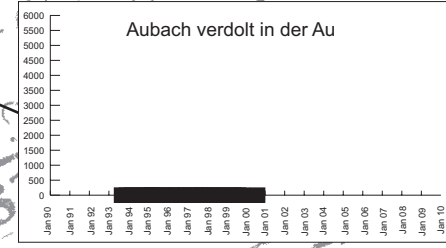
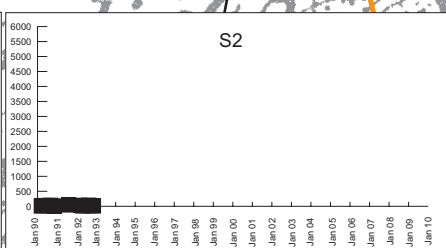
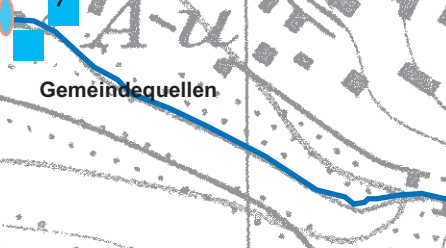
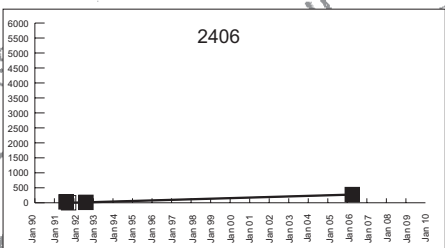
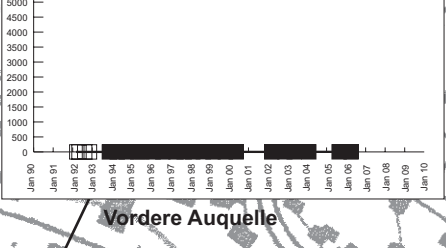
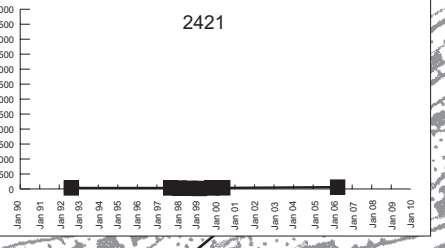
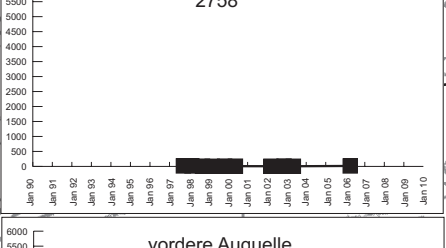
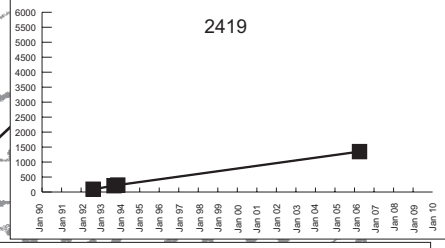
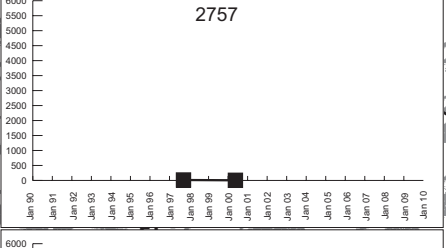
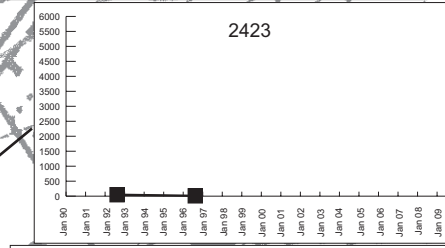
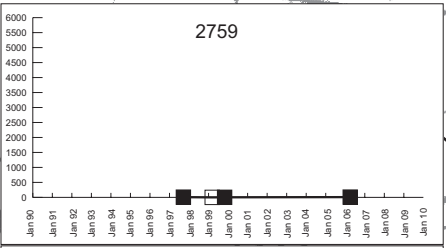
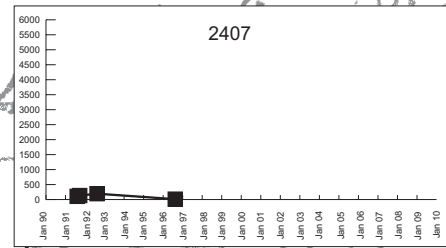
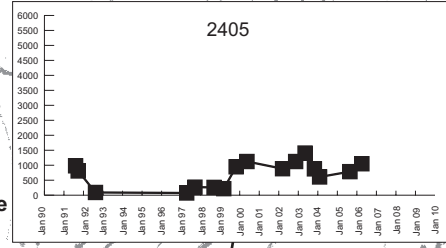
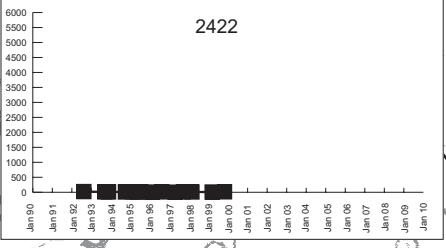
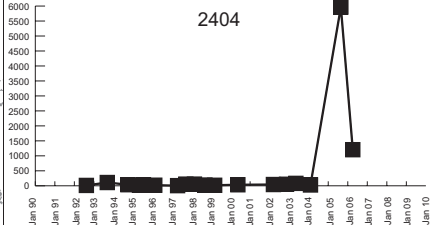
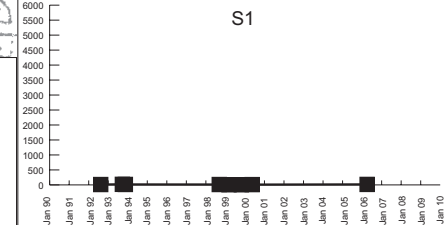
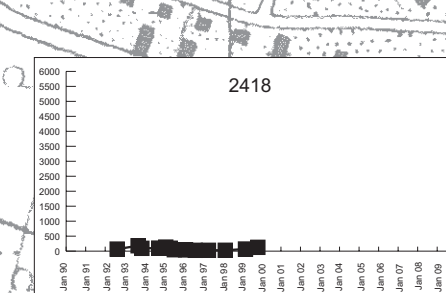
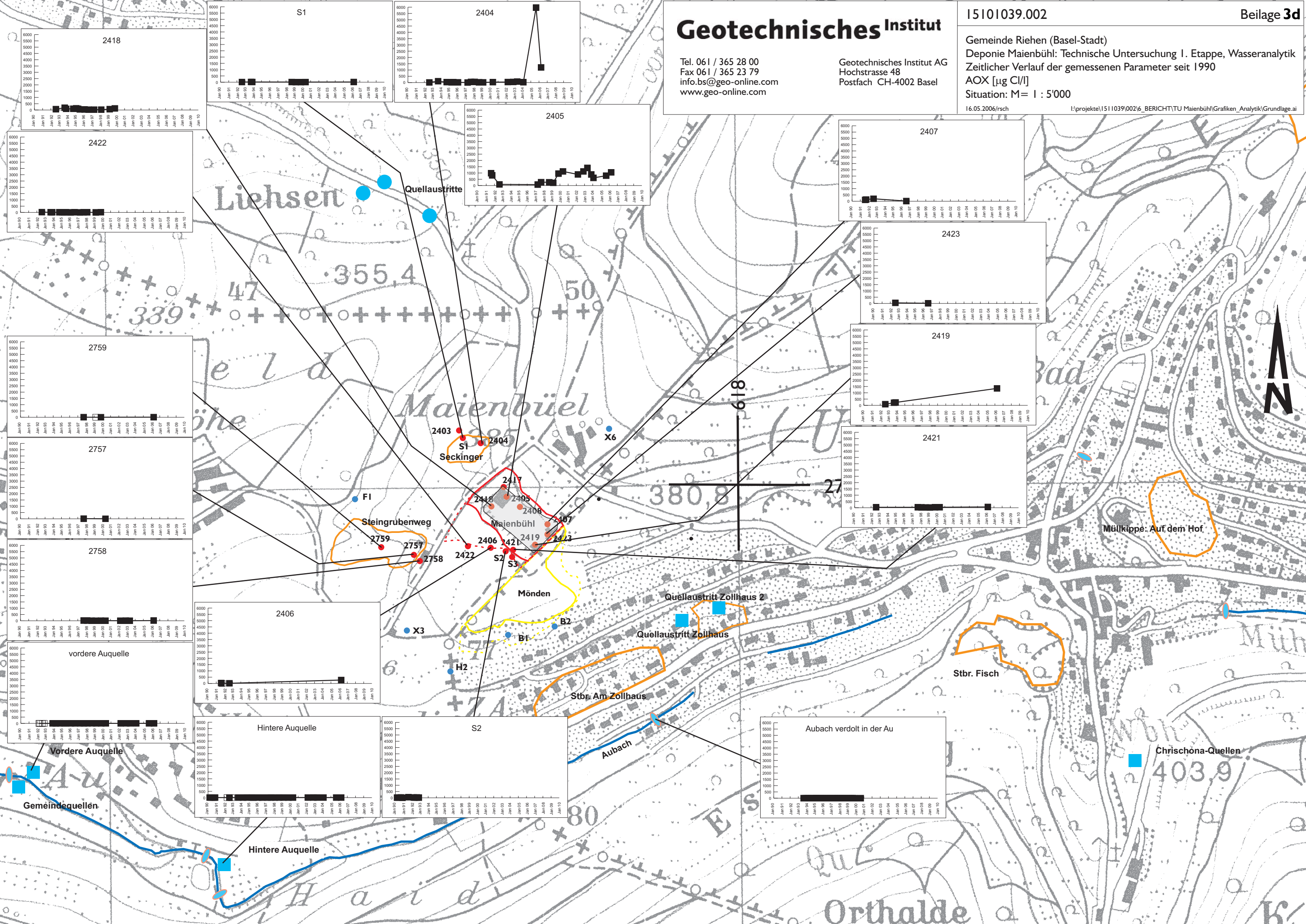
15101039.002

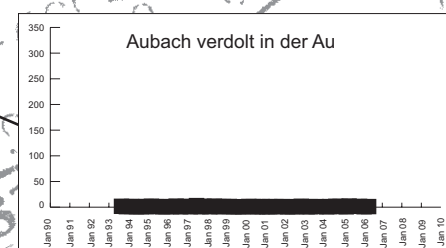
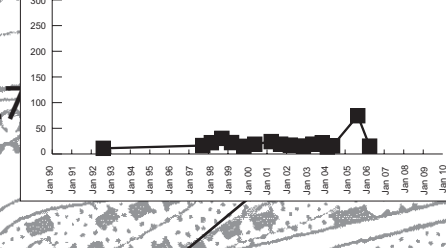
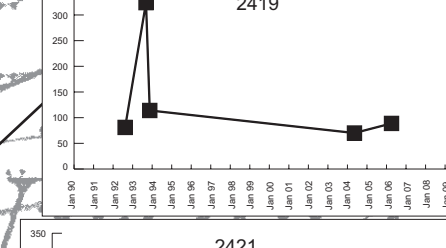
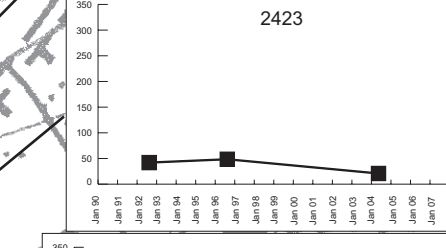
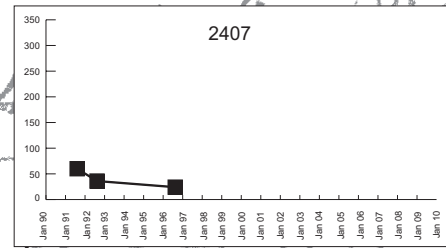
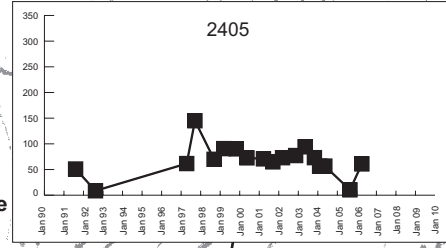
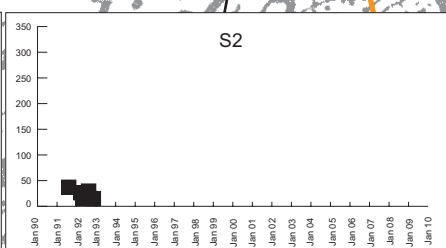
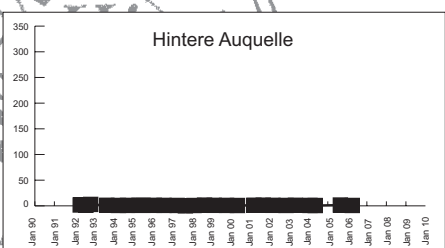
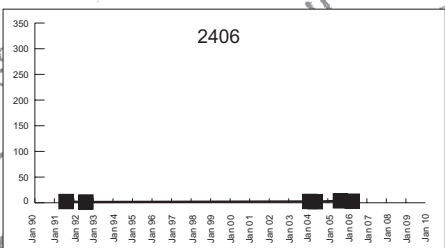
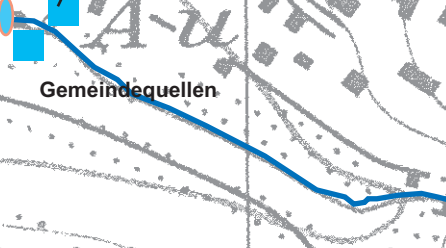
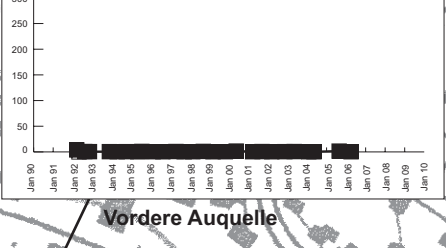
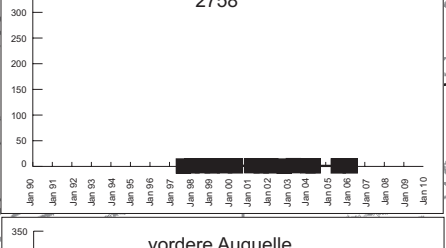
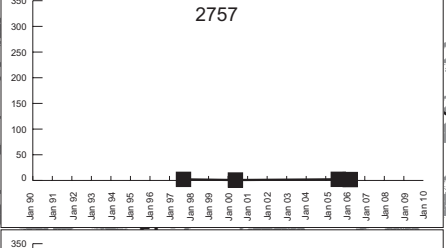
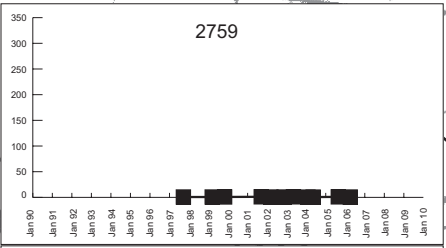
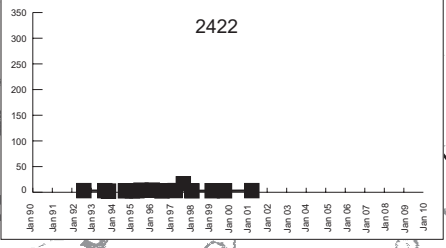
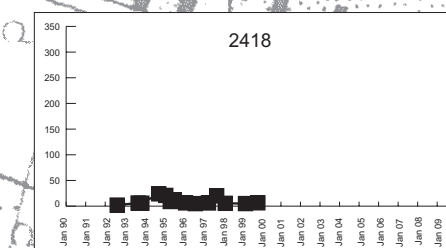
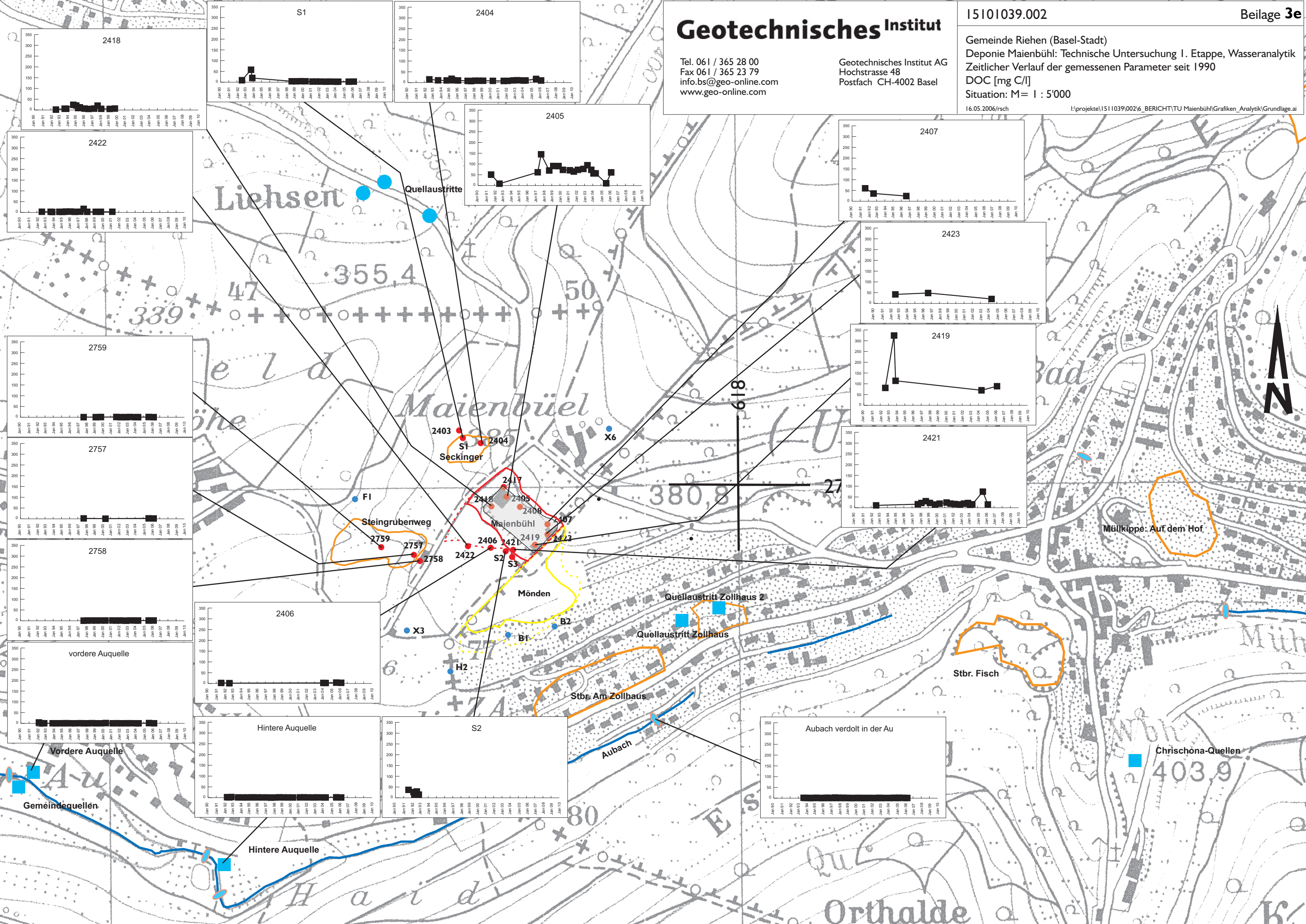
Beilage 3a

Gemeinde Riehen (Basel-Stadt)
Deponie Maienbühl: Technische Untersuchung I. Etappe, Wasseranalytik
Zeitlicher Verlauf der gemessenen Parameter seit 1990
Tetrachlorethen (PER) [$\mu\text{g/l}$] rot: halber Konzentrationswert AltIV
Situation: M= I : 5'000
16.05.2006/rsch
l:\projekte\1511039\002\6_BERICHT\TU Maienbühl\Grafiken_Analytik\Grundlage.ai









Geotechnisches Institut

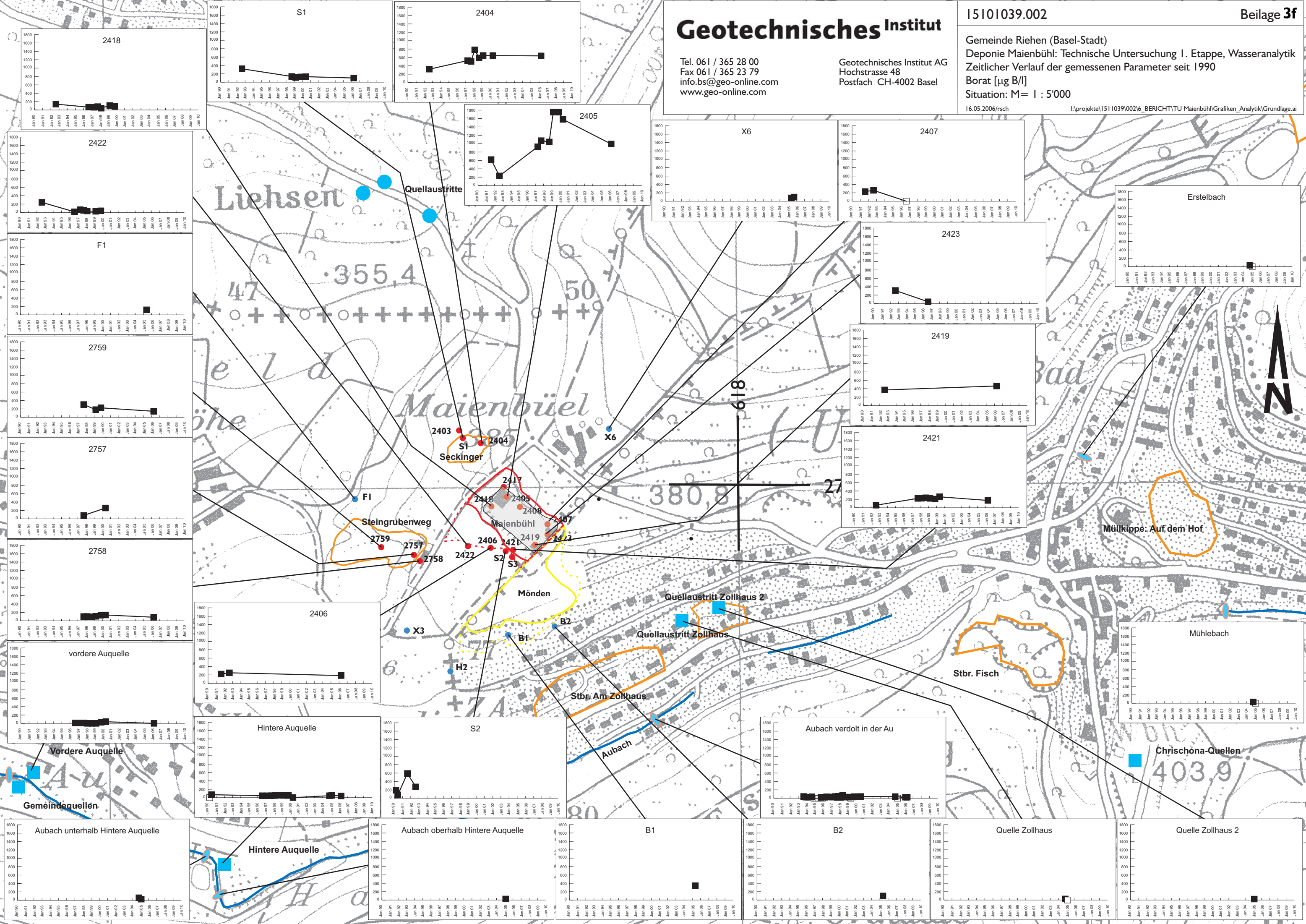
Tel. 061 / 365 28 00
Fax 061 / 365 23 79
info.bs@geo-online.com
www.geo-online.com

Geotechnisches Institut AG
Hochstrasse 48
Postfach CH-4002 Basel

15101039.002

Beilage 3f

Gemeinde Riehen (Basel-Stadt)
Deponie Maienbühl: Technische Untersuchung I. Etappe, Wasseranalytik
Zeitlicher Verlauf der gemessenen Parameter seit 1990
Borat [$\mu\text{g B/l}$]
Situation: M= 1 : 5'000
16.05.2006/rsch
l:\projekte\1511039\002\6_BERICHT\TU Maienbühl\Grafiken_Analytik\Grundlage.ai



Geotechnisches Institut

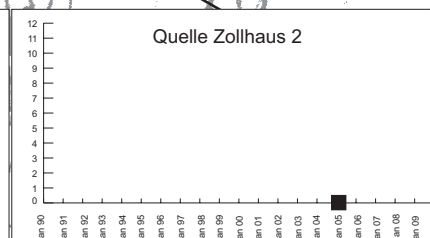
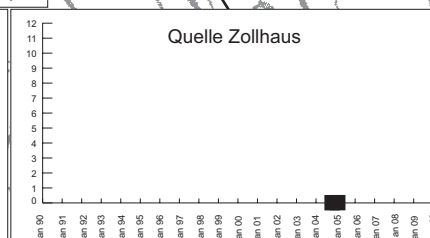
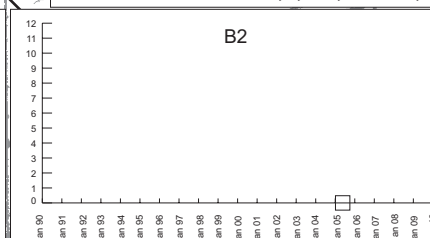
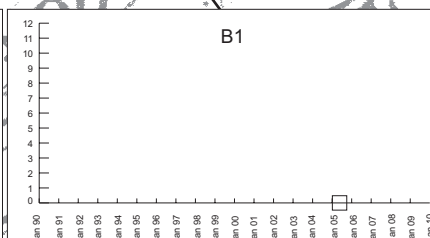
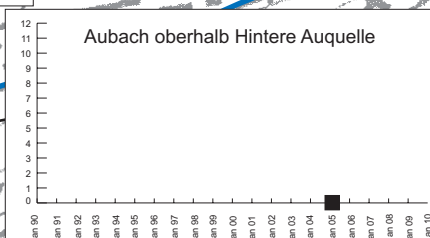
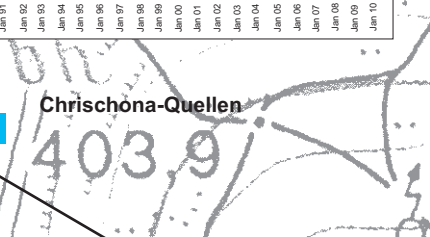
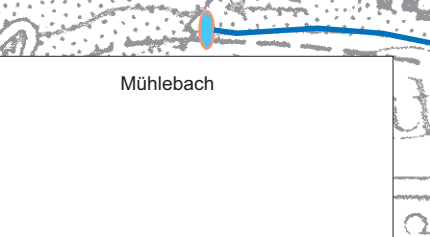
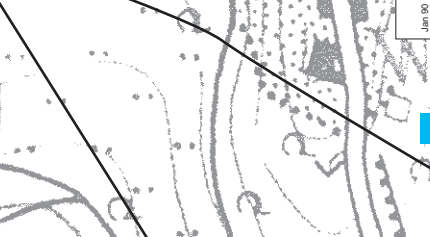
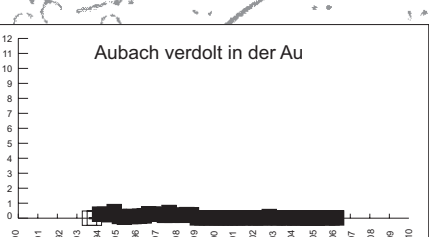
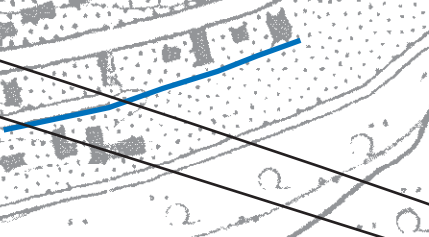
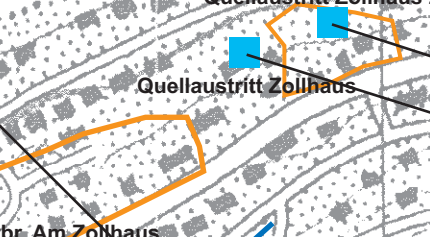
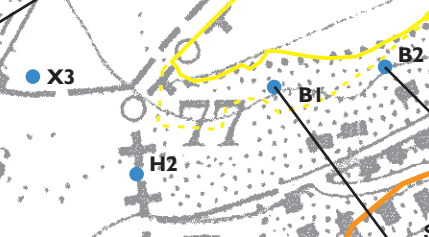
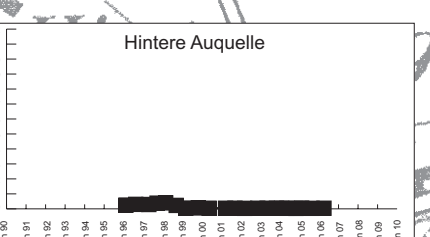
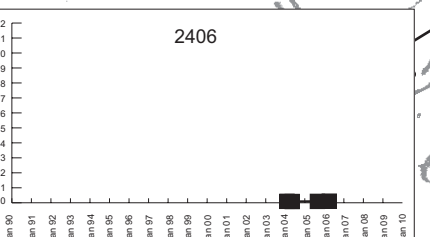
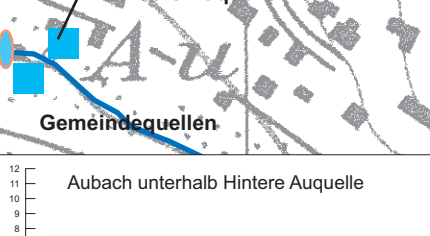
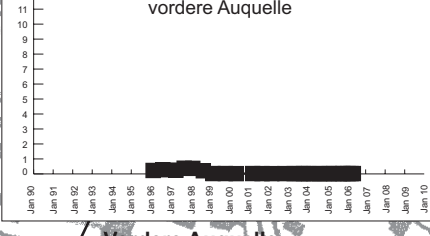
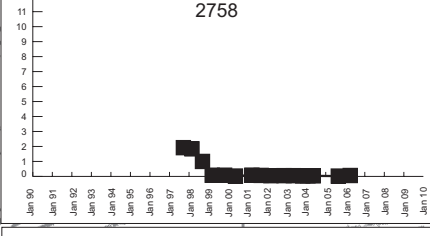
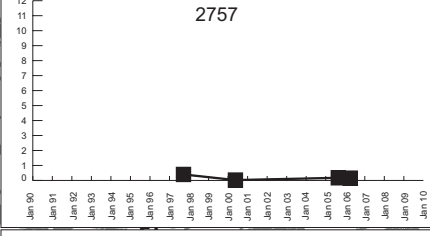
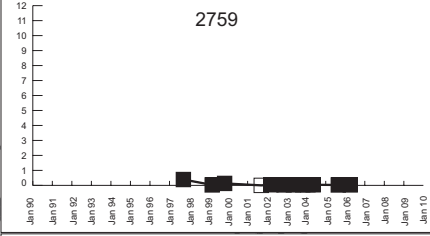
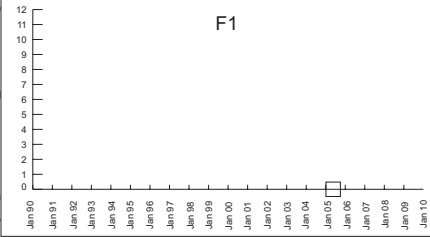
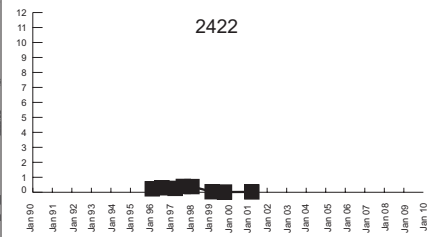
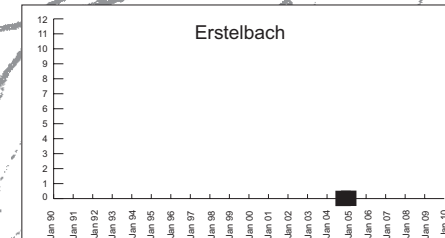
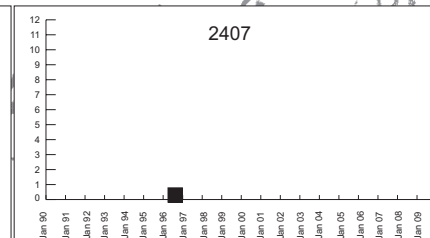
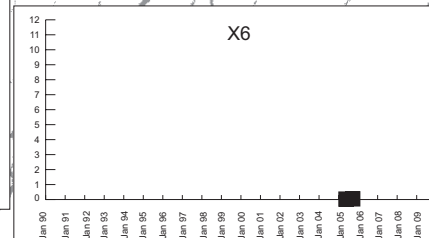
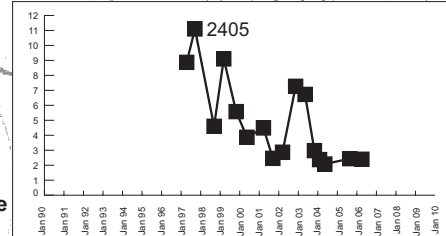
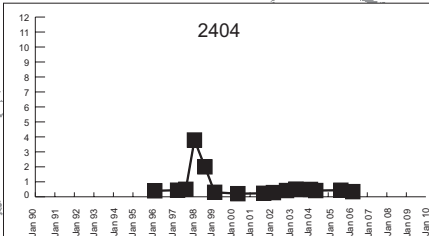
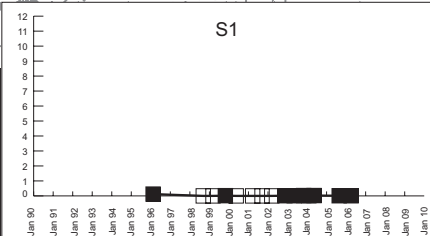
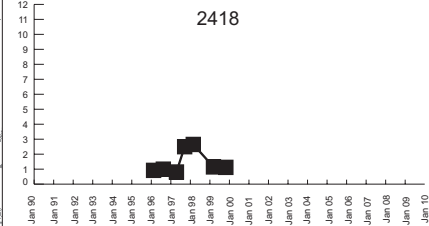
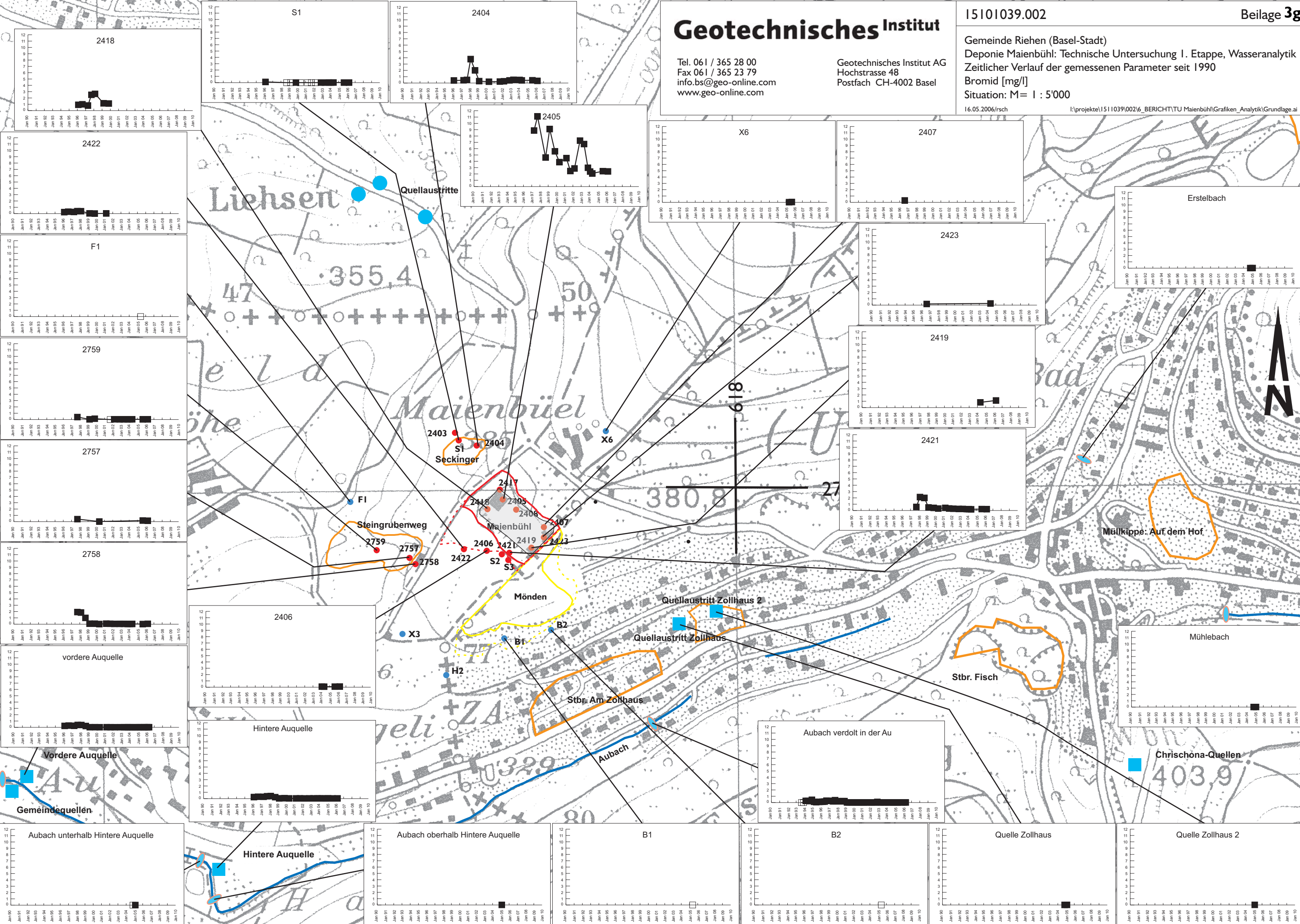
Tel. 061 / 365 28 00
Fax 061 / 365 23 79
info.bs@geo-online.com
www.geo-online.com

Geotechnisches Institut AG
Hochstrasse 48
Postfach CH-4002 Basel

15101039.002

Beilage 3g

Gemeinde Riehen (Basel-Stadt)
Deponie Maienbühl: Technische Untersuchung I. Etappe, Wasseranalytik
Zeitlicher Verlauf der gemessenen Parameter seit 1990
Bromid [mg/l]
Situation: M= I : 5'000
16.05.2006/rsch
l:\projekte\1511039\002\6_BERICHT\TU Maienbühl\Grafiken_Analytik\Grundlage.ai



Geotechnisches Institut

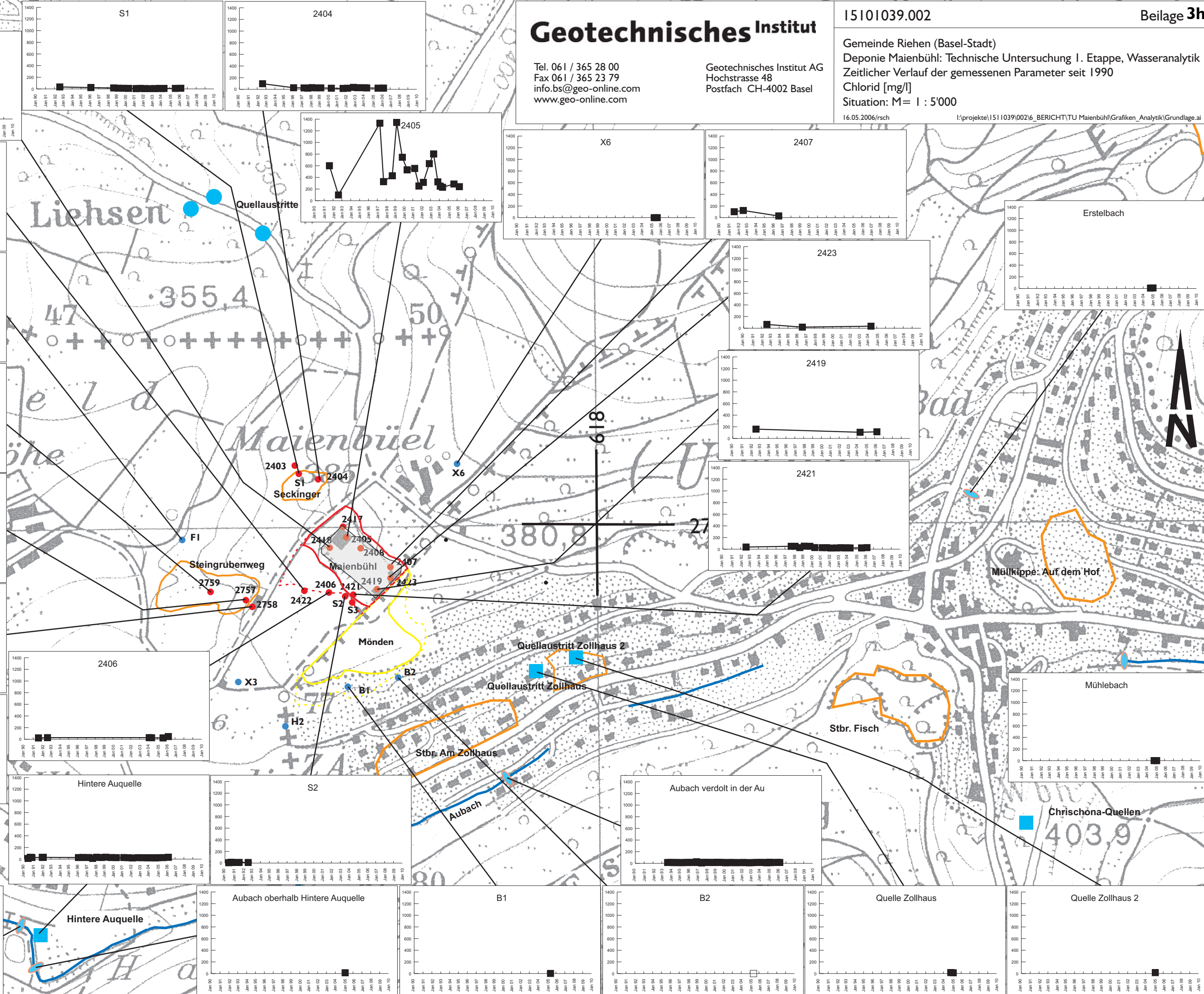
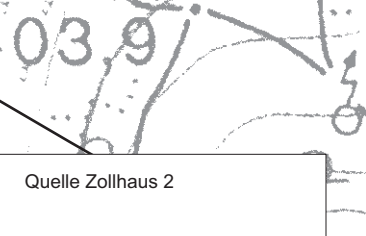
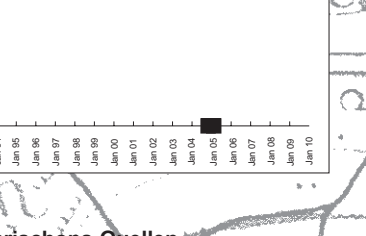
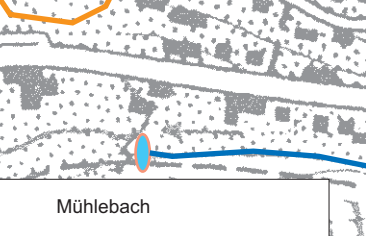
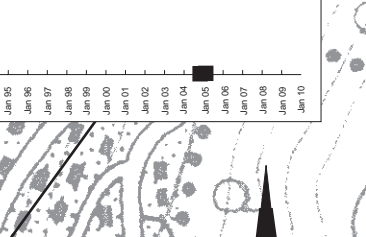
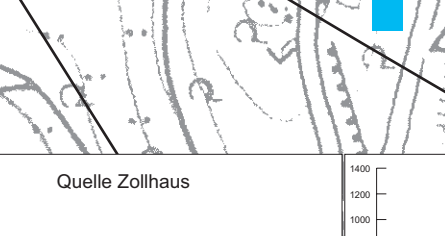
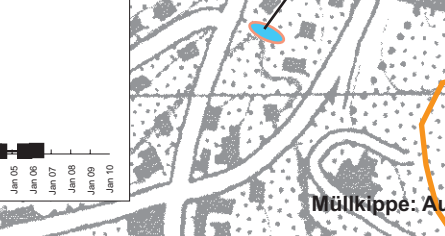
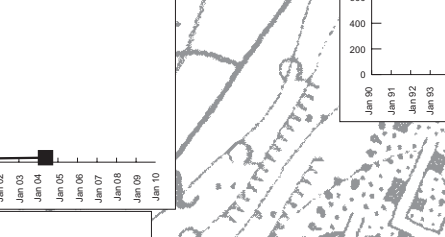
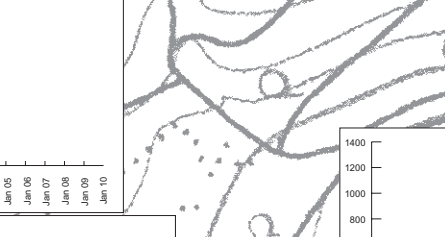
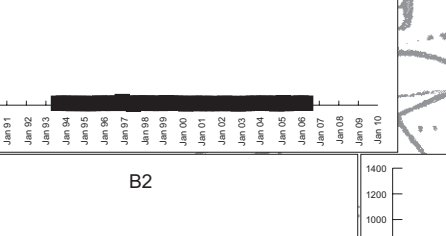
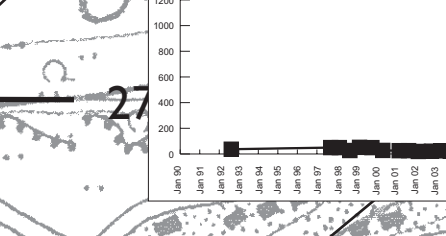
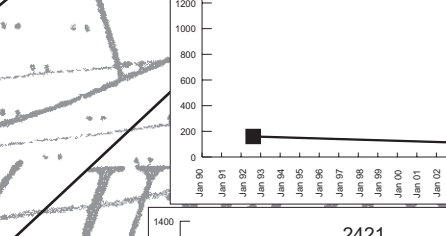
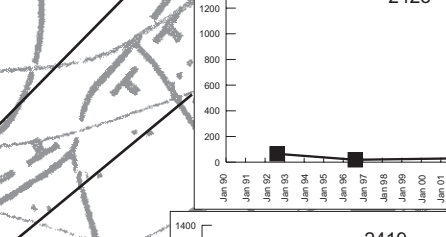
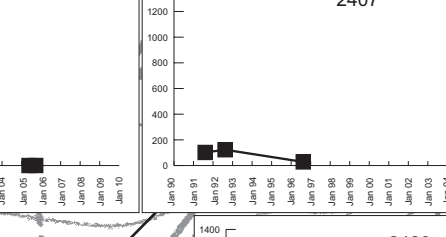
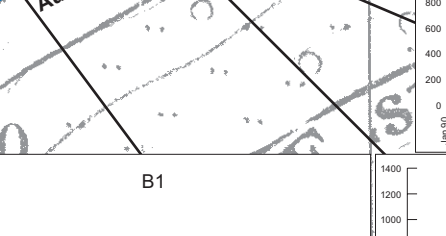
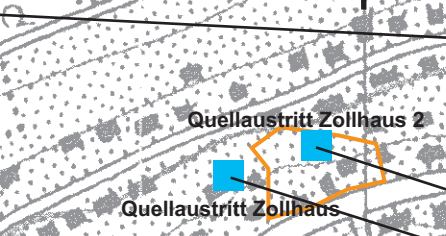
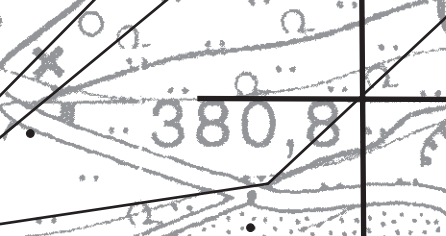
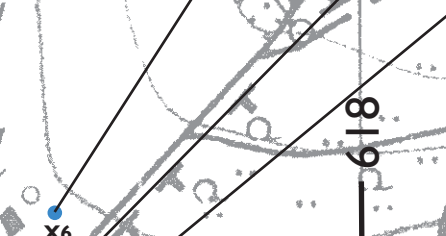
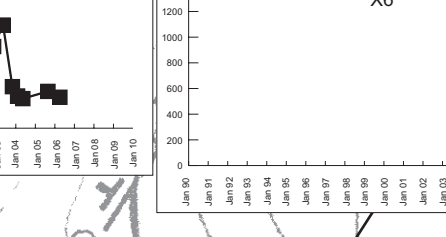
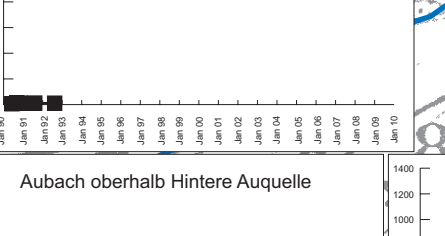
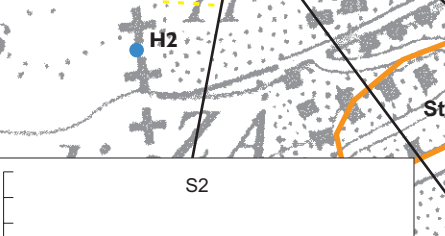
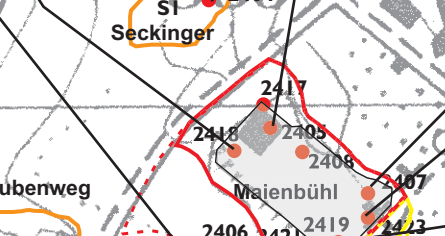
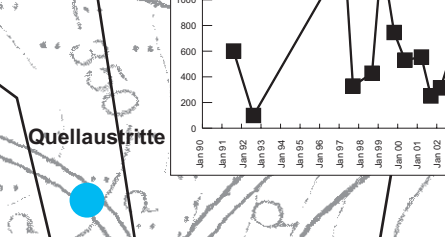
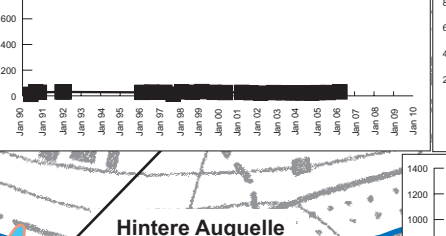
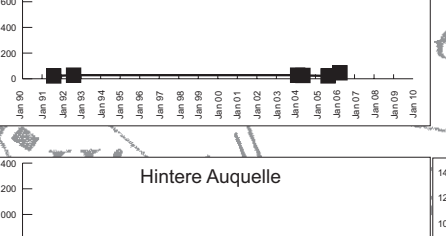
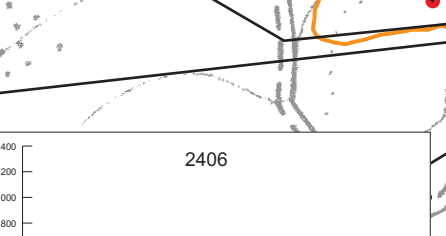
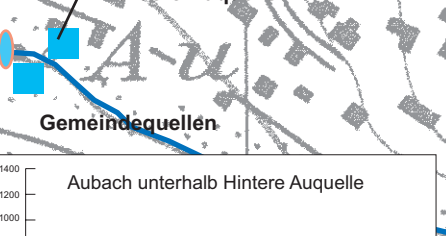
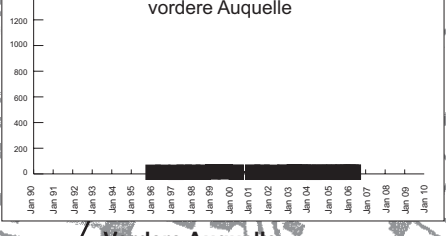
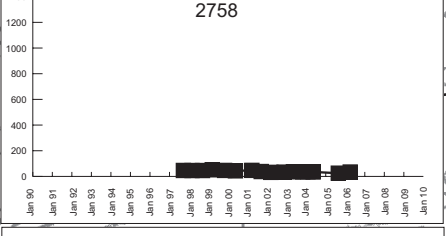
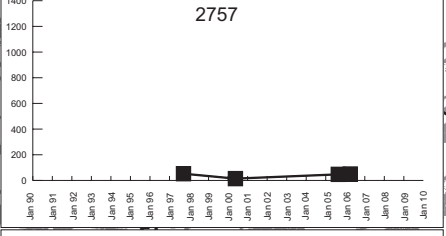
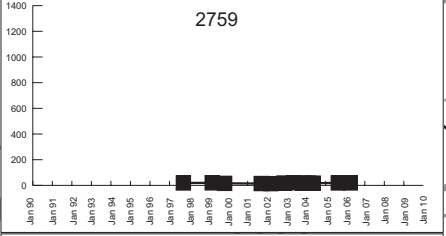
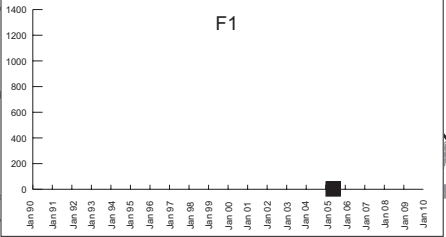
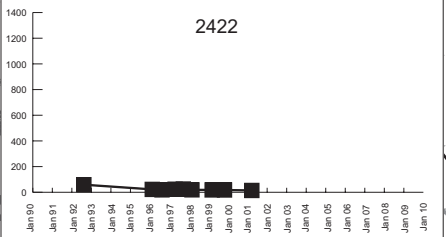
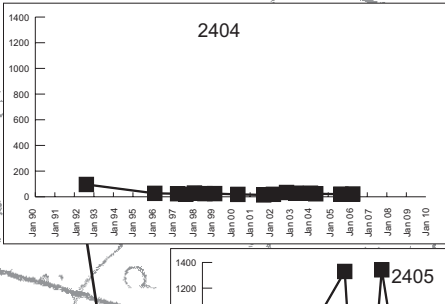
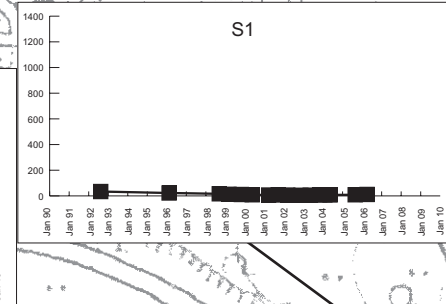
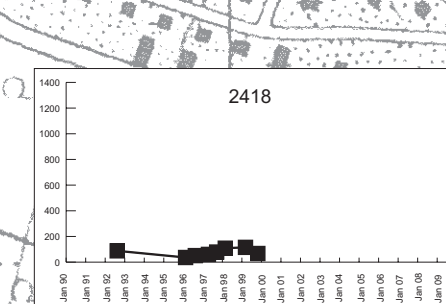
Tel. 061 / 365 28 00
Fax 061 / 365 23 79
info.bs@geo-online.com
www.geo-online.com

Geotechnisches Institut AG
Hochstrasse 48
Postfach CH-4002 Basel

15101039.002

Beilage 3h

Gemeinde Riehen (Basel-Stadt)
Deponie Maienbühl: Technische Untersuchung I. Etappe, Wasseranalytik
Zeitlicher Verlauf der gemessenen Parameter seit 1990
Chlorid [mg/l]
Situation: M= I : 5'000
16.05.2006/rsch
l:\projekte\1511039\002\6_BERICHT\TU Maienbühl\Grafiken_Analytik\Grundlage.ai



Geotechnisches Institut

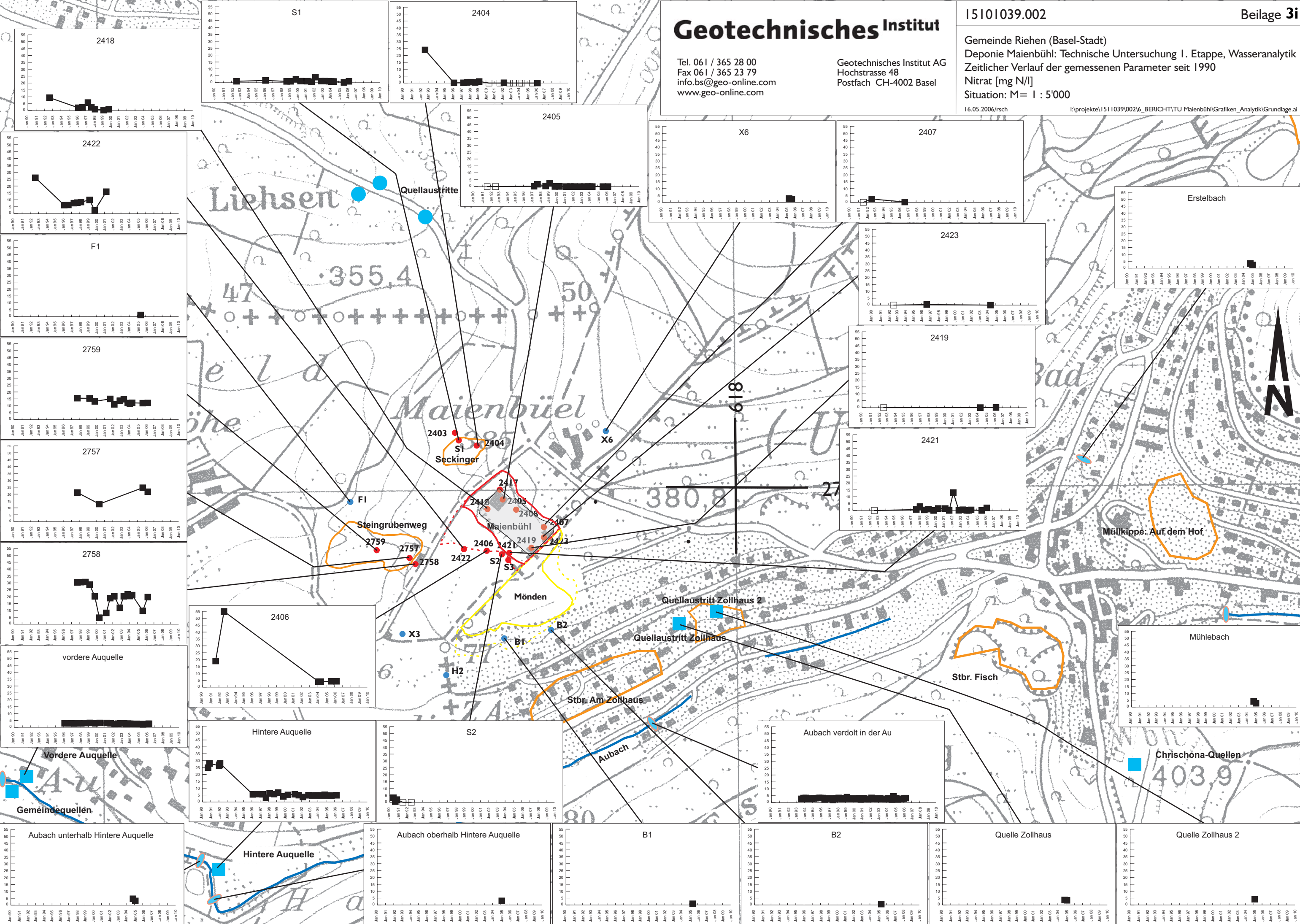
Tel. 061 / 365 28 00
Fax 061 / 365 23 79
info.bs@geo-online.com
www.geo-online.com

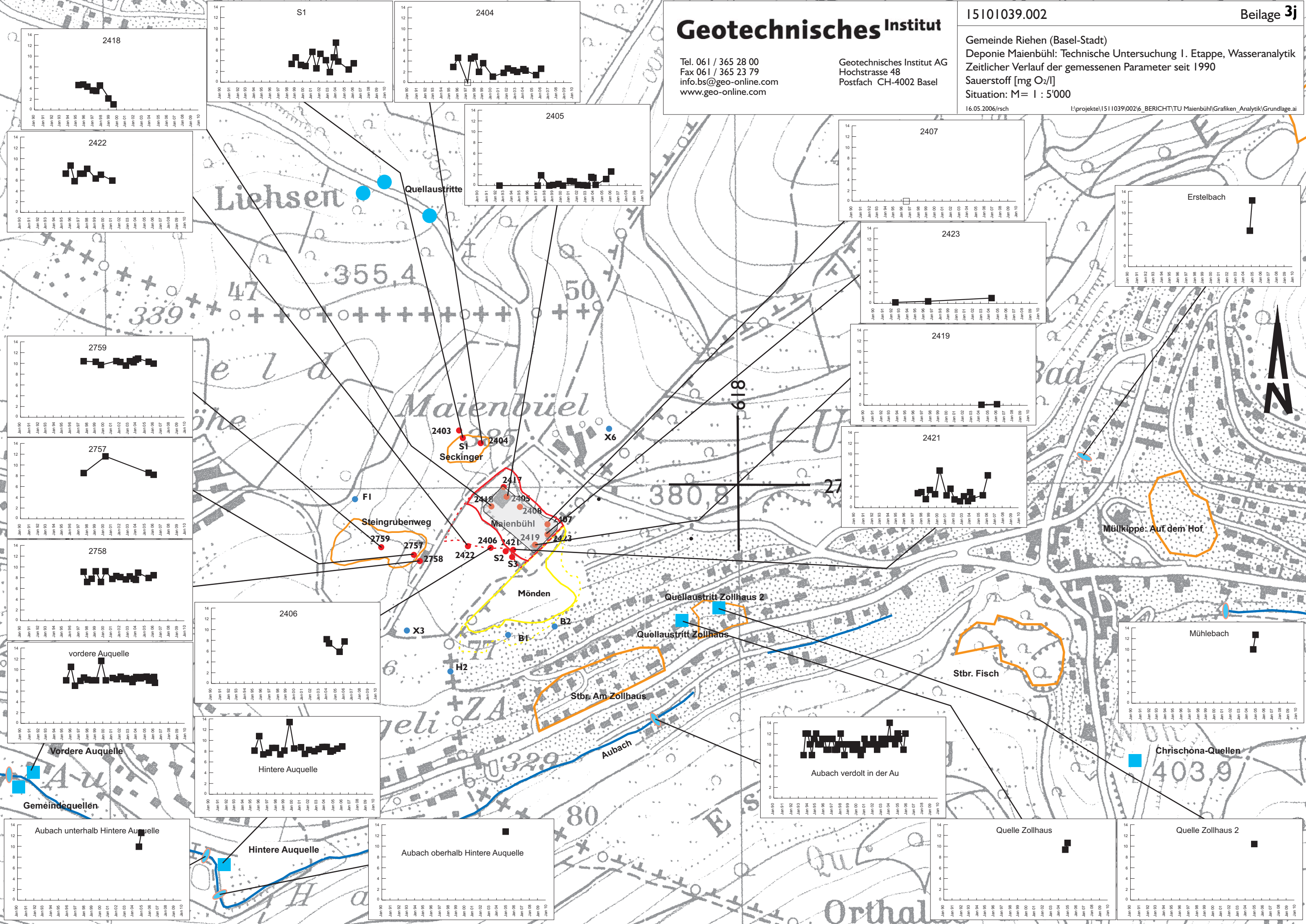
Geotechnisches Institut AG
Hochstrasse 48
Postfach CH-4002 Basel

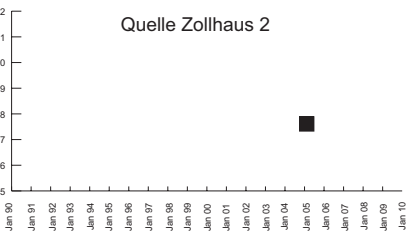
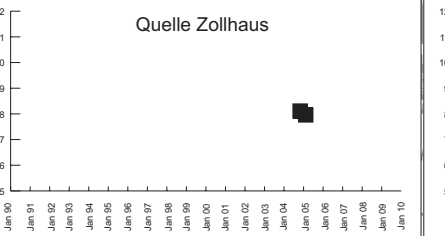
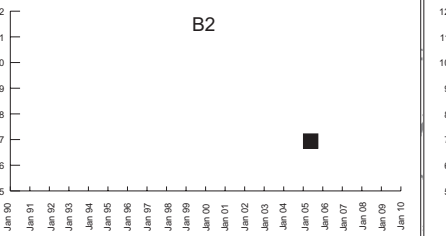
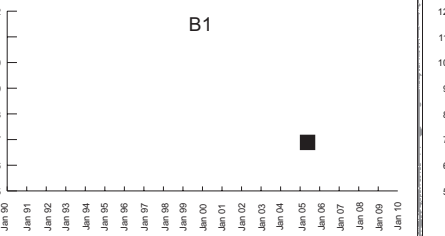
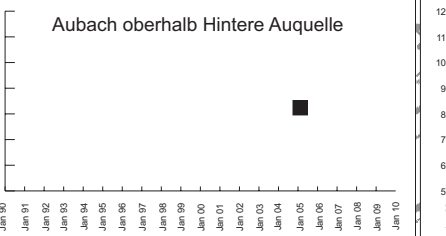
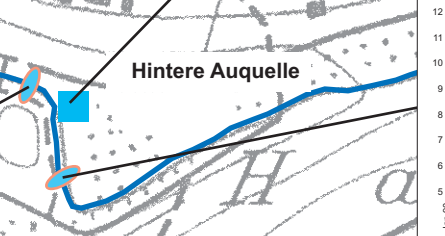
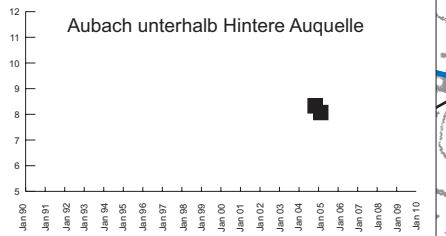
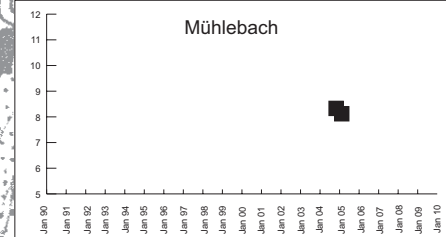
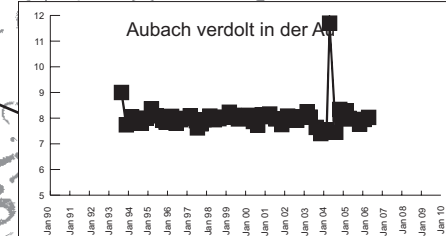
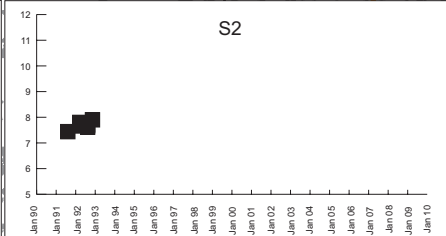
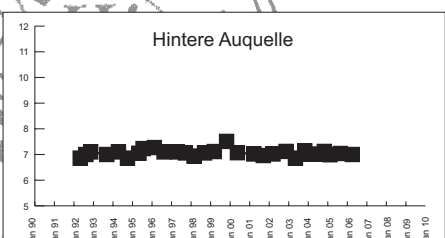
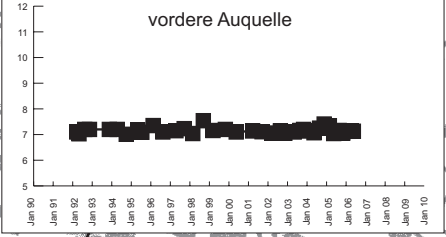
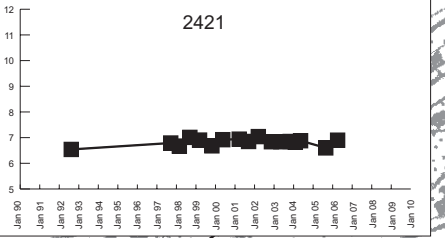
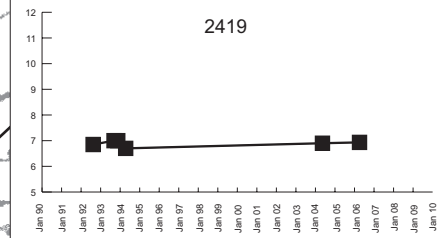
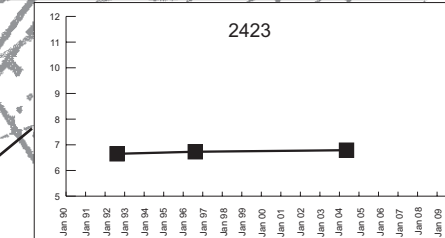
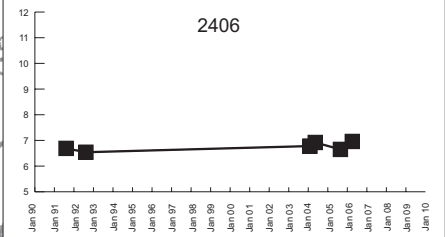
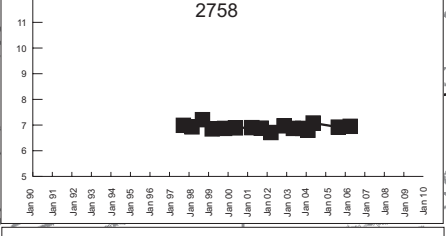
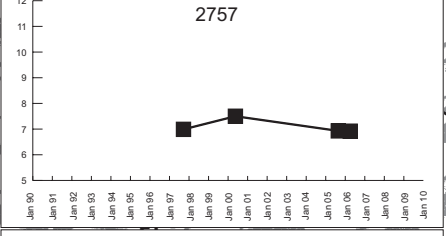
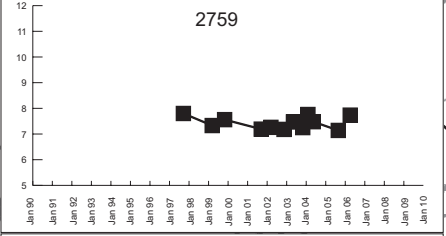
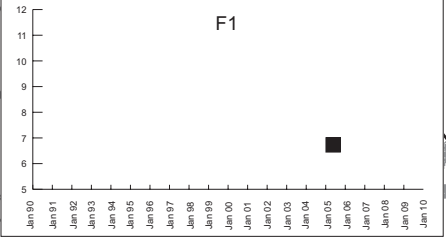
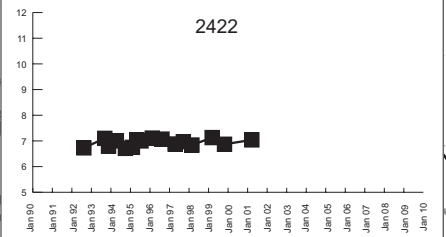
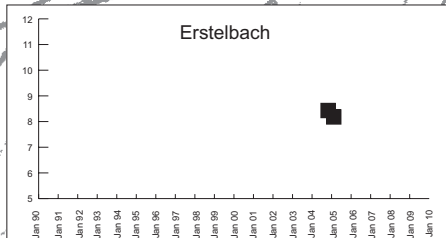
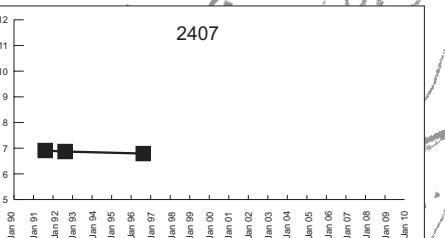
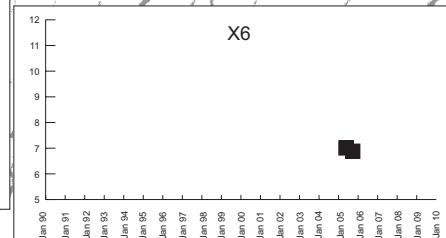
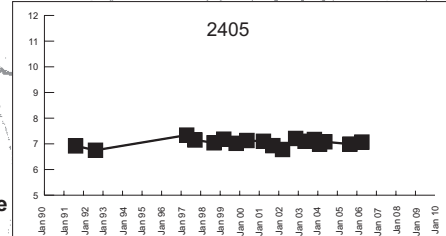
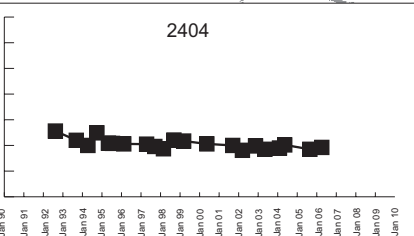
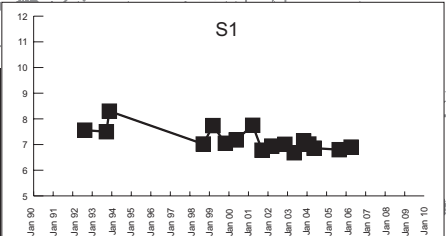
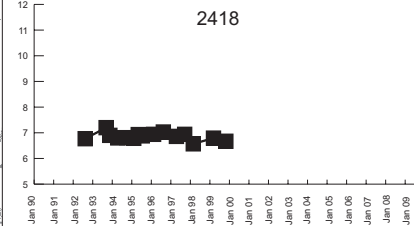
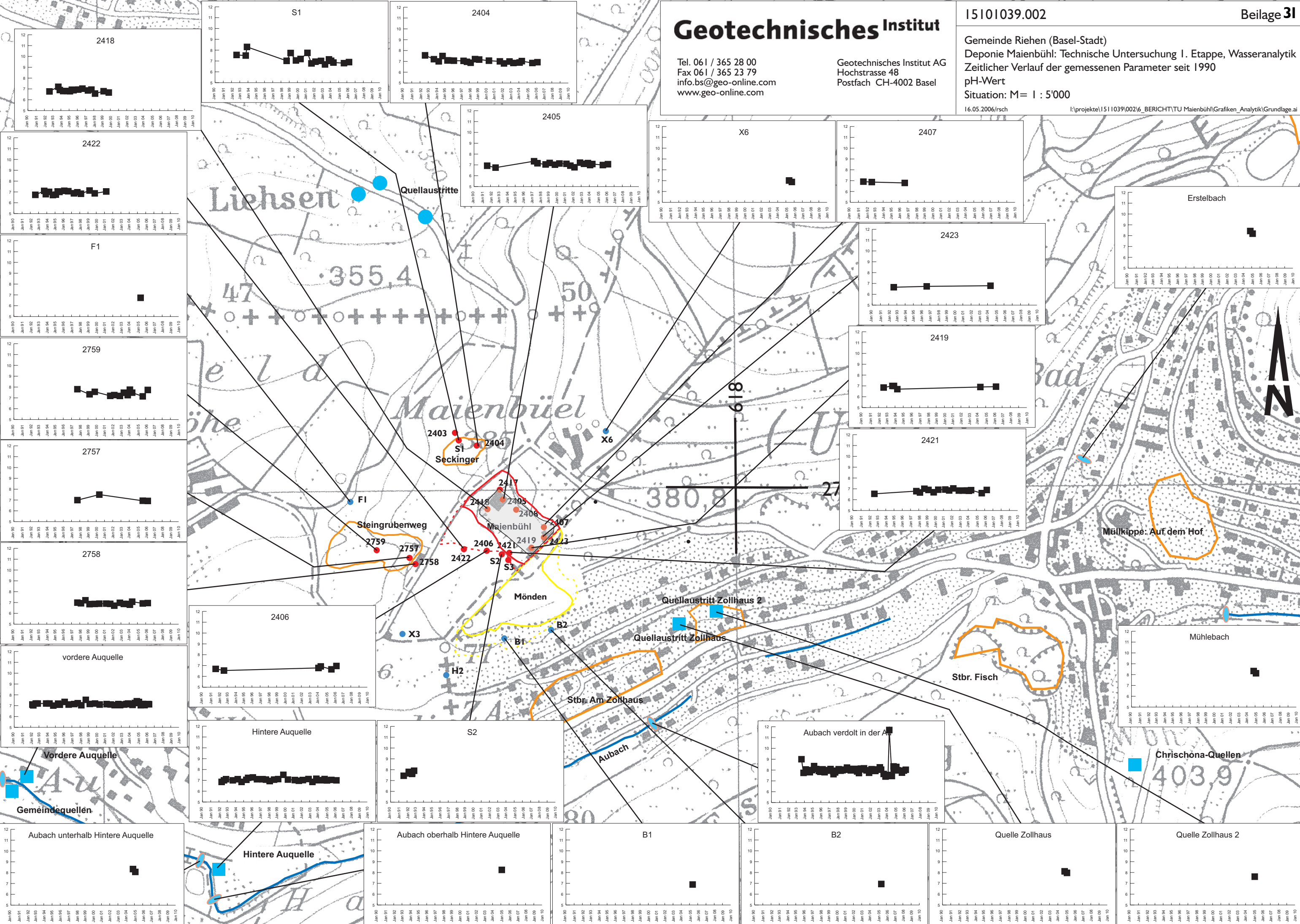
15101039.002

Beilage 3i

Gemeinde Riehen (Basel-Stadt)
Deponie Maienbühl: Technische Untersuchung I. Etappe, Wasseranalytik
Zeitlicher Verlauf der gemessenen Parameter seit 1990
Nitrat [mg N/l]
Situation: M= 1 : 5'000
16.05.2006/rsch
l:\projekte\151039\002\6_BERICHT\TU Maienbühl\Grafiken_Analytik\Grundlage.ai







Gemeinde Riehen: Deponie Maienbühl Technische Untersuchung I. Etappe Abschätzung des durch die Quellen im Autal entwässerten Anteils am Maienbühl

Schüttmengen:

Einzelne Quellen:	Grosse Gemeindequelle:	150-250 l/min
	Vordere Auquelle	80-180 l/min
	Kleine Gemeindequelle	50-80 l/min
	Hintere Auquelle	ca. 50 l/min
	Zollhausquelle	? (wenig)
	alle Quellen zusammen	350-500 l/min
	hinter Auquelle allein	ca. 50 l/min

Jahresmenge:	alle Quellen zusammen	210'000 m³
	hinter Auquelle allein	31'500 m³

Definition des Einzugsgebietes:

Begrenzung:	gegen W	Verwerfung zu Keuper
	gegen W	Autal
	gegen NNE	Vermutl. der Maienbühl. nordlich davon scheinen die Gesteinsschichten eher gegen N einzufallen

Fläche des Einzugsgebietes ca. 800'000 – 1'000'000 m²

Versickerte Niederschlagsmenge:

Niederschlag Region BS	ca. 900 mm/Jahr
	davon Grundwasser-relevanter Anteil ca. 25% (konservative Annahme)

Im Einzugsgebiet versickerte Niederschlagsmenge: ca. 180'000-225'000 m³

Folgerung: Vermutlich entwässert der ganze Maienbühl -und damit auch die Deponie Maienbühl- vollständig in das Autal, bzw. in die hier schüttenden Quellen. Ein massgeblicher Abfluss aus dem Maienbühl in weiter entfernte Gebiete (z.B. lange Erlen) ist unwahrscheinlich.

Deponien im Maienbühl

Meteor- und Abwasserentsorgung Maienbühlhof im Verlauf der Zeit

(Zusammenstellung der Gemeinde Riehen, Abteilung Abwasser)

Vor 1975

- Dachwasser läuft auf dem Maienbühlsträsschen und folgt diesem in Richtung NW. Bei der Einbiegung in den Maienbühlweg läuft das Wasser in den Wald.
- Häusliche Abwässer werden in Jauchegrube gefangen.

Zu entwässernde Fläche: ca. 1'600 m²
Grundwasserrelevanter Meteorwasseranteil¹: ca. 360 m³/Jahr

⇒ Meteorwasser vom Maienbühlhof erreicht die Deponie Maienbühl vermutlich nicht.

Ab 1975

- Meteorwasser (Dach und befestigter Hofplatz) wird in Rinnen gesammelt und einer Sickerleitung zugeführt. Diese hörte auf der Wiese unterhalb des Maienbühlsträsschens auf. In diesem Bereich wurde das Wasser zur Versickerung gebracht.
- Häusliche Abwässer werden in Jauchegrube gefangen

Zu entwässernde Fläche: ca. 2'300 m²
Grundwasserrelevanter Meteorwasseranteil: ca. 517.5 m³/Jahr

⇒ Worst case Annahme: 25% des versickerten Wassers tritt aus Felswand aus und dringt in den Deponiekörper. Dies entspricht einer Menge von ca. 354 l/Tag (entspricht ca. 0.25 l/min). An Regentagen könnte dies u.U. zu einer Verdoppelung der versickernden Regenmenge im Deponiebereich geführt haben.

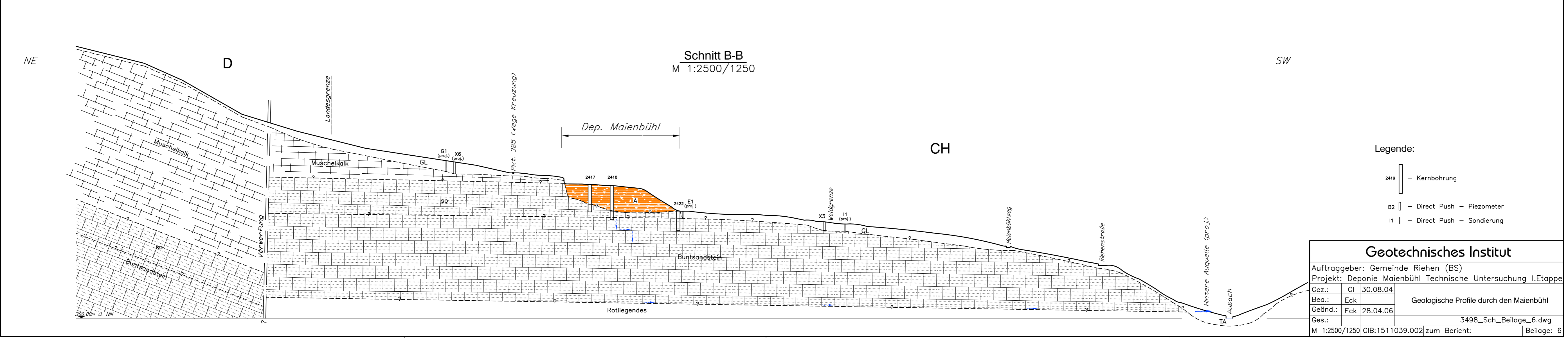
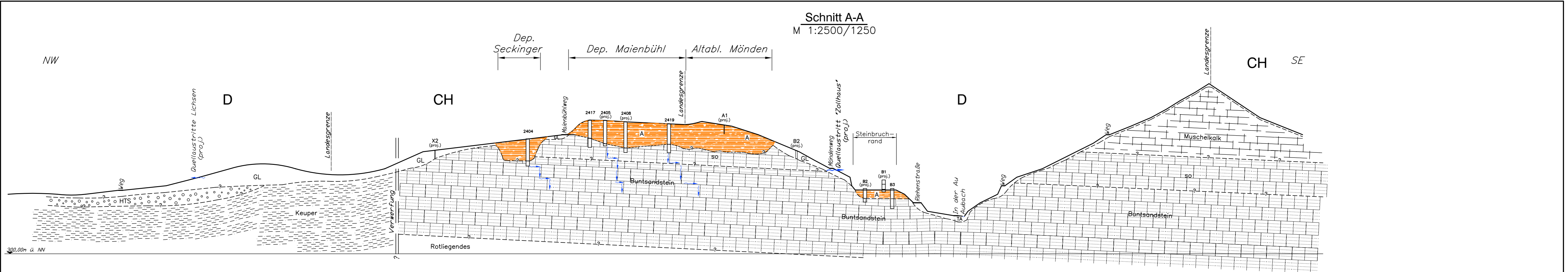
Ab 2005

- Meteorwasser wird dem Retentionsweiher zugeführt. Dieser hat einen Überlauf in die Kanalisation.

Zu entwässernde Fläche: ca. 3'200 m²
Grundwasserrelevanter Meteorwasseranteil: 0 m³/Jahr

20.2.06/Vö

¹ Gesamtniederschlag in Basel ca. 900 mm. Konservative Annahme: ¼ der Niederschläge erreicht das Grundwasser



- Legende:**
- 2419 - Kernbohrung
 - B2 - Direct Push - Piezometer
 - I1 - Direct Push - Sondierung

Geotechnisches Institut			
Auftraggeber: Gemeinde Riehen (BS)			
Projekt: Deponie Maienbühl Technische Untersuchung I.Etappe			
Gez.:	GI	30.08.04	Geologische Profile durch den Maienbühl
Bea.:	Eck		
Geänd.:	Eck	28.04.06	
Ges.:			
M 1:2500/1250		3498_Sch_Beilage_6.dwg	
GIB:1511039.002		zum Bericht:	
		Beilage: 6	