

Wasserversorgung der LUXLAIT – Standort Roost

Erschließung eines Entnahmebrunnens

Dokumentation des Pilotbrunnens

Auftraggeber:

LUXLAIT

Association agricole

27, Boulevard Marcel Cahen
L – 1013 Luxembourg

Kontaktpersonen

Monsieur Steinmetz
Monsieur Reslinger

Projektdurchführung:

SolEtude sàrl

3, rue D. Zahlen
L – 5942 Itzig

Kontaktperson :

Monsieur Franck

Projekt n : 0805/2/26

Itzig, den 16. Dezember 2008

Inhaltsverzeichnis

- 1. Vorgang**
- 2. Der Pilotbrunnen Luxlait**
 - 2.1 Lage
 - 2.2 Technische Daten
 - 2.3 Lithologie
- 3. Hydrophysikalische Bohrlochvermessung und Kamerabefahrung**
- 4. Hydraulische Verhältnisse im Untersuchungsraum**
- 5. Langzeitpumpversuch**
- 6. Probenahme und Ergebnisse der Wasseranalysen**
- 7. Beobachtungspegel Luxlait und tektonische Verhältnisse im Untersuchungsraum**
- 8 Diskussion der Ergebnisse**
- 9. Vorschlag zur Lage und Ausbau des Förderbrunnens**
 - 9.1 Lage
 - 9.2 Bohrtechnik und Ausbau zum Förderbrunnen

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Lageplan, Auszug aus der topographischen Karte
Anlage 2 Auszug aus der geologischen Karte n° 8, Mersch
Anlage 3 Lithologisches Bohrprofil des Pilotbrunnens
Anlage 4 Geologisches Längsprofil des Untersuchungsraums
Anlage 5 Darstellung der hydrophysikalischen Bohrlochvermessung
Anlage 6 Plan mit hydraulischen Verhältnissen im Untersuchungsraum
Anlage 7 Messprotokoll des Langzeitpumpversuchs
Anlage 8 Messgrafik zum Pumpversuch
Anlage 9 Grafik zur Ermittlung der geohydraulischen Parameter
Anlage 10 Simulationsrechnung
Anlage 11 Lithologisches Bohrprofil des Beobachtungspegels
Anlage 12 Analytikbericht der Wasseranalysen
Anlage 13 Vorschlag zum Ausbau des Förderbrunnens

1. Vorgang

Zur Versorgung ihres neuen Standortes mit Trinkwasser, plant die Gesellschaft LUXLAIT Association Agricole die Erschließung eines Brunnens.

Anlässlich einer Besprechung mit Vertretern der Wasserverwaltung wurden am 25 Juni 2008 die, an die Erschließung eines solchen Brunnens geknüpften Bedingungen festgelegt. Im Bericht *Approvisionnement en eau potable du nouveau site de production LUXLAIT à Bissen - Proposition d'implantation d'un puits pilote au sud du Lellerhaff* der SolEtude vom 14. Juli 2008 wird ein potentieller Standort für den Förderbrunnen im Tal der Attert östlich von Bissen, südlich des Aussiedlerhofs *Lellerhaff* vorgeschlagen, der den Kriterien der Wasserverwaltung genügt.

In diesem Zusammenhang wurde im Zeitraum vom Oktober bis November 2008 ein Pilotbrunnen (*Pilotbrunnen Luxlait*) mit dem Ziel niedergebracht, die Ergiebigkeit und Qualität des Grundwasservorkommens des oberen Muschelkalks (*Ceratitenschichten*, mo) am ausgewählten Standort zu prüfen¹. Die Bohrarbeiten sowie die Tests im Bohrloch und im Grundwasser wurden von Geologen der SolEtude koordiniert und betreut.

Der vorliegende Bericht beinhaltet die Dokumentation der durchgeführten Arbeiten und die Auswertung der Ergebnisse der Tests und Wasseranalysen.

2. Der Pilotbrunnen Luxlait

2.1 Lage

Der Pilotbrunnen wurde im unteren, südlichen Hangbereich des Attert-Tals, zwischen den Ortschaften Bissen und Colmar-Berg, südlich des Aussiedlerhofs *Lellerhaff* niedergebracht. Der Bohrpunkt liegt am Waldrand Rand eines lichten Fichtenhains, im Übergang zu einer Weidefläche, ca. 20 m oberhalb der Eisenbahnstrecke Colmar-Berg – Trefil-Arbed Bissen und des Fahrradwegs *Attert-Tal* (siehe Anlagen 1 und 2).

Die Bohrung befindet sich auf dem Gemeindegebiet „B Bissen Süd“, Katasternummer 188/2542, auf rund 224 mNN. Die Talaue liegt auf ca. 213 mNN.

2.2 Technische Daten

Der Pilotbrunnen wurde von der Brunnenbau-Firma BHG Brechtel GmbH, D – Ludwigshafen, als Seilkernrohrbohrung im Durchmesser DN 146 mm niedergebracht (NSK6L). Die Bohrkerne wurden zur Interpretation der Lithologie in Kernkisten gelagert.

¹ Zur Geologie des Standortes wird auf den oben zitierten Bericht verwiesen.

Aufgrund der lockeren Lagerung der oberen Schichtenfolgen (Hangbereich), wurde auf den ersten 14 Metern eine Bohrlochverrohrung (DN 324) eingebracht.

Nach dem Erreichen der Endtiefe von 39,4 m und der Durchführung der Tests im offenen Bohrloch wurde der Pilotbrunnen als Messpegel mit starkwandigem PVC ausgebaut (zum Ausbau siehe Anlage 3).

Brunnendaten, Pegelausbau:

- Tiefe: 39,4 m.
- Brunnenrohr: PVC-Rohr DN 80,
- Vollrohr von 0,00 – 18,80 m
- Filterrohr von 18,80 – 38,40 m Schlitzweite 0,5 mm
- Ringraumabdichtung mit Kompaktonit von 0,00 – 15,50 m
- Ringraumschüttung als Gegenfilter von 15,50 – 16,50; Körnung 0,7 – 1,2 mm
- Ringraumschüttung mit Quarzkies von 16,50 – 39,40 m; Körnung 2 – 3 mm

2.3 Lithologie

Die Begutachtung der Kerne ergibt folgenden lithologischen Aufbau der durchbohrten Schichten::

0,00	4,40 m	Hangschutt	
	7,20 m	Mergel, tonig, mit Dolomitbänken	(Bunte Mergel, ku)
	15,25 m	Sandstein, bunt	(Sandige obere Ceratitenschichten, mos)
	18,00 m	Dolomit	(Untere Ceratitenschichten, mo)
	19,80 m	Tonstein	
	26,90 m	Dolomit	
	27,40 m	Sandstein, rot	
	32,40 m	Dolomit	
	33,30 m	Sandstein, grau	
	36,20 m	Dolomit	
	36,65 m	Sandstein, grau-grün	
	37,20 m	Tonstein, grau	
	38,64 m	Dolomit mit tonigen Passagen	
	39,40 m	Tonstein, grau-grün bis rot-braun	(Anhydritgruppe, mm)

Die Bohrung beginnt in den *Bunten Mergel* des Keupers und durchteuft die bunten Sandsteine der *Oberen Ceratitenschichten* des oberen Muschelkalks mit einer Mächtigkeit von rund 8 m, bevor sie in 15,25 m Tiefe die ersten Dolomitbänke der *Unteren Ceratitenschichten* erreicht.

Die Basis der *Ceratitenschichten* ist in rund 38,60 m mit dem Übergang zu den bunten Mergeln des mittleren Muschelkalks erreicht.

Eine detaillierte Kernaufnahme ist in Anlage 3 dargestellt. Ein geologisches Längsprofil des Untersuchungsraums ist als Anlage 4 beigefügt.

Die Klüftigkeit ist in den *Ceratitenschichten* wenig ausgebildet und beschränkt sich auf geringmächtige Zonen. Deutlich ausgebildete Störzonen wurden nicht angetroffen. Es überwiegen Horizontalklüfte, die meistens eine sandig-tonige Verfüllung aufzeigen (zum Beispiel in 25,80 m und in 33,8 m Tiefe). Einzig in einer Sandsteinbank in rund 32 m Tiefe wurde eine Vertikalklüftung festgestellt. Die in Anlage X befindliche CD-Rom mit dem Film der Kamerabefahrung des Pilotbrunnens veranschaulicht besonders gut die Kluffverhältnisse.

Das Auftreten von Gips wurde im Bohrkern nicht festgestellt.

3 Hydrophysikalische Bohrlochvermessung und Kamerabefahrung

Am 29. Oktober wurden im offenen Bohrloch (lediglich die oberen 14 m waren mit einer Stahlverrohrung abgestützt) hydrophysikalische Vermessungen durchgeführt, deren Ziel es war, die hauptsächlichen Zutrittszonen von Grundwasser zu ermitteln. Folgende Parameter wurden hierbei über das gesamte Profil der Grundwassersäule ermittelt:

- Fließgeschwindigkeit (Flowmeter-Messung)
- Gamma-Messung
- Temperatur
- Leitfähigkeit

Die Messungen erfolgten während des Pumpvorgangs (Pumprate von 5 l/s). Temperatur und Leitfähigkeit wurden ebenfalls im Ruhezustand gemessen. Die Messungen wurden anschließend durch eine Kamerabefahrung des Brunnens ergänzt.

Die Ergebnisse der Messungen sind in Anlage 5 dargestellt. Die Flowmeter-Messung zeigt, dass ca. 74% des Wasserzuflusses aus einer Zone bei 30 m Tiefe, 14 % aus ca. 34 m und rund 12 % aus ca. 26 m Tiefe erfolgen. Vergleicht man diese Zonen mit den Bildern der Kamerabefahrung, so stimmen die Wasserzuflüsse mit offenen Horizontalklüften mit Kluffweiten von mehreren cm überein.

Die Kamerabefahrung und die Flow-Messungen weisen deutlich auf einen Kluffwasserleiter hin.

4 Hydraulische Verhältnisse im Untersuchungsraum

Um einen Vergleich der Wasserstände im Pilotbrunnen, im Brunnen *Geesemillen 1970* und der Attert herzustellen, wurde am 7. November 2008 eine Nivellierung von der Firma *Cabinet de Géomètres* –

Experts durchgeführt. Hierbei wurde dem verschließbaren Deckel des Pilotbrunnens (Seba Kappe²) die Höhe 224 mNN zugeteilt³.

Die Nivellierung der Meßpunkte und die Wasserstandsmessungen an verschiedenen Terminen ergeben folgende Situation:

Meßpunkt	Höhe des Meßpunktes (mNN)	Höhe des W.-spiegels am 22/10/08 (mNN)	Höhe des W.-spiegels am 07/11/08 (mNN)	Höhe des W.-spiegels am 08/12/08 (mNN)
Pilotbrunnen, Innenrand der Seba Kappe	224,000	213,39	213,58	214,04
Brunnen Geesemillen 1970, Innenrand Deckel	215,527		212,85	213,42
Beobachtungspegel Luxlait I ⁴ , Innenrand der Seba Kappe	217,158			213,86
Attert, direkt südlich des Brunnens Geesemillen 1970			212,08	
Attert, direkt nördlich des Pilotbrunnens			212,66	
Attert, unter der Brücke westlich Lellerhaff			213,00	
Attert, Limnimeter <i>Bissen</i> *		219,08	219,12	219,65

* Die Meßwerte des Wasserstandes am Limnimeter *Bissen* der Attert stammen von der Wasserverwaltung Diekirch. Der Meßpunkt liegt ca. 3,2 km flussaufwärts vom Pilotbrunnen.

Am 7. November 2008, beim Wasserstand 219,12 mNN am Pegel Bissen, lag der Wasserspiegel im Pilotbrunnen,

- 0,73 m höher als der Wasserspiegel im Brunnen Geesemillen 1970
- 0,93 m höher als der Wasserstand der Attert nördlich des Pilotbrunnens
- 1,50 m höher als der Wasserstand der Attert auf Höhe des Brunnens Geesemillen 1970 (flussabwärts gelegen).

Zum gleichen Meßzeitpunkt lag der Wasserspiegel im Brunnen Geesemillen 1970

- 0,77 m höher als der Wasserstand der Attert auf Höhe des Brunnens Geesemillen 1970.

Am 8. Dezember 2008 war, nach starken Regenereignissen, der Pegel Bissen gegenüber dem 7. November um 53 cm gestiegen (219,65 mNN). Als Reaktion auf das leichte Hochwasser stellen wir erhöhte Wasserstände von 46 cm im Pilotbrunnen und 57 cm im Brunnen Geesemillen 1970 fest.

Die Wasserstände sind im Plan in Anlage 6 dargestellt. Die Beobachtungen ermöglichen folgende Aussagen zu den hydrologischen Verhältnissen im Untersuchungsraum:

² Referenzpunkt ist der Innenrand der Kappe bei geöffnetem Deckel.

³ Die Höhe wurde nicht zu einem Fixpunkt referenziert.

⁴ Zum Beobachtungspegel Luxlait siehe Kapitel 7.

- beidseits der Attert liegen effluente Fließverhältnisse vor, wobei die Wasserspiegel in den Brunnen (und dem Beobachtungspegel – Messung vom 08/12/08) zwischen 0,77 – 0,93 m über dem Wasserstand der Attert liegen;
- die Wasserstände in den zwei Brunnen werden deutlich vom Wasserstand der Attert, oder zumindest unmittelbar von starken Niederschlägen im Einzugsgebiet beeinflusst.

5. Langzeitpumpversuch

Vom 22. bis zum 29. Oktober wurde im Pilotbrunnen ein 168 Stunden dauernder Langzeitpumpversuch zur Bestimmung der Ergiebigkeit des erschlossenen Grundwasservorkommens durchgeführt.

Während des Versuchs wurden durchgehend im Wasserfluß die folgenden Parameter gemessen, deren Ergebnisse zusammen mit denen der Wasseranalysen unter Punkt 5 ausgewertet werden:

- Temperatur
- Leitfähigkeit
- pH-Wert
- Sauerstoffgehalt
- Redoxpotential

Für die Zeitdauer des Versuchs, wurde im Brunnen *Geesemillen 1970* der Gemeinde Colmar-Berg eine Meßsonde zur durchgehenden Überwachung des Wasserspiegels eingebaut. Der zurzeit nicht mehr von der Gemeinde zur Trinkwasserversorgung genutzte Brunnen liegt rund 450 m nördlich vom Pilotbrunnen entfernt und erschließt den gleichen Grundwasserträger.

Während und am Ende des Pumpversuchs wurden insgesamt drei Wasserproben entnommen und analysiert (siehe Kapitel 6).

Der Ruhewasserspiegel vor Beginn des Versuchs wurde bei 10,61 m unter GOK eingemessen. Die Wassersäule im Bohrloch betrug rund 28,80 m. Für den Pumpversuch wurde eine Grundfoss SP14 Pumpe eingesetzt. Die Tiefe der Pumpe betrug ca. 14 m. Der Versuch wurde am 22. Oktober um 9.30 Uhr gestartet und endete am 29. Oktober um 10.11 Uhr.

Da anlässlich eines Kurzpumpversuchs⁵ mit einer Förderrate von 2,3 l/s (8 m³/h) eine Absenkung des Grundwassers von knapp 79 cm gemessen wurde und die Kernansprache deutlich auf einen Kluftwasserleiter hinweist, wurde der Langzeitpumpversuch direkt mit einer Leistung von rund 5 l/sec (18 m³/h) angefahren. Bei gleichbleibender Förderate betrug die Absenkung nach Ende des Pumpversuchs 1,82 m (siehe Meßprotokolle in Anlage 7). Der Wiederanstieg bis 12 m unter Meßpunkt erfolgte quasi unmittelbar an das Abschalten der Pumpe.

⁵ Zwischenpumpversuch einer Dauer von 13,5 Stunden vom 16. Oktober 2008 bei einer Bohrtiefe von rund 30 m.

In Anlage 8 sind die während des Pumpversuchs gemessenen Wasserstände im Pilotbrunnen (blau) und im Kontrollbrunnen *Geesemillen 1970* (grün) graphisch dargestellt. Hierbei fällt ganz deutlich ein Anstieg des Grundwasserspiegels in beiden Meßstellen am Morgen des 27. Oktober auf. Der Anstieg beträgt rund 25 cm im Pilot- und 28 cm im Kontrollbrunnen. Die von der Wasserverwaltung Diekirch übermittelten Messdaten zum Wasserstand der Attert am Limnimeter *Bissen* des betreffenden Zeitraums zeigen ebenfalls einen deutlichen Anstieg von rund 55 cm. Die Übertragung der Messwerte in die Graphik der Anlage 8 (rote Linie) zeigt deutlich den, im vorhergehenden Kapitel bereits besprochenen Einfluß der Wasserführung der Attert auf die Grundwässer der zwei Brunnen. Hier fällt die gute Übereinstimmung der Ganglinien der Attert und des Brunnens *Geesemillen 1970* auf (in der Grafik wurde die Ganglinie des Flusses direkt auf die Messwerte im Beobachtungsbrunnen projiziert). Die Grundwasserschwankungen im Brunnen *Geesemillen 1970* sind somit an die Wasserführung des Flusses gebunden; ein Einfluß des Pumpversuchs auf den Brunnen ist nicht festzustellen. Der Kontrollbrunnen zeigt beispielsweise keine Reaktion auf den Abbruch der Pumpentätigkeit und den Wiederanstieg im Pilotbrunnen.

Die Auswertung des Pumpversuchs erfolgte nach einem infinit radialen Fließmodell im Kluftgrundwasserleiter nach Theis/Papadopoulos. Die Absenkungskurve sowie vor allem die Wiederanstiegs-kurve des Versuchs zeigen nicht den typischen Verlauf eines Kluftgrundwassers, auch wenn die Kamerabefahrung verbunden mit den Flowmeter-Messungen dies deutlich belegen. Grund hierfür sind vermutlich starke Wasserturbulenzen in den Klüften (abhängig von der Geometrie der Klüftung) bei dem Pumpvorgang. Entsprechend wurde für die Ermittlung der Kennwerte ein Skinfaktor von 12^6 angenommen. Die anhand der Messdaten, bzw. des Kurvenverlaufs des Diagramms in Anlage 9, ermittelten geohydraulischen Parameter sind wie folgt:

- Transmissivität: $9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$
- (Durchlässigkeitsbeiwert kf: $3,1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$)
- Speicherkoeffizient : ca. 10^{-4}

Die auf Basis dieser Kennwerte simulierte Wasserstandsentwicklung für eine Förderrate von $30 \text{ m}^3/\text{h}$ (8,33 l/s) ergibt eine Grundwasserabsenkung von ca. 3,4 m, was einem Leistungs-Absenkungs-Quotienten von $2,45 \text{ l/s} \cdot \text{m}$ entspricht (siehe simulierte Förderrate in der Grafik in Anlage 10). Hierbei wurde von einem Ruhewasserspiegels im Pilotbrunnen von -10,61 m unter GOK (213,39 mNN) ausgegangen (die erhöhten Wasserstände nach starken Niederschlagsereignissen sind nicht berücksichtigt).

Bei Förderraten von 5 l/s (Pumptest) oder 8,33 l/s (angestrebte Förderleistung) liegt der Wasserspiegel im Förderbrunnen 1,09 m, bzw. 2,66 m unter dem Niveau der Attert. Somit haben sich die effluenten Wasserverhältnisse im Ruhestand zu influenten im Förderbetrieb umgekehrt (das Flußwasser speist das Grundwasser).

⁶ = dimensionslose Bemessungsgröße für die hydraulische Ankopplung des Brunnens an den wassererfüllten Kluftkörper.

6. Probenahme und Ergebnisse der Wasseranalysen

Zur Überprüfung der chemischen Zusammensetzung des Grundwassers wurden während des Pumpversuchs zu folgenden Zeitpunkten Wasserproben genommen:

- Probe *Luxlait PP1* am 23.10.08 um 8.30 Uhr nach 23 Stunden Pumpdauer;
- Probe *Luxlait PP2* am 27.10.08 um 8.30 Uhr nach 119 Stunden Pumpdauer;
- Probe *Luxlait PP3* am 29.10.08 um 9.00 Uhr nach 167,5 Stunden Pumpdauer.

Das Analytikprogramm umfaßte:

- die Indikator-Parameter der Anlage 3 der deutschen Trinkwasserverordnung/EUV – chemisch-technische und hygienische Parameter;
- die chemische Parameter der Anlage 2, Teil I und II, der deutschen Trinkwasserverordnung;
- Anlage 2, Teil I, Nr 10 der deutschen Trinkwasserverordnung – Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte;
- die mikrobiologischen Parameter gemäß Trinkwasserverordnung (diese Analyse wurde nur in der Probe PP3 durchgeführt).

Die Wasserproben wurden durch einen, im Förderschlauch eingebauten Wasserhahn entnommen. Die Durchführung erfolgte durch einen Geologen der SolEtude für die Proben PP1 und PP2. Als Behältnisse für die Wasserproben wurden speziell vom Labor Agrolab vorbereitete Probenahmegläser verwendet.

Die Beprobung am Ende des Pumpversuchs (PP3), in der ebenfalls mikrobiologische Parameter untersucht wurden, wurde vom Labor Agrolab GmbH selbst vorgenommen.

Mit Ausnahme des mikrobiologischen Befundes (Coliforme, coliforme Keime und *Escherichia coli*) liegen keine Überschreitungen der Grenzwerte, bzw. der erforderlichen Konzentrationsbereiche vor. Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel wurden in keiner der Proben nachgewiesen. Das gleiche gilt auch für leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe.

Die Sulfat-Gehalte von <50 mg/l zeigen, dass im Einzugsgebiet des Brunnens keine Gipsvorkommen liegen, die oftmals die Qualität von Muschelkalk- Wässern stark beeinträchtigen.

Mit einer Gesamthärte von 39 °f ist das Wasser als „hart“ einzustufen. Eisen Gehalte liegen bei 0,023 mg/l, Mangan ist nicht nachweisbar. Der pH liegt mit rund 7,3 im neutralen Bereich.

Die nachfolgende Tabelle 1 faßt die Analysenergebnisse der 3 Proben zusammen und veranschaulicht somit die Evolution der Wasserqualität mit zunehmender Förderdauer (von PP1 zu PP3). Eine detaillierte Auflistung der Analysenergebnisse erfolgt in Anlage 12.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Analysenergebnisse der 3 Wasserproben

Parameter	Einheit	PP1	PP2	PP3	Grenzwert
Natrium (Na)	mg/l	7,9	8	7,6	200
Ammonium (NH ₄)	mg/l	0,02	0,03	<0,01	0,5/30
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	6,07	6,07	6,09	
Chlorid (Cl)	mg/l	24	24,4	23,8	250
Sulfat (SO ₄)	mg/l	48,5	47,9	46,7	240
Nitrat (NO ₃)	mg/l	26,5	26,8	26,7	50
Nitrit (NO ₂)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	0,5
Eisen (Fe)	mg/l	0,036	0,044	0,023	0,2
Mangan (Mn)	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	0,05
Aluminium (Al)	mg/l	0,06	0,07	0,06	0,2
Zinc (Zn)	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	
Ethylbenzol	mg/l	<0,0001	0,0001	<0,0001	
Toluol	mg/l	<0,0001	0,0001	<0,0001	
o-Xylol	mg/l	<0,0001	0,0001	<0,0001	
m,p-Xylol	mg/l	<0,0002	0,0003	<0,0002	
Carbonathärte (°f)	°f	30,4	30,4	30,5	
Gesamthärte (°f)	°f	39,9	39,7	39	
Gesamthärte	°dH	22,3	22,2	21,8	
Summe Erdalkalien	mmol/l	3,99	3,97	3,9	
Carbonathärte	°dH	17	17	17,1	
Bromat (BrO ₃)	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Cyanide, gesamt	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	0,05
Fluorid (F)	mg/l	0,13	0,13	0,13	1,5
Antimon (Sb)	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,005
Arsen (As)	mg/l	0,002	0,001	0,002	0,01
Blei (Pb)	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	0,025
Bor (B)	mg/l	0,03	0,04	0,04	1
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,05
Chrom (Cr)	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	0,05
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	2
Nickel (Ni)	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	0,02
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,001
Selen (Se)	mg/l	0,0008	0,0007	0,0008	0,01
Trichlormethan	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
Bromdichlormethan	mg/l	<0,0002	<0,0002	<0,0002	
Dibromchlormethan	mg/l	<0,0002	<0,0002	<0,0002	
Tribrommethan	mg/l	<0,0003	<0,0003	<0,0003	
Summe THM (Einzelstoffe)	mg/l	n.n.	n.n.	n.n.	0,05
Trichlorethen	mg/l	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,01
Tetrachlorethen	mg/l	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,01
Tetrachlorethen und Trichlorethen	mg/l	n.n.	n.n.	n.n.	0,01
Vinylchlorid	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0005
1,2-Dichlorethan	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,003
Benzol	mg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001
Benzo(b)fluoranthren	mg/l	<0,000002	<0,000002	<0,000002	
Benzo(k)fluoranthren	mg/l	<0,000002	<0,000002	<0,000002	
Benzo(ghi)perylene	mg/l	<0,000002	<0,000002	<0,000002	
Indeno(123-cd)pyren	mg/l	<0,000002	<0,000002	<0,000002	
PAK-Summe (TVO 2001)	mg/l	n.n.	n.n.	n.n.	0,0001

Parameter	Einheit	PP1	PP2	PP3	Grenzwert
Benzo(a)pyren	mg/l	<0,000002	<0,000002	<0,000002	0,00001
Atrazin	mg/l	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,0001
Desethylatrazin	mg/l	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,0001
Desisopropylatrazin	mg/l	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,0001
Desethylterbuthylazin	mg/l	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,0001
Propazin	mg/l	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,0001
Sebuthylazin	mg/l	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,0001
Simazin	mg/l	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,0001
Terbuthylazin	mg/l	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,0001
Clostridium perfringens	KBE			0	0
Coliforme, thermotolerant	KBE			2	0
Koloniezahl bei 22°C (in 1 ml)	KBE			41	
Koloniezahl bei 36°C (in 1 ml)	KBE			1	
Coliforme Keime (in 100 ml)	KBE			18	0
E. coli (in 100 ml)	KBE			2	0

Entsprechend dem Probenahmezeitpunkt spiegeln die einzelnen Analysen die Wasserqualität nach Austausch folgender Wassermengen wieder:

- PP1: nach 414 m³
- PP2: nach 2.142 m³
- PP3: nach 3.015 m³.

Der Vergleich zeigt keine erwähnenswerten Konzentrationsverschiebungen mit fortschreitender Pumpdauer. In Bezug auf die Anionen ist sogar ein leichter Rückgang der Gehalte festzustellen, was daraufhin weist, dass keine stark mineralhaltigen Wasserhorizonte mit zunehmendem Wasseraustausch erfasst wurden.

Die kurz vor Ende des Pumpversuchs über die gesamte Wassersäule gemessene elektrische Leitfähigkeit zeigt einen deutlichen Anstieg im unteren Brunnenbereich, unterhalb der Zonen mit den höchsten Wasserzuflüssen (ohne gleichzeitiger Anstieg der Wassertemperatur). Auch dies weist auf Zuflüsse mit geringen Konzentrationen an gelösten Salzen hin.

Einzig eine mikrobiologische Beeinträchtigung des Wassers in Form von, in der Trinkwasserverordnung als nicht zulässig angegebenen thermotoleranten Coliformen, coliformen Keimen und Escherichia coli wurde nachgewiesen (Probe PP3). Hierzu sei angemerkt, daß zur Probenahme durch das Labor der Wasserhahn zwar abgeglüht wurde, ansonsten die Probenahmebedingungen im offenen Bohrloch nicht als steril angesehen werden können, da beispielsweise die Bohrlochverrohrung im oberen Brunnenteil keine Abdichtung gegen Zutritte von Oberflächenwasser darstellt (der Versuch wurde während einer starken Regenperiode mit Oberflächenabfluß im Umfeld des, in Hanglage befindlichen Brunnenkopfes, durchgeführt), sowie die Förderpumpe und die Förderleitung nicht sterilisiert werden konnten und somit weitere Kontaminationsquellen darstellten. Der mikrobielle Befund aus einem, nicht als Förderbrunnen fachgerecht ausgebautem Bohrloch besitzt somit lediglich einen orientierenden Charakter.

Im Bezug auf den, in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Einfluß des Flußwassers, beziehungsweise von Wässern mit kurzem Fließweg auf das Grundwasser im Pilotbrunnen am Morgen des 27. Oktober (5ter Pumtag), konnte keine relevante Veränderung des Chemismus des Wassers zwischen den Proben PP1, PP2 und PP3 festgestellt werden (Vergleiche zur Mikrobiologie sind nicht möglich, da diese nur in der letzten Probe analysiert wurde). Im Zeitintervall vom Beginn des Grundwasseranstiegs bis Erreichen des Höchststands sind lediglich leichte Anstiege der elektrischen Leitfähigkeit (von 760 auf 770 $\mu\text{S}/\text{cm}$) und des Redoxpotentials (von 90 auf 108 mV) zu vermerken (siehe Messwerte der Tabelle zum Pumpversuch in Anlage 7). Das Redoxpotential des Wassers weist auf reduzierende Verhältnisse hin.

7 Beobachtungspegel Luxlait und tektonische Verhältnisse im Untersuchungsraum

Eine der, anlässlich der Besprechung vom 25 Juni 2008 mit Vertretern der Wasserverwaltung, an die Erschließung des Brunnens geknüpften Bedingungen war die Einrichtung eines Kontrollpegels zwischen dem Standort des neuen Brunnens und dem bestehenden Förderbrunnen *Bisser Millen* (*Puits Neumann*), der sich im Tal der Attert rund 700 m westlich des Pilotbrunnens befindet. Der Pegel dient zur Überprüfung einer möglichen Beeinflussung dieser Entnahmestelle durch den geplanten Brunnen Luxlait.

Im Anschluß an den Ausbau des Pilotbrunnens, nachdem die ersten Ergebnisse auf einen günstigen Brunnenstandort hinwiesen, wurde südlich der Attert, im lieu-dit *Grousswiss*, 325 m WNW des Brunnenstandortes, der Beobachtungspegel von der Brunnenbau-Firma BHG Brechtel als Seilkernrohrbohrung im Durchmesser DN 146 mm niedergebracht (NSK6L). Die Bohrkerne wurden zur Interpretation der Lithologie in Kernkisten gelagert. Der Standort ist aus dem Plan in Anlage 6 ersichtlich.

Die Bohrung setzte in 3,2 m mächtigen schluffig-tonigen Flußablagerungen ein, durchteufte eine Wechselfolge von Dolomiten mit zwischengelagerten Mergel- und Sandsteinbänken bevor sie in rund 15,60 m Tiefe die rötlich-grauen Tonsteine des mm erreichte. Die Bohrung wurde nach 3,1 m Tonsteinfohlen in einer Tiefe von 18,70 m beendet. Der Pegelausbau ist wie folgt:

- Brunnenrohr: PVC-Rohr DN 80,
- Vollrohr von 0,00 – 6,00 m
- Filterrohr von 6,00 – 16,00 m Schlitzweite 0,5 mm
- Ringraumabdichtung mit Kompaktonit von 0,20 – 5,50 m
- Ringraumschüttung als Gegenfilter von 5,50 – 5,70; Körnung 0,7 – 1,2 mm
- Ringraumschüttung mit Quarzkies von 5,70 – 17,80 m; Körnung 2 – 3 mm

Der Grundwasserspiegel im ausgebauten Beobachtungspegel wurde am 08/12/08 bei 3,30 m unter GOK (= 213,86 mNN) eingemessen, 18 cm tiefer als der Grundwasserspiegel im Pilotbrunnen zum gleichen Zeitpunkt.

Die Kernaufnahme und der Pegelausbau sind in Anlage 11 dargestellt. Vergleicht man die Lithologie und Höhenlage prägnanter Horizonte mit denen des Pilotbrunnens, so fällt auf, dass im Beobachtungspegel der obere Muschelkalk nur auf einer Mächtigkeit von rund 16 m erschlossen ist. Der Übergang zum Mittleren Muschelkalk, charakterisiert durch bunte Tonsteine, befindet sich bei rund 201,40 mNN, während derselbe im Pilotbrunnen bei 185,36 mNN angetroffen wurde. Zwischen den beiden Bohrungen befindet somit ein Versatz der Bodenschichten von rund 16 m, wobei die westliche Scholle mit dem Pegel relativ zu der östlichen gehoben wurde.

Somit reicht die NE-SW verlaufende Verwerfung von Bissen weiter Richtung Nordosten als auf der geologischen Karte n°8, Mersch, verzeichnet ist (siehe Anlage 2). Die Grenze mo / mm im Brunnen *Geesemillen 1970* liegt, gemäß einer Kernbeschreibung die uns vom Service géologique zur Verfügung gestellt wurde, in einer Tiefe von 28,25 m unter GOK, was 185,46 mNN entspricht. Die Grenze liegt somit auf der gleichen Höhe wie im Pilotbrunnen (185,36 mNN). Hieraus wird ersichtlich, dass sich Pilotbrunnen und der Brunnen *Geesemillen 1970* auf der gleichen, östlichen Scholle befinden und die Verwerfung entweder auf der Höhe vom Lellerhaff das Attert-Tal quert oder aber endet.

8 Diskussion der Ergebnisse

Im Zusammenhang mit der Erstellung eines Förderbrunnens für den neuen Standort der Luxlait können folgende, wesentliche Schlüsse gezogen werden:

- die Ergiebigkeit des Oberen Muschelkalks im Pilotbrunnen ermöglicht eine Fördermenge von 30 m³/h bei einer errechneten Absenkung des Grundwasserspiegels von ca. 3,4 m (210 mNN), bei einer Wassersäule von 28,80 m im Brunnen. Die Flowmeter-Messung und die Kamerabefahrung haben ergeben, dass der überwiegende Teil des Wassers dem Brunnen im Tiefenbereich von 25-35 m (199 mNN – 189 mNN) zuströmen (nach der Flowmeter-Messung wären dies 100%). Die sandige Ausbildung des oberen Muschelkalks (mo_s) spielt somit keine wesentliche Rolle als Aquifer. Der sich im mo_s befindliche Wasserspiegel stellt somit einen Druckwasserspiegel dar;
- die durchwegs gute chemische Qualität des Grundwassers weist kaum Veränderungen während des 168 Stunden dauernden Pumpversuchs auf. Lediglich der mikrobiologische Befund, der vermutlich auf die nicht-sterilen Bedingungen im offenen Bohrloch zurückzuführen ist, entspricht nicht der Norm über die Trinkwasserqualität;
- das im Pilotbrunnen erschlossene Grundwasser unterliegt starken Wasserspiegelschwankungen, die im direkten Zusammenhang mit den Niederschlägen im Einzugsgebiet und mit der Wasserführung der Attert stehen. Dem Brunnen fließen somit Oberflächenwässer zu, deren Verweildauer im Aquifer weniger als 50 Tage beträgt, beziehungsweise eventuell dem Flußwasser entstammen können.

Das Einzugsgebiet des Brunnens wird durch folgende Situation geprägt (siehe geologische Längsprofil in Anlage 4):

- die Schichtenfolgen zeigen ein Einfallen von 3° nach SE (siehe Angabe auf der geologischen Karte in Anlage 2 und Profil in Anlage 4), so dass das Einzugsgebiet des Aquifers des Oberen Muschelkalks im NW liegt. Anstehende Schichten des mo beobachten wir insbesondere in den Tälern des Waldgebietes westlich von Colmar-Berg;
- die im Rahmen der Studie durchgeführten Wasserstandsmessungen in den Brunnen/Pegel und an der Attert haben effluente Fließverhältnisse des Grundwassers ergeben. Somit herrscht im direkten Umfeld des Pilotbrunnens ein Grundwassergefälle in nördliche Richtung, d.h. ein lokal begrenztes Einzugsgebiet des Brunnens liegt ebenfalls in südlicher Richtung;
- im Einzugsgebiet verläuft die Attert, die aufgrund der influenten Verhältnisse im Förderzustand des Brunnens Wasser an das Grundwasser abgibt.

Die hydrologischen Gegebenheiten für die Förderung von 30 m³/h Wasser mit Trinkwasserqualität am Standort des Pilotbrunnens sind somit gegeben. Als störend muß jedoch der Einfluß von Wässern geringer Verweildauer im Aquifer auf den Brunnen angesehen werden. Hierdurch kann nach Niederschlagsereignissen und dem Anstieg des Wasserstandes der Attert eine Verschlechterung der Wasserqualität erfolgen, insbesondere der hygienischen Bedingungen (mikrobiologische Parameter).

Um diesen Einfluß soweit wie möglich zu unterbinden, ohne jedoch die Ergiebigkeit des Brunnens zu mindern, wird vorgeschlagen, den Förderbrunnen im oberen Bereich bis in eine Tiefe von 19,80 m (204,20 mNN), bis an die Basis einer 1,8 m mächtigen Tonsteinbank abzudichten. Hierdurch werden die Wässer der sandigen Fazies des oberen Muschelkalks, die im Tal im direkten Kontakt mit den Flußablagerungen stehen (siehe Profil in Anlage 4), vom Förderbrunnen ausgeschlossen. Ausgeschlossen wären dann auch potentielle Zuflüsse vom Bach, der 60 m östlich des Standortes entfernt einen Teil des Plateau Roost entwässert.

Hier kommt es vor allem darauf an, ob die Tonsteinschichten einen Stauhorizont für die auflagernden Wässer bilden. Wie die Grundwasserspiegelmessungen im ausgebauten Pilotbrunnen zeigen, reagiert der Brunnen, auch bei einer Abdichtung bis 15,50 m Tiefe (208,50 mNN; siehe Brunnenausbau in Anlage 3) immer noch auf einen erhöhten Wasserstand der Attert (Messung vom 08/12/08).

Die Überwachung der mikrobiologischen Qualität des Wassers und damit verbunden die präventive Behandlung des Wassers durch Abtöten von Krankheitserregern wird auf Basis der vorgefundenen hydraulischen Situation am Standort immer vorrangig zu beachten sein.

9. Vorschlag zur Lage und Ausbau des Förderbrunnens

9.1 Lage

Damit die geohydrologischen Bedingungen im Untergrund die gleichen sind wie im Pilotbrunnen, sollte der Förderbrunnen nicht mehr als 10 m vom Pilotbrunnen entfernt niedergebracht werden.

Geht man von einer Wasserschutzzone I mit einem Radius von (mindestens) 10 m bis (empfohlen) 15 m um den Brunnen, die zu roden und einzuzäunen ist, aus, so liegt der zu erstellende Förderbrunnen vorzugsweise ca. 15 m östlich von dem Waldrand mit Druckwasserleitung im Westen und 15 m südlich von der Druckwasserleitung im Norden entfernt.

Hierdurch wird garantiert, dass weder die Druckwasserleitung, noch die Weidefläche in der Schutzzone I liegen.

9.2 Bohrtechnik und Ausbau zum Förderbrunnen

Ausbauvorschlag in Anlage 13

SolEtude sàrl

Luc Franck, Geologe

Franck Ligi, Geologe

Anlage 1

Lageplan, Auszug aus der topographischen Karte

Extrait de la carte topographique n°6, Ettelbrück



 Puits pilote

Puits existants

- 2** Puits Moulin de Bissen
- 3** Puits Geesemillen 1970
- 4** Puits In der Huef (Geesemillen 1980)

Projet: LUXLAIT - Puits pilote Lellerhaff

Donneur d'Ordre: Association agricole LUXLAIT

Réalisation: L. Franck

Date : le 10.07.2008

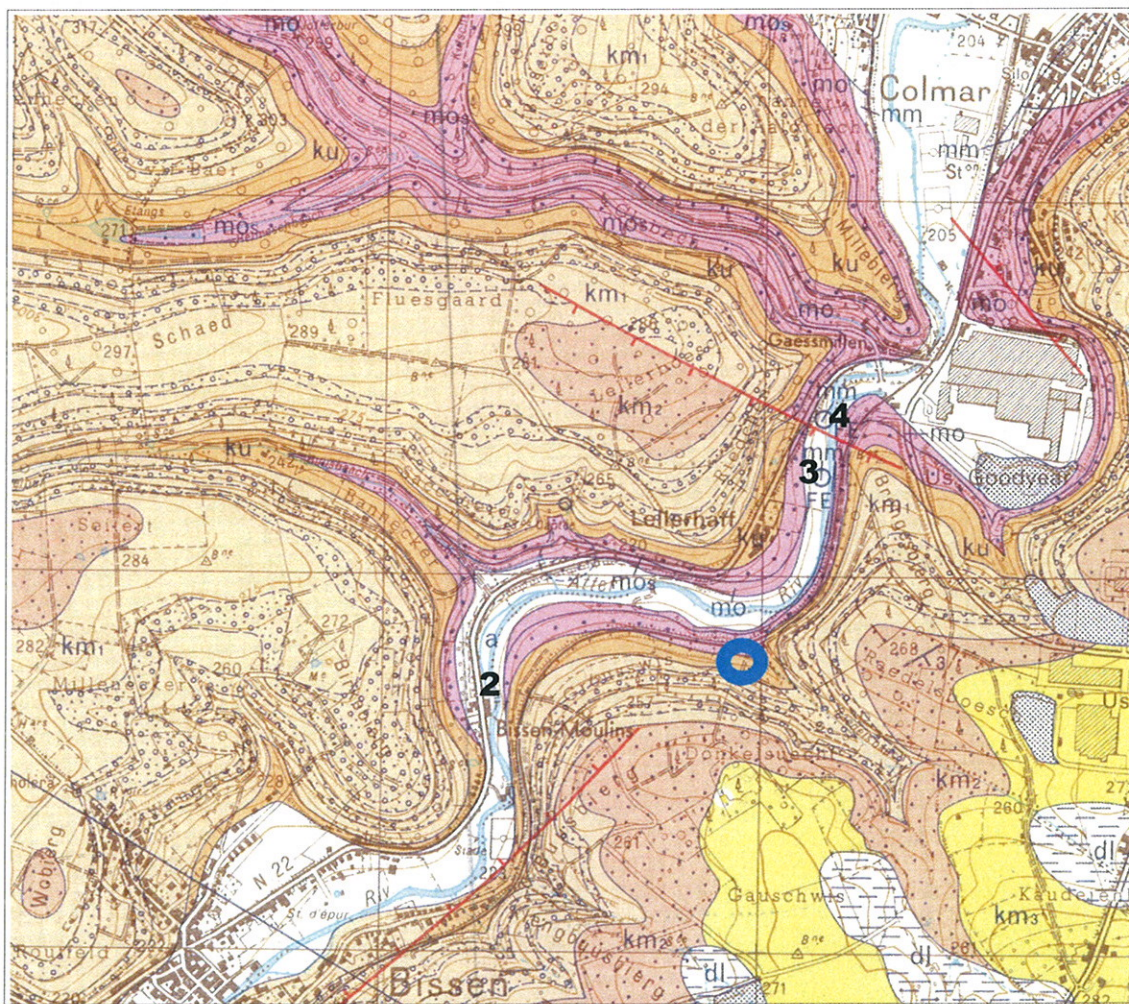


Sol Etude
s.à r.l.
Etudes et Expertises des Sols

Tel : 26.36.01.93 / Fax : 26.36.01.57

Anlage 2

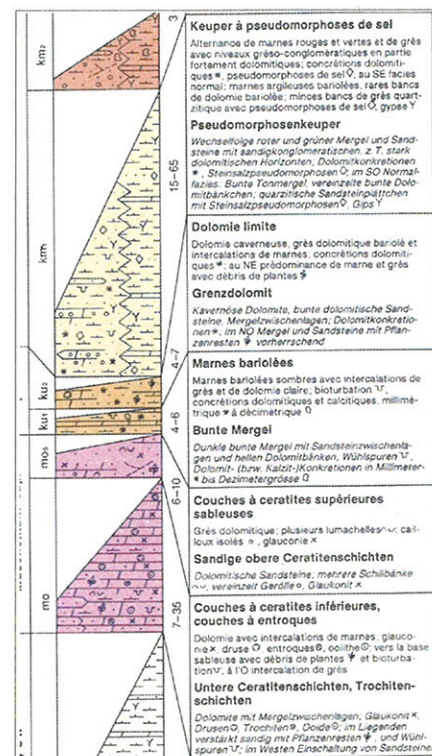
Auszug aus der geologischen Karte n° 8, Mersch



Puits pilote

Puits existants

- 2** Puits Moulin de Bissen
- 3** Puits Geesemillen 1970
- 4** Puits In der Huef (Geesemillen 1980)



Projet: LUXLAIT - Puits pilote Lellerhaff

Donneur d'Ordre: Association agricole LUXLAIT

Réalisation: L. Franck

Date : le 10.07.2008



Sol Etude
s.à r.l.
Etudes et Expertises des Sols

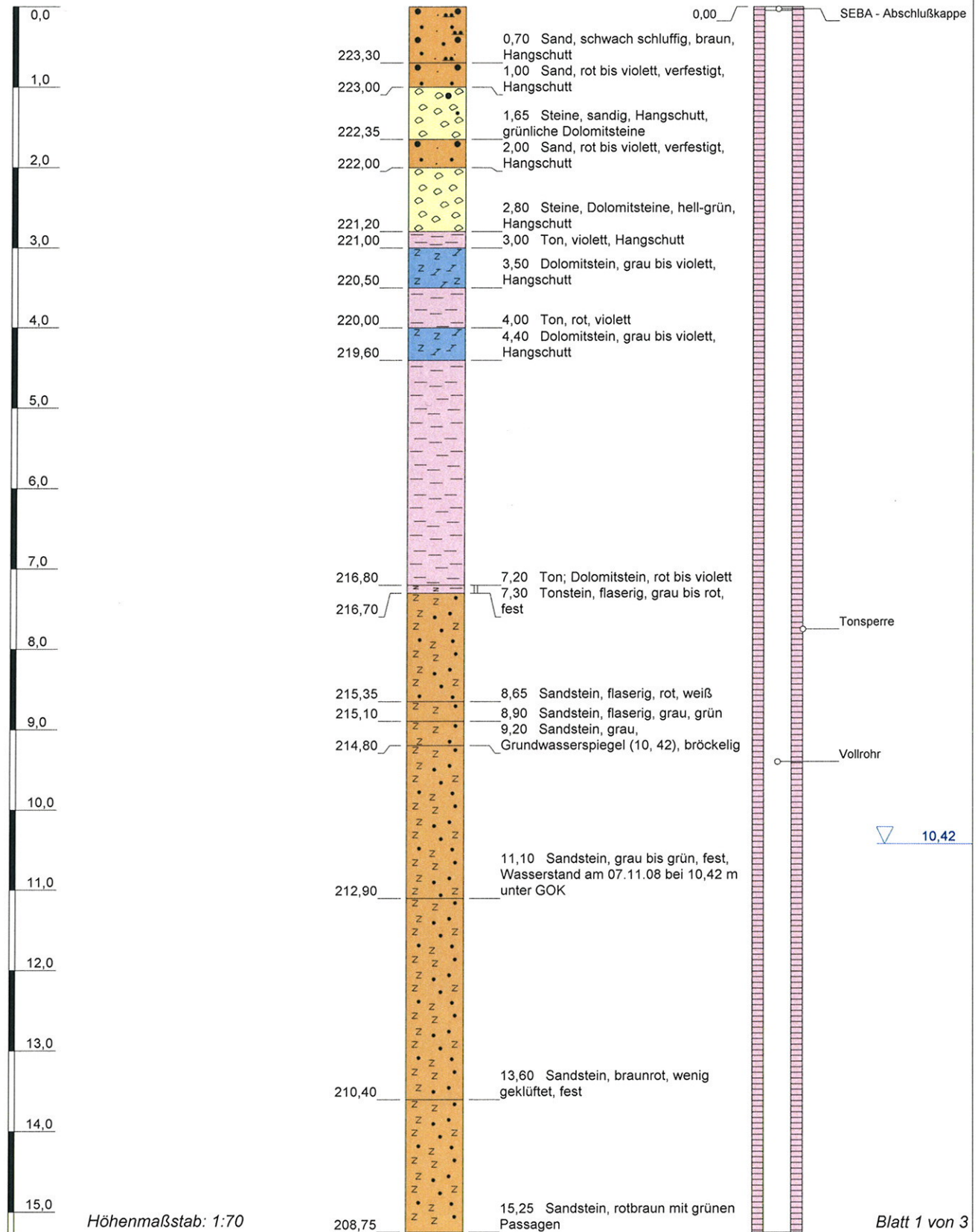
Tel : 26.36.01.93 / Fax : 26.36.01.57

Anlage 3

Lithologisches Bohrprofil des Pilotbrunnens

Höhe zu N.N. : 224,00

Pilotbrunnen Luxlait



Projekt: Luxlait

Bohrung: Pilotbrunnen Luxlait

Auftraggeber: Luxlait

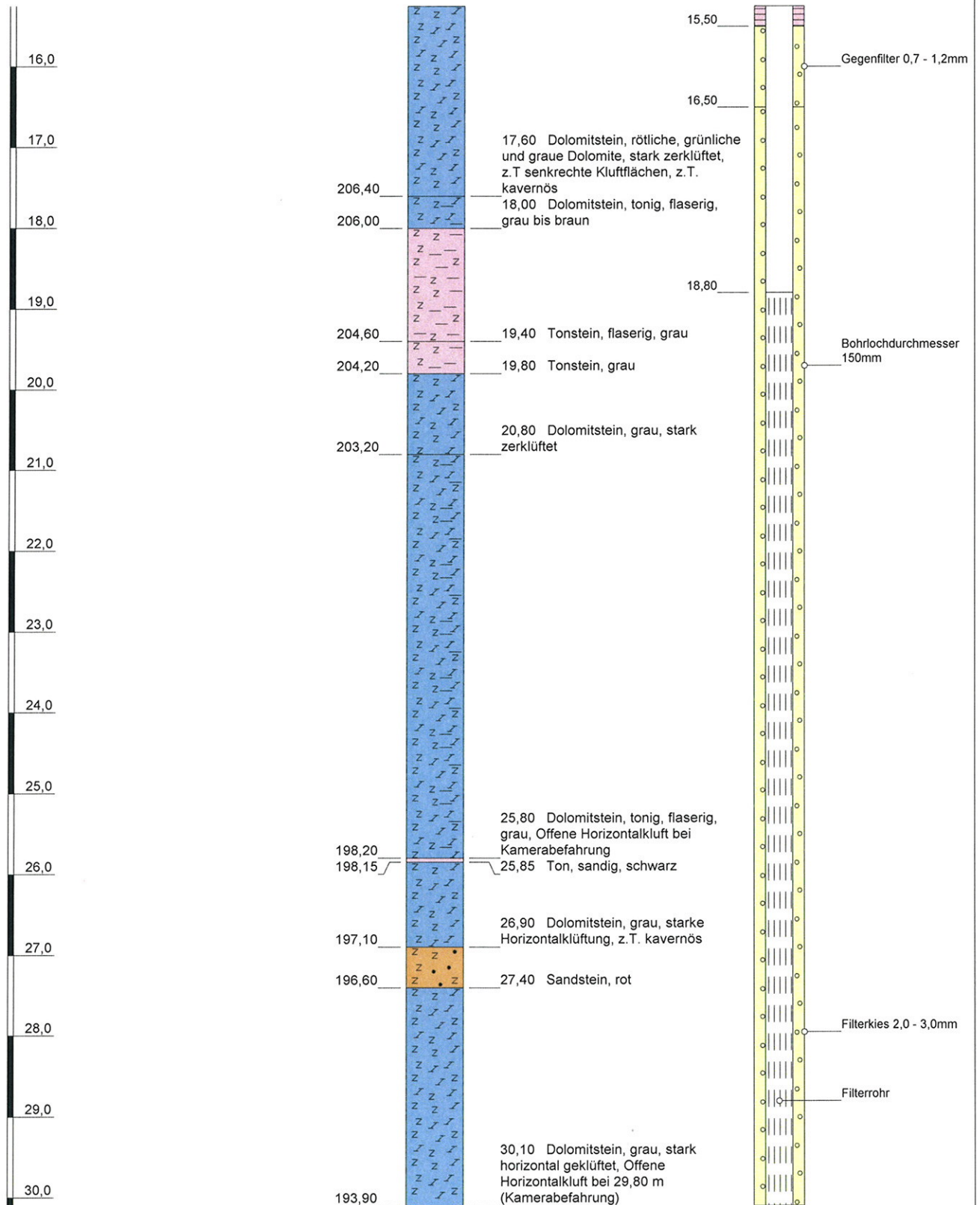
Bohrfirma: BHG Brechtel

Bearbeiter: L. Franck

Datum: 27/10/2008

Höhe zu N.N. : 224,00

Pilotbrunnen Luxlait



Höhenmaßstab: 1:70

Blatt 2 von 3

Projekt: Luxlait

Bohrung: Pilotbrunnen Luxlait

Auftraggeber: Luxlait

Bohrfirma: BHG Brechtel

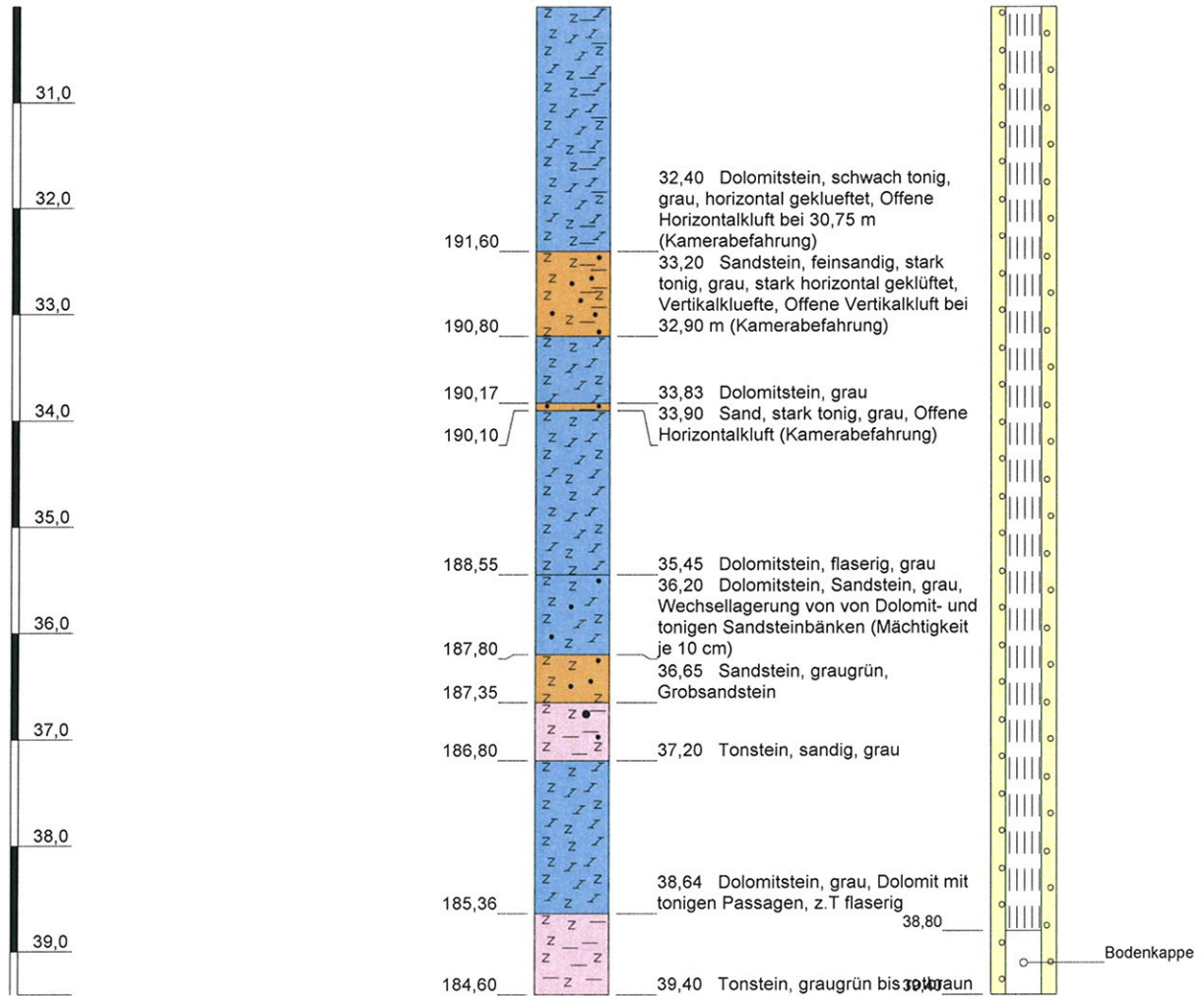
Bearbeiter: L. Franck

Datum: 27/10/2008

Sol Etude
s.à r.l.
Etudes et Expertises des Sols

Höhe zu N.N. : 224,00

Pilotbrunnen Luxlait



Höhenmaßstab: 1:70

Blatt 3 von 3

Projekt: Luxlait

Bohrung: Pilotbrunnen Luxlait

Auftraggeber: Luxlait

Bohrfirma: BHG Brechtel

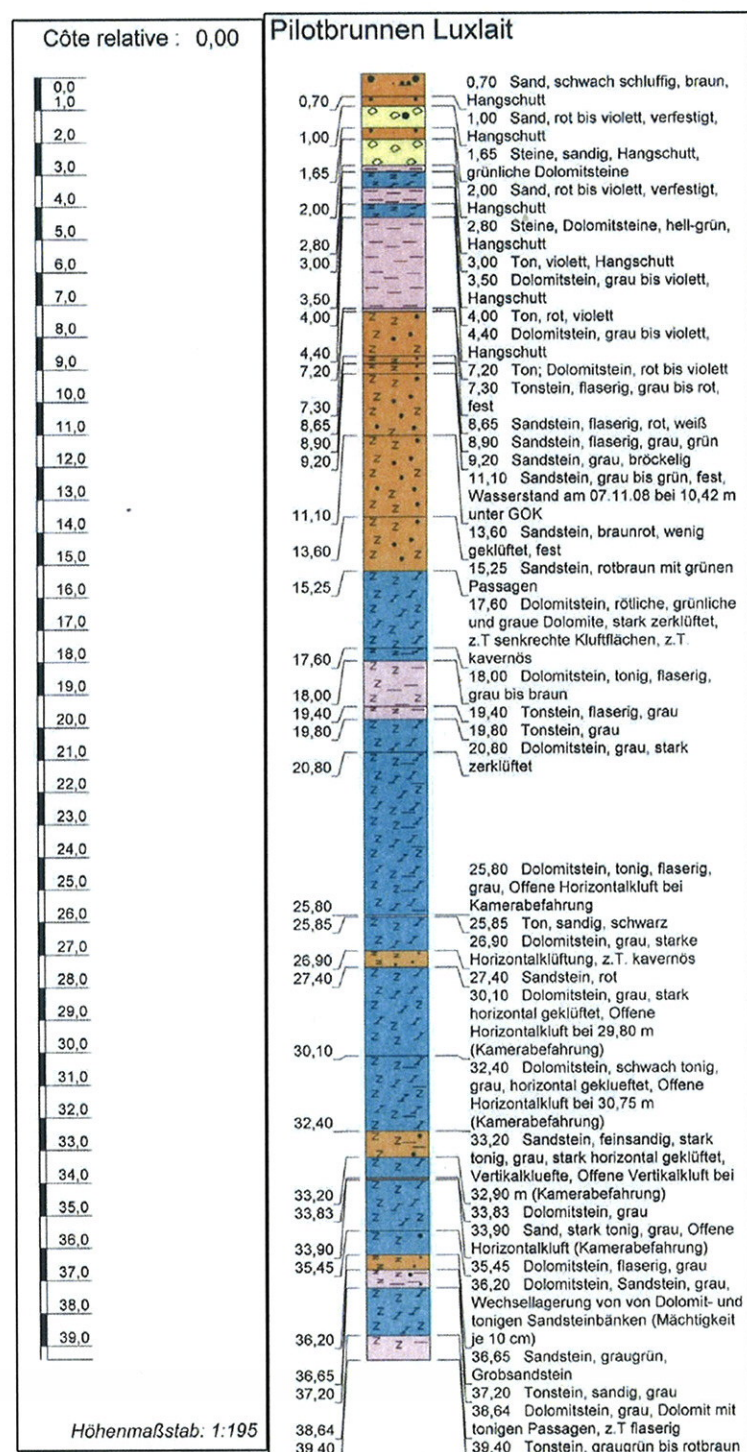
Bearbeiter: L. Franck

Datum: 27/10/2008

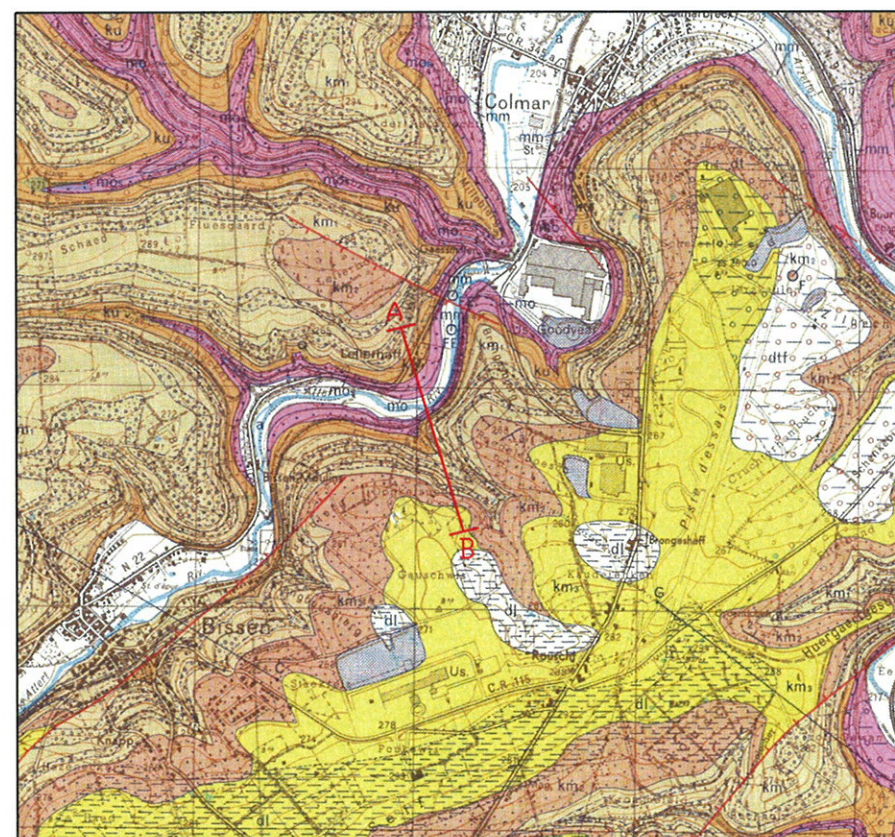
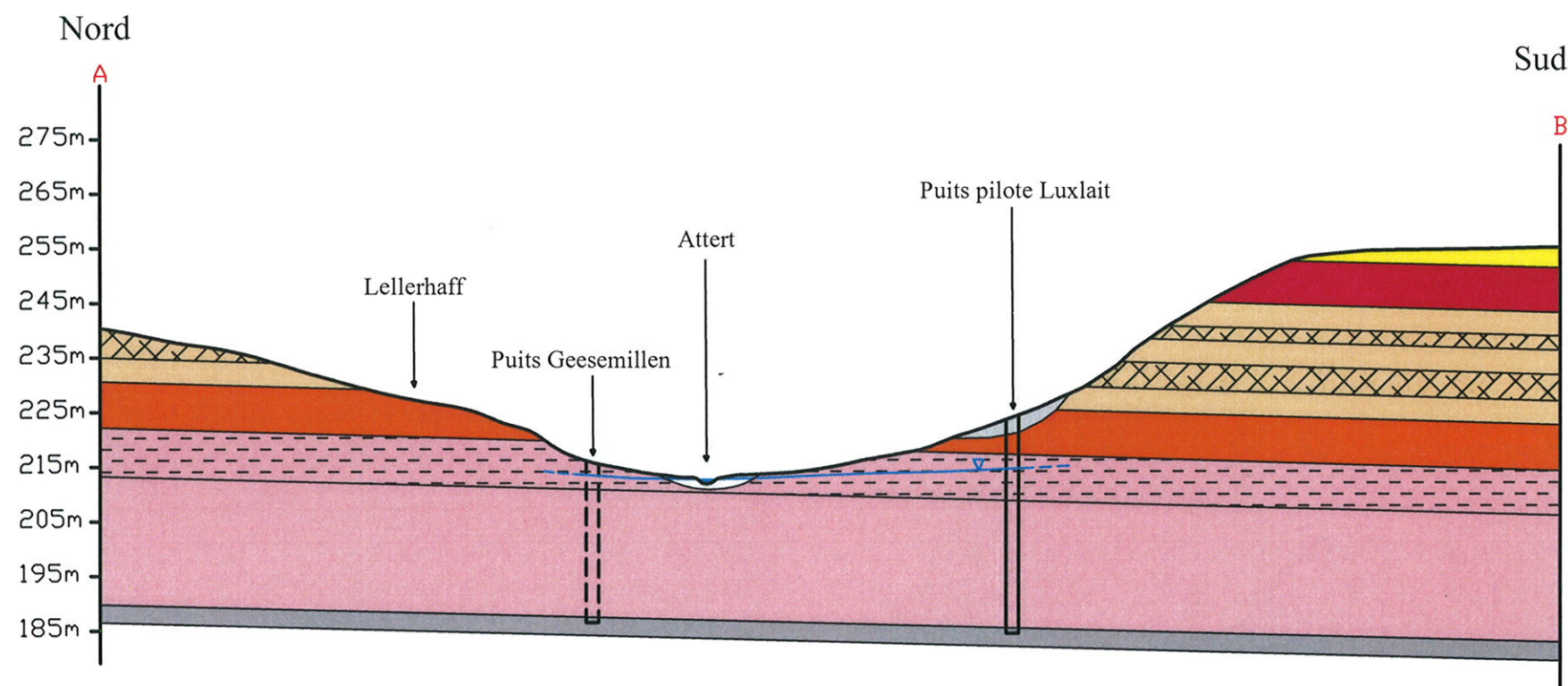
Sol Etude
s.à r.l.
Etudes et Expertises des Sols

Anlage 4

Geologisches Längsprofil des Untersuchungsraums



Profil lithologique schématique du puits pilote Luxlait



Extrait de la carte géologique n°8, Mersch

— Trait de coupe

Légende:

Alluvions (a)	Niveau grés-conglomératiques dans le Keuper à pseudomorphoses de sel (km1)
Eboulis de pente	Keuper inférieur (ku)
Keuper à mamolites compactes (km3)	Couches à cératites (mo) - fascies gréseux (mos)
Marnes rouges gypsifères, Grès à roseaux (km2)	Couches à cératites (mo)
Keuper à pseudomorphoses de sel (km1)	Groupe de l'anhydrite (mm)

Maître d'ouvrage:

Luxlait Association agricole

Projet:

Puits pilote Luxlait

Objet:

Coupe géologique interprétative



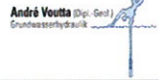
3, rue D. Zahlen
L - 5942 Itzig
Tel : 26 36 01 93
Fax : 26 36 01 57
e-mail : soletude@pt.lu

Echelle	
Dessinateur	YD
Date	15/12/08
Rapport n°	0805/2/26
Annexe n°	

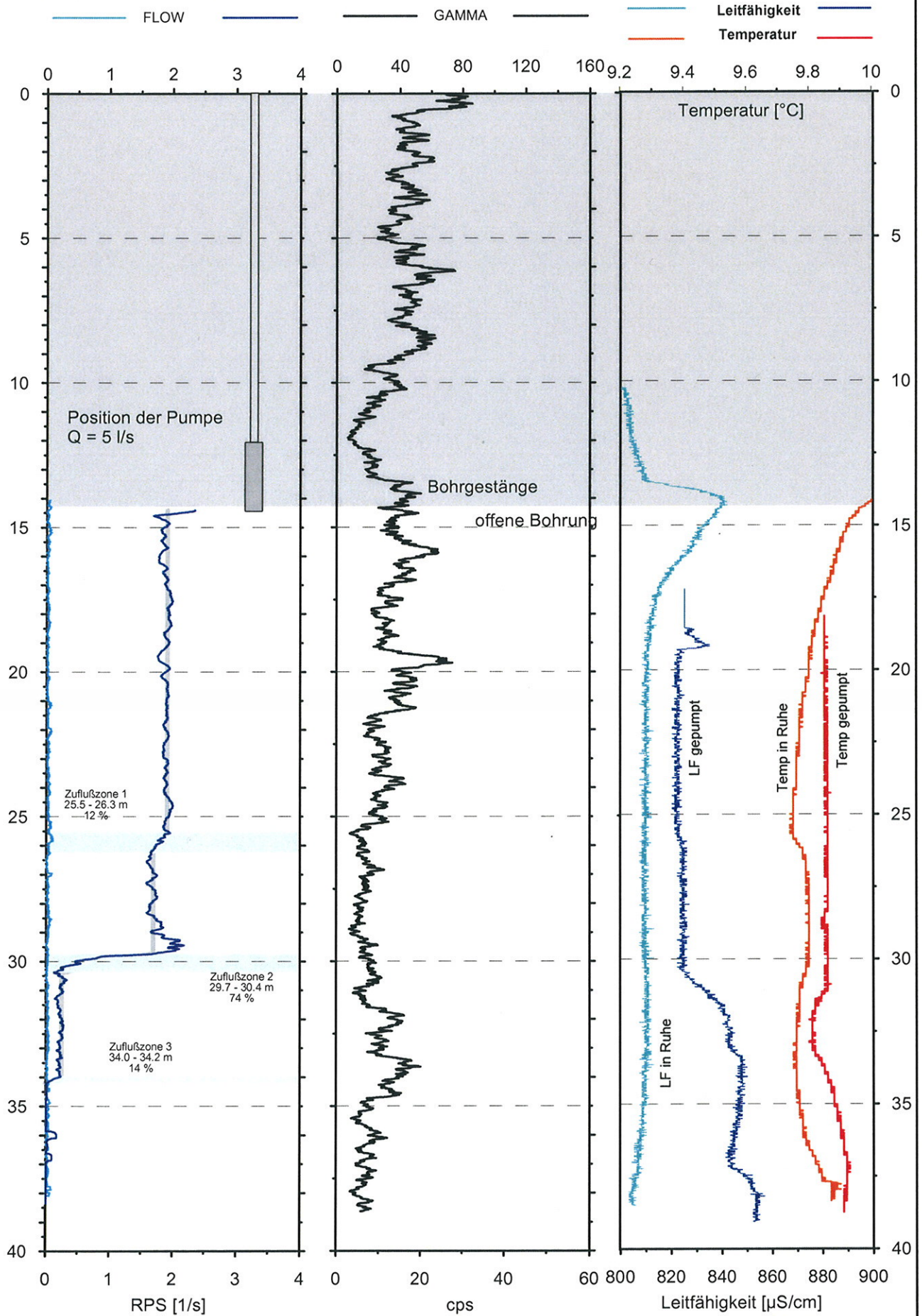
Anlage 5

Darstellung der hydrophysikalischen Bohrlochvermessung

Hydrophysikalische Bohrlochvermessung



Brunnen	Pilotbohrung	Projekt: LuxLait	Geologie:	mo
Bohrdurchmesser:	146 mm	Ort: Colmar-Berg	Wasserspiegel:	11.89 m u. POK
Tiefe:	39.3 m u. GOK	Datum: 29.10.2008	ausgeführt durch:	Voutta



Anlage 6

Plan mit hydraulischen Verhältnissen im Untersuchungsraum

Anlage 7

Messprotokoll des Langzeitpumpversuchs

Anlage 8

Messgrafik zum Pumpversuch

Anlage 9

Grafik zur Ermittlung der geohydraulischen Parameter

Anlage 10

Simulationsrechnung

Anlage 11

Lithologisches Bohrprofil des Beobachtungspegels

Anlage 12

Analytikbericht der Wasseranalysen

Anlage 13

Vorschlag zum Ausbau des Förderbrunnens