


ProSolut S.A.

Ingénieurs-Conseils 

2, Garerstrooss

L-6868 Wecker

 35 62 25-1

 35 62 25-40

mail@prosolut.com



Projekt Nr. 2047-na-1435

Bau und Betrieb von Bohrbrunnen und Wasserwerk Tubishaff

-Antrag auf Prüfung der UVP-Pflicht- (EIE-Screening)

Antrag auf Basis des Gesetzes vom 15.05.2018 „relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement“

Antragsteller

Ville de Luxembourg

Service des Eaux

338, rue du Rollingergrund

L-2442 Luxembourg



erstellt: 22.10.2018

Anzahl Seiten: 34



Inhaltsverzeichnis

1	EINFÜHRUNG UND VERANLASSUNG	4
1.1	Einführung, Grund und Gegenstand des Antrages	4
1.2	Name und Adresse des Antragstellers	5
1.3	Erstellung Screening-Dokument	5
1.4	Technische Planung	5
1.5	Vorhabensbeschreibung	6
1.5.1	Allgemeine Vorhabensbeschreibung	6
1.5.2	Grundwasserdargebot	6
1.5.3	Beschreibung Wassergewinnungsanlage	9
1.5.4	Bauliche Beschreibung Betriebsgebäude	10
1.5.5	Flächennutzung	12
1.5.6	Umfang der baulichen Maßnahmen	13
1.6	Standortcharakterisierung und IST-Zustand	13
1.6.1	Standortlage	13
1.6.2	Vornutzung und IST-Zustand des Standortgeländes	14
1.6.3	Flächennutzung in der Standortumgebung	15
1.6.4	Ökologische Ausgangssituation im Standortumfeld	16
1.6.4.1	Naturräumliche Einordnung	16
1.6.4.2	Geologie	16
1.6.4.3	Hydrogeologie	17
1.6.4.4	Boden	17
1.6.4.5	Oberflächengewässer in der Standortumgebung	17
1.6.4.6	Naturschutzgebiete	18
1.6.4.7	Geschützte Biotope	18
1.6.4.8	Trinkwasser- und Quellenschutz	19
1.6.4.9	Hochwasserrisiko	20
1.7	Potentiell betroffene Schutzgüter und relevante Wirkfaktoren	20
2	PRÜFUNG DES GEPLANTEN VORHABENS AUF UVP-PFLICHT	24
2.1.1	Projektanalyse	24
2.1.2	Raumanalyse	27
2.1.3	Wirkungsanalyse	30
3	ZUSAMMENFASSUNG / FAZIT	33
4	VERZEICHNIS DER ANHÄNGE	34
4.1	OFFIZIELLE ZEICHNUNGEN UND KARTEN	1
4.2	PLÄNE UND ZEICHNUNGEN	2
4.3	ERLÄUTERUNGSBERICHT UND VORSTUDIEN	3

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Wirkungsmatrix des geplanten Vorhabens	21
Tabelle 2:	Bewertung der potentiell relevanten Wirkfaktoren sowie deren Auswirkungen.....	22
Tabelle 3:	Merkmale des Projektes	24
Tabelle 4:	Standort des Projektes - ökologische Empfindlichkeit der geographischen Räume.....	27
Tabelle 5:	Merkmale der potentiellen Auswirkungen – Bewertung	30

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Grundwasserströmung für Tubishaff	7
Abbildung 2:	Modellierte Grundwasserstandsdifferenzen.....	8
Abbildung 3:	Brunnenkonzept	10
Abbildung 4:	Grundriss Betriebsgebäude	11
Abbildung 5:	Gebäudequerschnitte	11
Abbildung 6:	3D- Modell Fassadenansichten des Betriebsgebäudes.....	12
Abbildung 7:	Ausschnitt Lageplan	12
Abbildung 8:	Topographische Lage der neuen Wassergewinnungsanlage.....	14
Abbildung 9:	Blick aus SW auf das Gelände	15
Abbildung 10:	Luftbildausschnitt.....	16
Abbildung 12:	Oberflächengewässer in der Standortumgebung	17
Abbildung 13:	Geschützte Biotope im Standortumfeld	18
Abbildung 14:	Übersichtskarte Brunnen und Quellen im Untersuchungsraum	19

1 Einführung und Veranlassung

1.1 Einführung, Grund und Gegenstand des Antrages

Die **Ville de Luxembourg** (Services des Eaux) beabsichtigt den Neubau einer Wassergewinnungsanlage auf dem Gelände des Wassersturms Tubishaff in Cessange.

Das in Rede stehende Vorhaben fällt unter Punkt 86, Anhang IV des Règlement grand-ducal vom 15.05.2018 *„établissant les listes de projets soumis à une évaluation des incidences sur l'environnement“*:

- *„Forages pour l'approvisionnement en eau.“*

Folglich muss gemäß Gesetz vom 15.05.2018 *„relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement“* (EIE-Gesetz / UVP-Gesetz) von der zuständigen Behörde für Vorhaben dieser Art fallbezogen entschieden werden, ob die Durchführung einer Umwelt-Verträglichkeits-Prüfung (UVP / EIE) erforderlich ist. In diesem Zusammenhang ist ein EIE-Screening (*„vérification préliminaire“* bzw. *„Vorprüfung“*) gemäß Artikel 4 des EIE-Gesetzes durchzuführen.

Um es der zuständigen Behörde zu ermöglichen, eine Entscheidung hinsichtlich der Notwendigkeit der Durchführung einer UVP / EIE zu fällen, werden ihr mit dem vorliegenden Screening-Dokument die hierzu erforderlichen Informationen gemäß Anhang II des EIE-Gesetzes vorgelegt und eine entsprechende Stellungnahme beantragt.

Die im Rahmen des vorliegenden EIE-Screenings durchgeführte Prüfung hinsichtlich vorhaben-spezifischer Wirkfaktoren und der damit potentiell verbundenen Auswirkungen hat ergeben, dass weder bau-, anlagen- noch betriebsbedingt mit einer erheblichen Beeinträchtigung von Schutzgütern zu rechnen ist.

Die Analyse der Kriterien gemäß Anhang I des EIE-Gesetzes kommt zu dem Schluss, dass in vorliegendem Fall auf eine UVP / EIE verzichtet werden kann.

Ein wasserrechtlicher Antrag wurde bereits bei der Administration de la gestion de l'eau eingereicht, das Verfahren wird dort unter der Nummer EAU/AUT/18/0799 geführt.

1.2 Name und Adresse des Antragstellers

Ville de Luxembourg

Service des Eaux

338, rue du Rollingergrund

L-2442 Luxembourg

Herr Max BIELL

NACELUX-Rév.2:

Tel.: 47 96 43 45

Fax: 46 76 67

Mail: mbiell@vdl.lu

84.112

1.3 Erstellung Screening-Dokument

ProSolut S.A.

2, Garerstrooss

L-6868 Wecker

Frau Katharina KIHl

Herr Christian SIMON

NACELUX-Rév.2:

n° matricule:

Tel.: 35 62 25-1

Fax: 35 62 25-40

Mail: kihl@prosolut.com

Mail: simon@prosolut.com

71.121

1998 2201 449

1.4 Technische Planung

Berg & Associés S.à r.l.

7, rue Goethals

L-9236 Diekirch

Herr Guido KUSS

Tel.: 26 80 45 66

Fax: 80 99 04

Mail: g.kuss@bureauberg.lu

1.5 Vorhabensbeschreibung

1.5.1 Allgemeine Vorhabensbeschreibung

Gegenstand des geplanten Vorhabens sind Bau und Betrieb von Bohrbrunnen und Wasserwerk auf dem Gelände des Wasserturms Tubishaff in Cessange, um zusätzliche Redundanzen für die Versorgungsgebiete der Wassertürme Gasperich und Tubishaff schaffen zu können und die Versorgung des öffentlichen Trinkwassernetzes zu gewährleisten.

Im Vorfeld wurden zunächst zwei potentielle Entnahmepunkte betrachtet und untersucht, die im Rahmen des Grundwassermanagementplans für den Luxemburger Sandstein als geeignet ausgewiesen wurden. Dies waren zum einen die bestehende Grundwassermessstelle am Standort Cloche d'Or und zum anderen der Standort Tubishaff, an dem eine Erkundungsbohrung mit anschließendem Ausbau zum Versuchsbrunnen umgesetzt wurde.

Aufgrund der positiven Ergebnisse der Standorterkundung im Hinblick auf die Rohwasserqualität und die Brunnenergiebigkeit wurde der Standort Tubishaff zurückbehalten.

Die Untersuchungen der Wasserqualität haben gezeigt, dass hier ein leicht alkalisches, „hartes“ Tiefengrundwasser ohne merklichen Oberflächenwassereinfluss ($\text{Nitrat} < 1,0 \text{ mg/l}$) und ohne Verunreinigungsindikatoren vorliegt. Der Eisengehalt überschreitet mit ca. $0,7 \text{ mg/l}$ den Grenzwert von $0,2 \text{ mg/l}$ der Trinkwasserverordnung, somit ergibt sich ein Aufbereitungsbedarf. Der Grenzwert für Mangan von $0,05 \text{ mg/l}$ wird mit ca. $0,02 \text{ mg/l}$ eingehalten. Angestrebt wird jedoch eine wesentliche Unterschreitung der Grenzwerte, das Aufbereitungsziel für Eisen beträgt $< 0,02 \text{ mg/l}$ und für Mangan $< 0,01 \text{ mg/l}$.

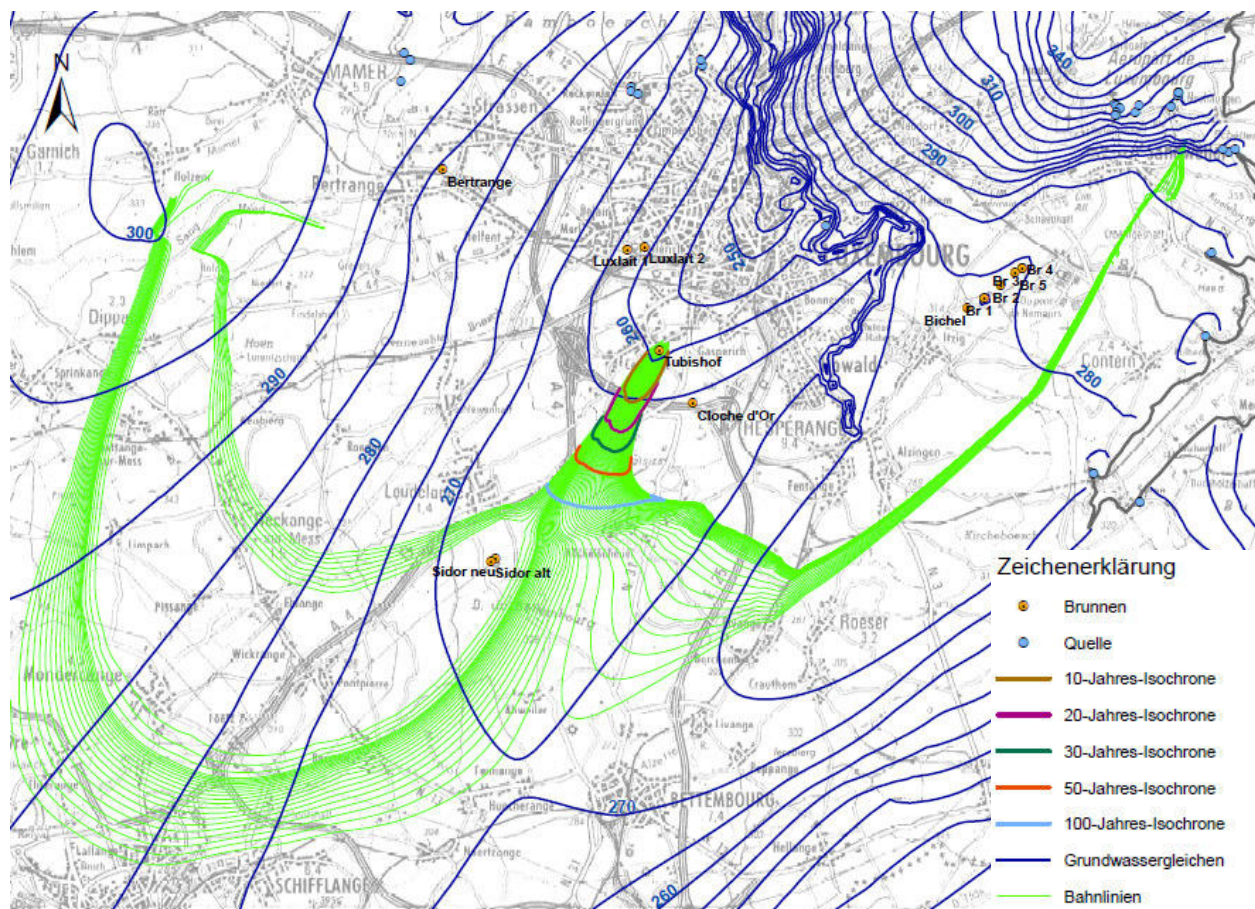
Die Wassergewinnungsanlage soll folglich in Kombination mit einem Wasserwerk zur Entfernung von Eisen und Mangan realisiert werden.

Hydrogeologischer Zielhorizont für die Grundwasserentnahme ist der hier in 89 m anstehende Luxemburger Sandstein (li2). Die Filterstrecke soll im Tiefenabschnitt 89 bis 120 m installiert werden. Die Förderleistung des Brunnens wird auf $60 \text{ m}^3/\text{h}$ ausgelegt, dies entspricht einer maximalen jährlichen Fördermenge von 481.800 m^3 Trinkwasser. Das gewonnene Trinkwasser soll vornehmlich dem Trinkwasserreservoir Gasperich zugeführt werden, kann aber auch zum Wasserturm Tubishaff geleitet werden.

Das Wasserwerk zur Trinkwasseraufbereitung sowie der Brunnenabschluss werden auf dem bestehenden Gelände des Wasserturms Tubishaff innerhalb eines neuen Betriebsgebäudes untergebracht.

1.5.2 Grundwasserdargebot

Gemäß dem numerischen Grundwasserströmungsmodell für Luxemburg erfolgt der wesentliche Zustrom zur geplanten Wassergewinnungsanlage Tubishaff aus ca. 3 km südwestlicher Richtung. Die berechneten Fließzeiten liegen bei ca. 100 Jahren (siehe Abbildung 1).



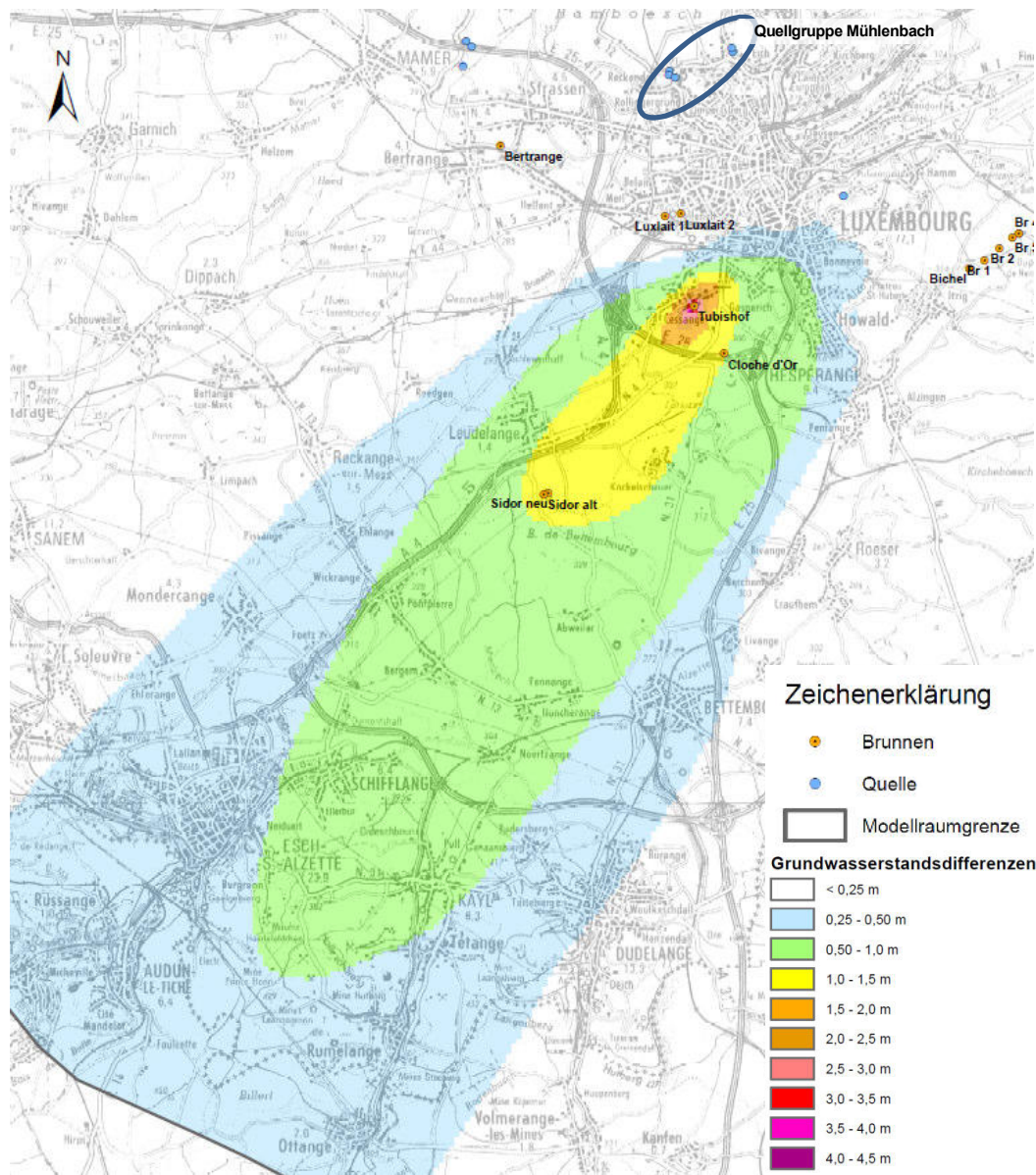
© BCE s. Anhang 4.3

Abbildung 1: Grundwasserströmung für Tubishaff

Die Studie „Modelleinsatz zur Grundwasserbewirtschaftung“ (siehe [Anhang 4.3](#)) hat ergeben, dass es sich bei dem hier anfallenden Grundwasserdargebot um Anteile handelt, die bislang „ungenutzt“ also ohne Oberflächenkontakt, in die Alzette abfließen. Die entnahmebedingten Grundwasserstandsänderungen werden sich hauptsächlich in Richtung SW-NO ergeben (siehe Abbildung 2).

Die Modellierung ergab die höchsten entnahmebedingten Grundwasserstandsdifferenzen innerhalb des bedeckten Grundwasserleiters für den Brunnen Sidor mit 1,1 m. An den im Bereich des unbedeckten Luxemburgers Sandsteins befindlichen Brunnen wurden verhältnismäße geringe Differenzen zwischen 0,09 m und 0,18 m berechnet (siehe Abbildung 2).

Im Hinblick auf die Quellschüttungen wird durch die Grundwasserentnahme am Standort Tubishaff für die Quellgruppe Mühlenbach mit rund 2,85 % der höchste Schüttungsrückgang erwartet. Für alle anderen Quellgruppen liegen die berechneten Differenzen unterhalb von 1% (siehe Abbildung 2).



© BCE s. Anhang 4.3

Abbildung 2: Modellierter Grundwasserstandsunterschieden

Folglich kommt man in der Studie durch die Modellierung zu folgenden Ergebnissen:

„Die auf die geplanten Entnahmen zurückzuführenden Grundwasserstandsabsenkungen erstrecken sich in erster Linie auf den Bereich des bedeckten Luxemburger Sandsteins. Dort sind keine Auswirkungen auf grundwasserstandsabhängige Ökosysteme zu erwarten. Die Absenkungen im Bereich des unbedeckten Luxemburger Sandsteins erstrecken sich überwiegend über Bereiche mit hohen Flurabständen. Auch dort sind keine Auswirkungen auf grundwasserstandsabhängige Ökosysteme zu erwarten. Nur im Bereich des Alzettetals und deren Nebentälern sind Auswirkungen auf naturschutzfachliche Belange denkbar. Aufgrund des stabilisierenden Einflusses der [Oberflächen-]Gewässer in diesen Bereichen auf die oberflächennahen Grundwasserstände sollten jedoch auch die für diese Bereiche zu erwartenden Auswirkungen eher moderat sein.“

1.5.3 Beschreibung Wassergewinnungsanlage

Die neue Wassergewinnungsanlage wird im Wesentlichen aus Bohrbrunnen und Wasserwerk mit den folgenden Hauptkomponenten bestehen:

- Vertikalfilterbrunnen
- Brunnenpumpe $Q = 60 \text{ m}^3/\text{h}$
- Kompressor (ölfrei) zur Oxidation mit Oxidationsschleife, $Q = 3.600 \text{ l/h}$
- 2 Druckfilter mit Zulaufmengenregulierung, jeweils $Q = 30 \text{ m}^3/\text{h}$
- Rohrleitungstechnik aus Edelstahl
- Anlagentechnik Druckfilter, Roh- und Trinkwasserleitungen
- Spülluftgebläse (ölfrei), $Q = 190 \text{ m}^3/\text{h}$
- Membrandruckkessel zur Druckstoßminimierung
- Wasserwerksaustritt mit Abgang zum Wasserturm Gasperich und zum Wasserturm Tubishaff.

Die Ausführung des Vertikalfilterbrunnens wird in der nachfolgenden Abbildung 3 sowie in den entsprechenden Zeichnungen im Anhang 4.2 dargestellt.

Konzept Förderbrunnen gemäß hydrogeologischer Standortuntersuchung:

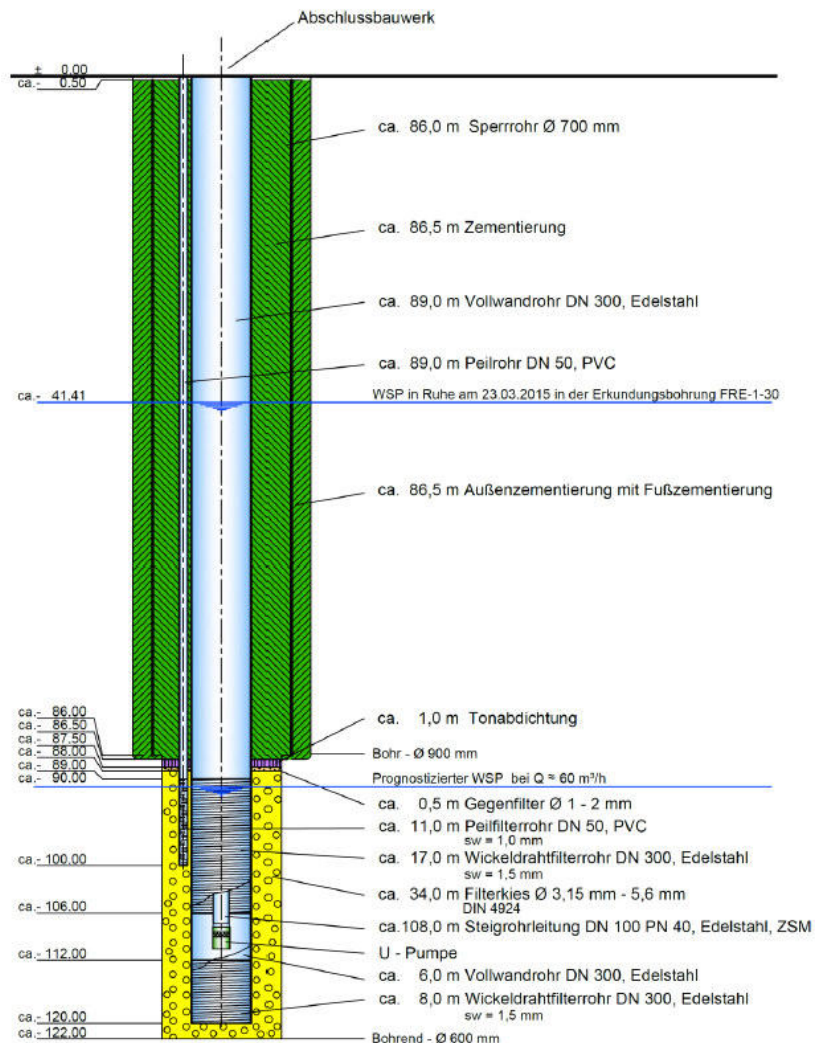


Abbildung 3: Brunnenkonzept

Im Regelbetrieb fördert die Brunnenpumpe möglichst durchgehend in die Aufbereitungsanlage und es werden beide Druckfilter gleichmäßig 50/50 mit dem Rohwasser beaufschlagt. Während der Filterbeaufschlagung erfolgt vor den Filtern die Belüftung des Rohwassers durch einen ölfreien Kompressor. Die Vermischung des Sauerstoffs erfolgt mittels eines statischen Mischers in der Zulaufleitung und in der darauffolgenden Passage der Oxidationsschleife. Während der Passage der Druckfilter erfolgt der Fe(II)- und Mn(II)-Abbau. Das aufbereitete Wasser wird nach der Filterpassage unmittelbar in Richtung des jeweiligen Wasserturms (Gasperich oder Tubishaff) gepumpt.

1.5.4 Bauliche Beschreibung Betriebsgebäude

Wie die nachfolgende Abbildung 4 zeigt, wird das Betriebsgebäude mit einer Grundfläche von 110 m² bedarfsangepasst ausgeführt und aus einem Geschoss mit Technikraum und Wasseraufbereitungshalle bestehen.

Die entsprechenden Planzeichnungen sind dem Dokument in Anhang 4.2 beigelegt.

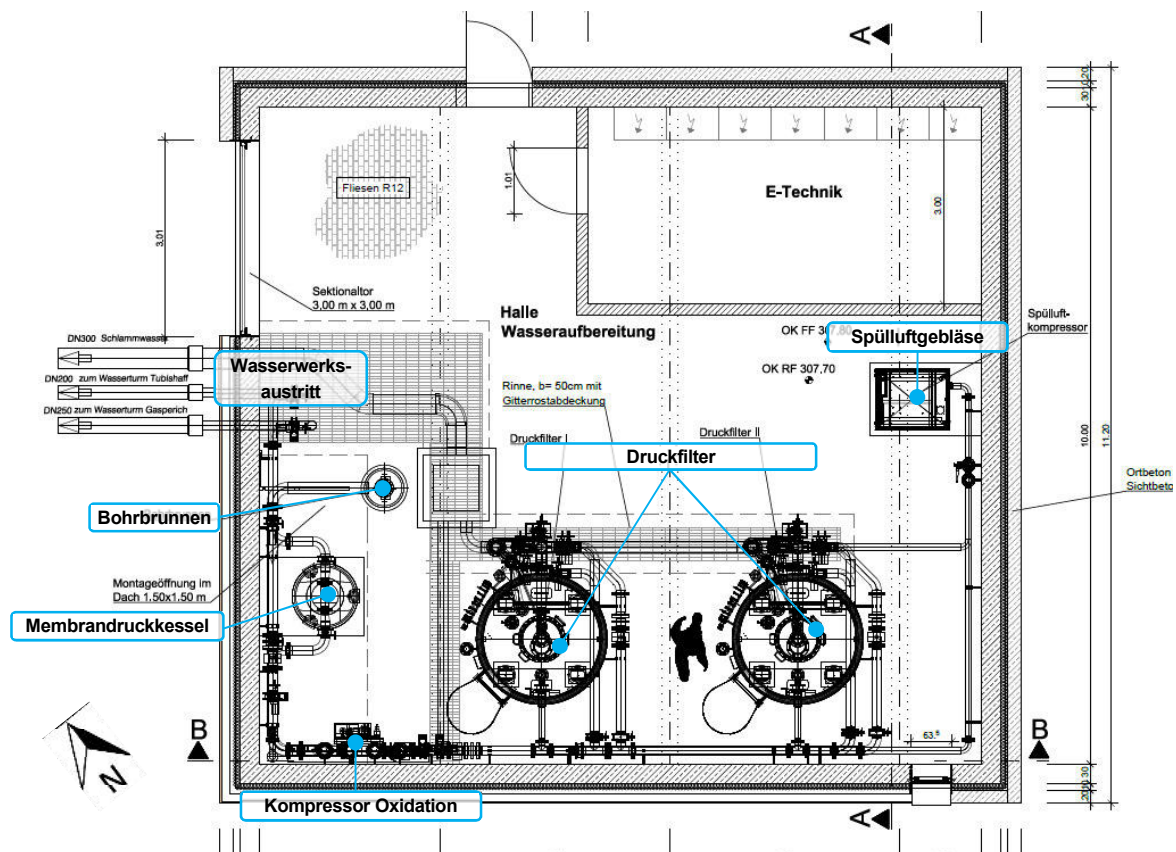


Abbildung 4: Grundriss Betriebsgebäude

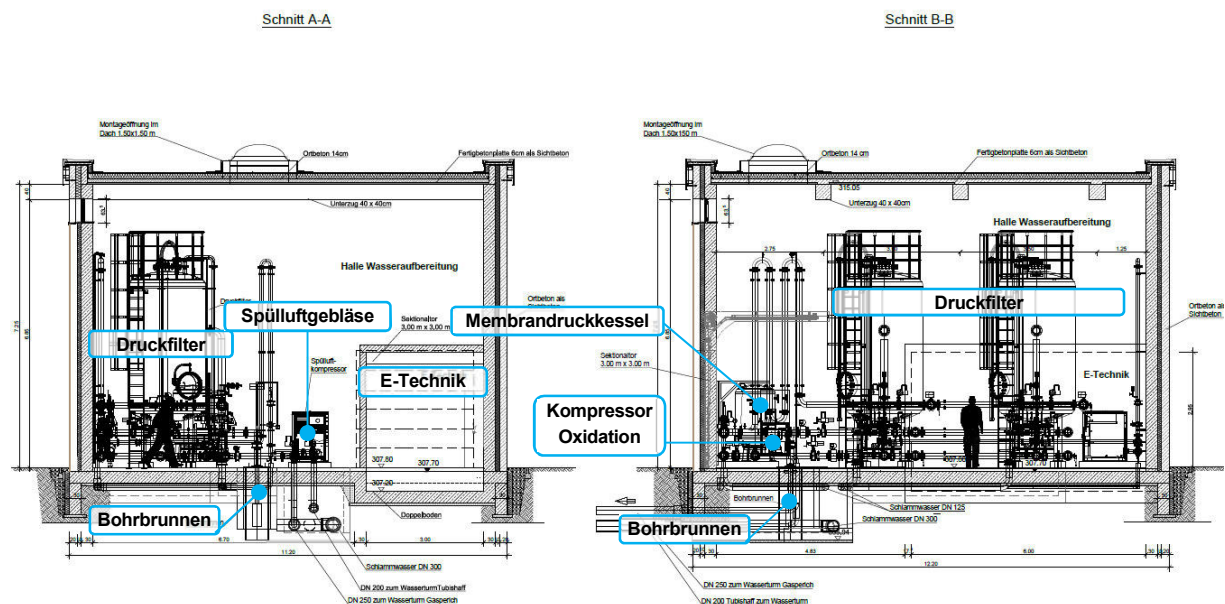


Abbildung 5: Gebäudequerschnitte

Das Gebäude wird mit einem Flachdach abgeschlossen und die Außenfassade mit Sichtbeton in Kombination mit Holzverkleidung gestaltet (siehe Abbildung 6).

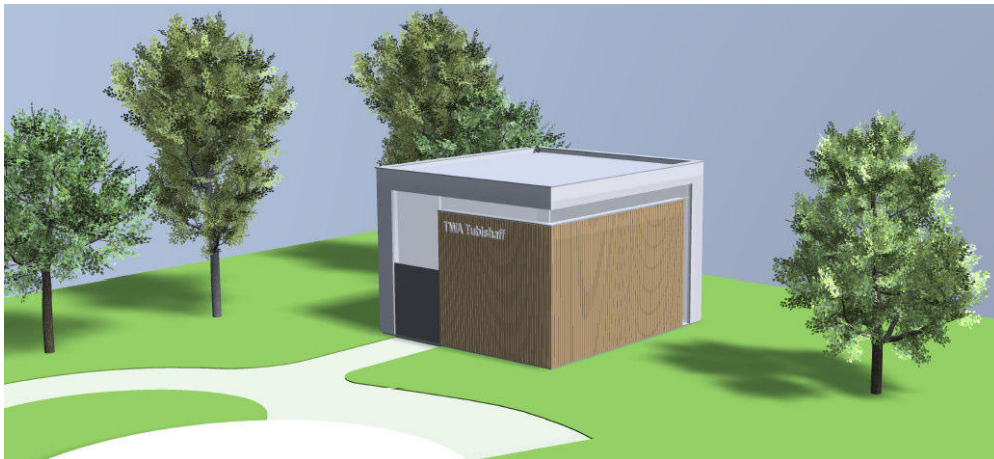


Abbildung 6: 3D- Modell Fassadenansichten des Betriebsgebäudes

1.5.5 Flächennutzung

Das neue Betriebsgebäude wird eine Grundfläche von 110 m² umfassen. Die Zuwegung zum Eingangstor des Bauwerkes erfolgt ausgehend von der bestehenden Zufahrt auf dem Betriebsgelände des Wasserturms.

Im nachstehenden Zeichnungsausschnitt ist die Anordnung des neuen Betriebsgebäudes und der Zufahrt auf dem bestehenden Betriebsgelände in Rot dargestellt. Ein Übersichtslageplan ist im Anhang 4.2 beigelegt.

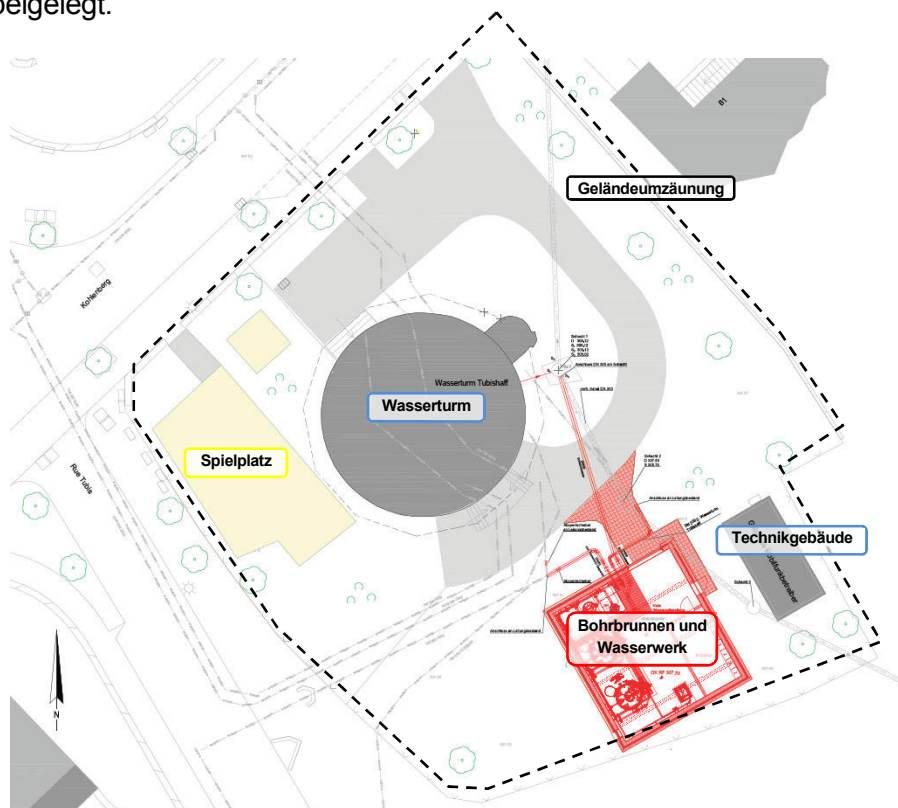


Abbildung 7: Ausschnitt Lageplan

1.5.6 Umfang der baulichen Maßnahmen

Für die Installation des Vertikalfilterbrunnens muss zunächst der bestehende Versuchsbrunnen zurück gebaut werden. Das Betriebsgebäude wird auf bislang unbebautem Gelände um den Brunnen herum errichtet.

Folgende Arbeiten sind zur Durchführung des geplanten Vorhabens erforderlich:

- Rückbau des bestehenden Versuchsbrunnen durch Überbohren
- Neue Bohrung entsprechend Endteufe und Brunnendurchmesser
- Ausbau des Bohrlochs zum Vertikalfilterbrunnen
- Terrassierung und Erdarbeiten Betriebsgebäude
- Tief- und Hochbau
- Installation von technischen Anlagen
- Befestigung von Außenflächen.

Wie die vorstehende Auflistung zeigt, werden nur gängige und für Baustellen dieser Art übliche Arbeiten durchgeführt.

Da es sich um eine Baumaßnahme mit Kontakt zu grundwasserführenden Schichten handelt, werden in der Bauphase die mit der Ausführung verbundenen Auflagen und Sicherheitsbestimmungen der Wasserschutzzone I bzw. II eingehalten.

Aus den ortsspezifischen Bedingungen bzw. aus dem konkreten Vorhaben ergeben sich keine spezifischen bzw. unüblichen Risiken. Gleiches gilt für jahreszeitliche Einflüsse. Das heißt, alle auszuführenden Arbeiten können mittels klassischer, bekannter Techniken bei Einhaltung der Auflagen vorgenannter Schutzzonen erfolgen.

Die Bauarbeiten werden insgesamt ca. 120 Tage in Anspruch nehmen.

1.6 Standortcharakterisierung und IST-Zustand

1.6.1 Standortlage

Der Standort der neuen Wassergewinnungsanlage liegt in Cessange und somit im südwestlichen Gebiet der Stadt Luxemburg.

Die Grenzen zu anderen Gemeinden befinden sich mehr als 1 km vom Standort entfernt.

Die topographischen Daten des Geländes im Gauß-Luxemburg-Format, bezogen auf den ungefähren Mittelpunkt, sind wie folgt:

Rechtswert: 75 743

Hochwert: 72 438

Die nachstehende Abbildung zeigt die topographische Lage des Betriebsgeländes Tubishaff mittels einer roten Umrandung. Der Standort der neuen Wassergewinnungsanlage ist mit einem roten Punkt markiert.



Abbildung 8: Topographische Lage der neuen Wassergewinnungsanlage

Im Anhang 4.1 befindet sich ein Auszug aus der topographischen Karte, in welchem die Lage des Standortes ebenfalls markiert ist.

Kataster

Das Gelände der neuen Wassergewinnungsanlage befindet auf der Gemarkung der Stadt Luxemburg und liegt innerhalb der nachstehend aufgeführten Parzelle:

- 276/1775 - Gemeinde: Stadt Luxemburg, Sektion: Ho de Cessange, Flurname: „Rue Tubis“.

Die Lage der vorgenannten Parzelle, die insgesamt eine Größe von 2.215 m² aufweist, kann dem im Anhang 4.1 beigefügten, rezenten Auszug aus dem Katasterplan der Administration du Cadastre et de la Topographie entnommen werden.

1.6.2 Vornutzung und IST-Zustand des Standortgeländes

Das Projektgelände liegt auf dem eingezäunten Betriebsgelände des Wasserturms Tubishaff der Stadt Luxemburg.

Der Wasserturm Tubishaff besteht seit 1933. Auf der nordwestlichen Ecke des Geländes befindet sich ein öffentlicher Spielplatz, der über eine separate Abzäunung zum Betriebsgelände verfügt. Im südöstlichen Randbereich des Geländes steht ein kleines Technikgebäude, in dem technische Anlagen diverser Mobilfunknetzanbieter untergebracht sind. Hinsichtlich einer industriellen Vornutzung dieses Geländes ist nichts bekannt. Die Situation vor Ort wird im 3D-Kartenausschnitt in Abbildung 9 verdeutlicht.

Aufgrund der bekannten Nutzung des Standortes sowie der Ergebnisse der Standortvorerkundung wird nicht davon ausgegangen, dass im Rahmen der Bauarbeiten Altlasten vorgefunden werden.



© 2018 Google

Abbildung 9: Blick aus SW auf das Gelände

1.6.3 Flächennutzung in der Standortumgebung

Wie in vorangehender sowie in nachfolgender Abbildung nachvollzogen werden kann, liegt das Standortgelände in einem Wohngebiet am Stadtrand. Westlich, nördlich und nordöstlich befinden sich private Wohnparzellen, südlich schließen sich landwirtschaftliche Nutzflächen an. Östlich beginnt in ca. 300 m das Gewerbegebiet „Cloche d’Or“.

Die Standortumgebung ist folglich eher urban geprägt, dennoch sind auch größere zusammenhängende land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen im Umfeld vorhanden.



© Origine Administration du Cadastre et de la Topographie Luxembourg

Abbildung 10: Luftbildausschnitt

1.6.4 Ökologische Ausgangssituation im Standortumfeld

1.6.4.1 Naturräumliche Einordnung

Die betrachtete Region ist dem Wuchsgebiet „Gutland“ sowie dem untergeordneten Wuchsbezirk „Südliches Gutland“ zuzuordnen.

Das „Südliche Gutland“ liegt zwischen dem Plateau des Luxemburger Sandsteins und dem Mi-nettebassin. Es ist ein schwach hügeliger Landschaftsteil des Escher Beckens. Zwischen den Hügeln sind weite, mulden-förmige Täler entstanden. Das Höhenniveau entspricht der kollinen Höhenstufe (250 - 350 m). Charakteristisch für den Wuchsbezirk ist ein relativ mildes Klima (\varnothing 8,5-9,0°C) mit gemäßigten Niederschlägen (\varnothing 700-750 mm).

1.6.4.2 Geologie

Am Projektstandort stehen die tonigen und kalkigen Mergel der Lias-Formationen des li4 an. Darunter folgen die Kalke und Mergel von Strassen (li3) sowie die grundwasserführenden Schichten des Luxemburger Sandsteins (li2).

1.6.4.3 Hydrogeologie

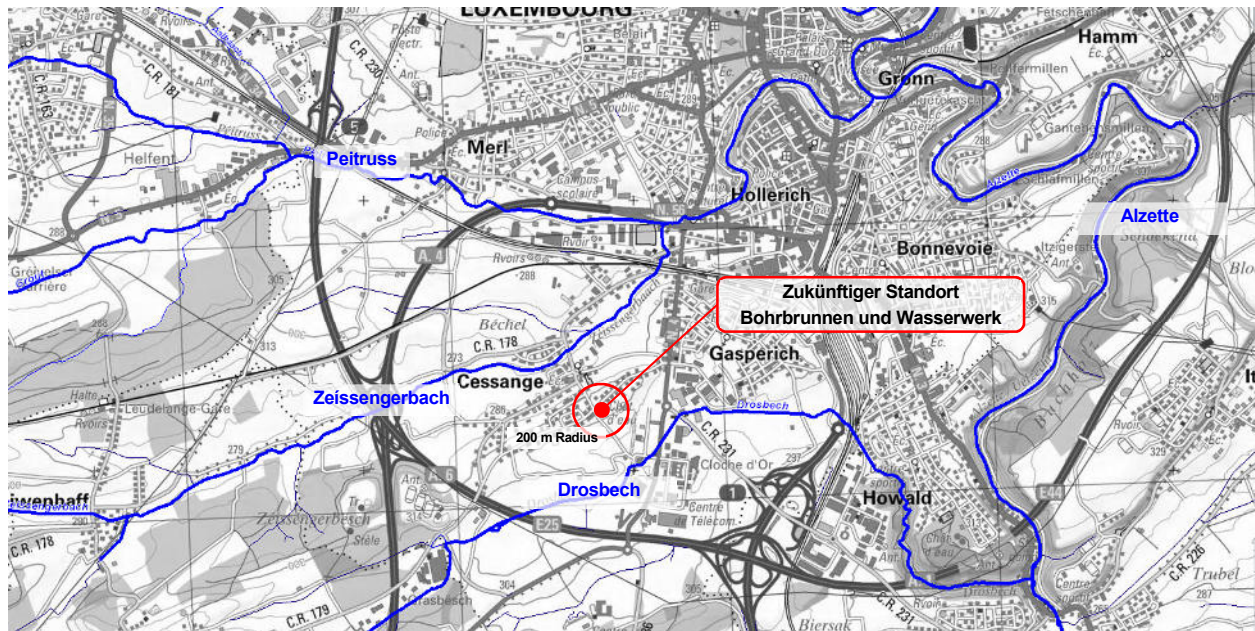
Der für die Grundwasserentnahme angestrebte Zielhorizont des Luxemburger Sandsteins steht hier in einer Tiefe von ca. 89 m an und wird durch die undurchlässigen Lias-Ablagerungen des li3 und li4 überdeckt. Der Luxemburger Sandstein liegt folglich als gespannter Grundwasserleiter vor.

1.6.4.4 Boden

Die Standorterkundung hat ergeben, dass hier eine Geländeaufschüttung mit einem Gemisch aus Sand, Kies, Schluff und Steinen erfolgt ist. Folglich herrschen am Projektstandort keine natürlichen Bodenverhältnisse mehr.

1.6.4.5 Oberflächengewässer in der Standortumgebung

Der Projektstandort gehört zum Einzugsgebiet der Alzette (s. Abbildung 11). Im direkten Standortumfeld sind keine Oberflächengewässer vorhanden.



© Origine Administration du Cadastre et de la Topographie Luxembourg

Abbildung 11: Oberflächengewässer in der Standortumgebung

1.6.4.6 Naturschutzgebiete

Weder am Standort selbst noch im erweiterten Umfeld sind nationale oder internationale Naturschutzgebiete ausgewiesen. Die nächstgelegenen Schutzgebietsgrenzen liegen mehr als 2,5 km vom Standort entfernt.

1.6.4.7 Geschützte Biotope

Gemäß dem Offenlandbiotopkataster befinden sich auf dem Standortgelände selbst keine geschützten Biotope. Folglich werden von der Baumaßnahme auch keine geschützten Biotope betroffen sein.

Der Standort für die Brunnenbohrung und für das neue Betriebsgebäude wird aktuell als Rasenfläche genutzt (s. Abbildung 9). Umliegend ist das Gelände mit Bäumen und Gehölzen bewachsen. Für die Errichtung der Anlagen müssen keine Baum- oder Gehölzstrukturen entfernt werden.

Wie die Abbildung 12 zeigt, befinden sich südwestlich des Standortes in ca. 200 m Entfernung zwei Flächen die als „Magere Flachlandmähwiese“ (6510) ausgewiesen sind. Zudem ist hier in einer Geländesenke eine „Sumpfdotterblumenwiese“ (BK10) vorhanden. Die dort vorherrschenden feuchten Standortbedingungen sind allerdings nicht auf hohe Grundwasserstände, sondern auf die Hanglage und die hier vorkommenden stauenden Tonschichten im Untergrund zurückzuführen.

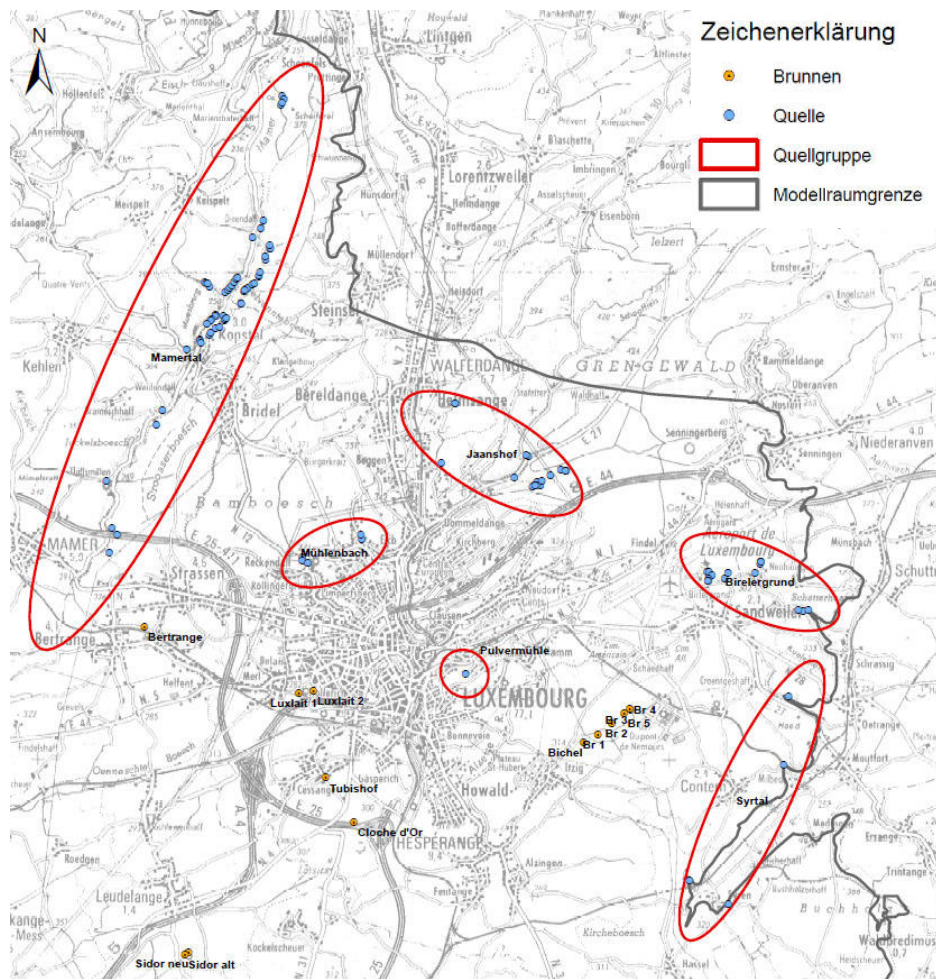


© Origine Administration du Cadastre et de la Topographie Luxembourg

Abbildung 12: Geschützte Biotope im Standortumfeld

1.6.4.8 Trinkwasser- und Quellenschutz

Im Bereich des Standortes und seiner erweiterten Umgebung befinden sich keine provisorischen und auch keine ausgewiesenen Trinkwasser- oder Quellenschutz-zonen. Im Hinblick auf die Grundwassernahme sind jedoch auch weiter entfernt liegende Quellen und Brunnen zu betrachten, die in nachfolgender Abbildung dargestellt und auch im Rahmen der im Anhang 4.3 befindlichen Studie berücksichtigt wurden.



© BCE s. Anhang 4.3

Abbildung 13: Übersichtskarte Brunnen und Quellen im Untersuchungsraum

Im Rahmen der Bau- und Einrichtungsphase der Förderanlage wird es zum Kontakt mit grundwasserführenden Gesteinshorizonten kommen, weshalb die Baumaßnahme gemäß den Anforderungen der Wasserschutzzonen I und II ausgeführt werden muss.

Da sich der Standort im Bereich einer undurchlässigen Überdeckung des Grundwasserleiters befindet ist auch nach Einrichtung der Wassergewinnungsanlage keine Schutzzonenausweisung am Standort oder in dessen Umgebung erforderlich. Die Fördereinrichtung wird zudem gegen oberflächliche Einträge aus dem unmittelbaren Umfeld gesichert.

1.6.4.9 Hochwasserrisiko

Aufgrund der Entfernung zu größeren Vorflutern sowie der erhöhten Geländelage ist ein Hochwasserereignis auf dem Gelände realistischer Weise auszuschließen.

1.7 Potentiell betroffene Schutzgüter und relevante Wirkfaktoren

Um die potentiellen Auswirkungen auf die Schutzgüter herauszustellen, wurde eine Analyse der vorhabenspezifischen bau-, anlagen- und betriebsbedingten Wirkfaktoren durchgeführt.

Die Wirkfaktoren sowie die hierdurch potentiell betroffenen Schutzgüter werden anhand einer Wirkungsmatrix in nachfolgender Tabelle 1 aufgezeigt.

Die gemäß der Wirkungsmatrix in Tabelle 1 als relevant anzusehenden bau-, anlagen- und betriebsbedingten Wirkfaktoren und ihre potentiellen Auswirkungen auf die Schutzgüter werden in Tabelle 2 aufgeführt und im Hinblick auf das konkrete Vorhaben bewertet. Darüber hinaus wird eine Einschätzung vorgenommen, ob sich aus den potentiellen bau-, anlagen- und betriebsbedingten Auswirkungen des geplanten Vorhabens erhebliche Beeinträchtigungen für ein oder mehrere Schutzgüter ergeben könnten.

Tabelle 1: Wirkungsmatrix des geplanten Vorhabens

Zeichenerklärung zur Relevanz und Erheblichkeitsbewertung: / : kein relevanter Wirkpfad -- : keine erheblichen Auswirkungen zu erwarten (x) : relevante Wirkungen sind potentiell möglich / können nicht sicher ausgeschlossen werden x : relevanter Wirkpfad, erhebliche Beeinträchtigung potentiell möglich + : relevante positive Auswirkung			Wirkfaktoren											
			baubedingte Auswirkungen				anlagenbedingte Auswirkungen				betriebsbedingte Auswirkungen			
			Verbrauch natürlicher Ressourcen	Baulärm / Vibrationen / Staub	Eintrag von Schadstoffen	Nutzungs- / Strukturänderung	Veränderung der Funktionsbeziehungen	Eintrag von Schadstoffen	Quantitative Veränderung des Wasserregime	Verbrauch natürlicher Ressourcen (außer Grundwasser)	Betrieblärm	elektromagnetische Felder	Kumulierung mit anderen Vorhaben	Betriebsstörung
Schutzgüter	<u>Bevölkerung und Menschliche Gesundheit</u>	Gesundheit / Wohlbefinden	/	(x)	(x)	/	/	(x)	/	/	(x)	/	/	(x)
		Wohnen	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		Erholen	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		Land- und Forstwirtschaft	/	/	/	/	/	/	(x)	/	/	/	/	/
	<u>Flora / Fauna / Biodiversität</u>	Fauna	/	(x)	/	/	/	/	/	/	(x)	/	/	/
		Flora	--	/	/	/	/	/	(x)	/	/	/	/	/
		Lebensräume	/	/	(x)	/	/	(x)	(x)	/	/	/	/	(x)
		geschützte Lebensräume	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		ausgewiesene Schutzgebiete	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	<u>Boden</u>	Bodenqualität	--	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	<u>Wasser</u>	Grundwasser	/	/	(x)	/	/	(x)	(x)	/	/	/	/	(x)
		Oberflächenwasser	/	/	(x)	/	/	(x)	(x)	/	/	/	/	(x)
	<u>Luft und Klima</u>	Luft	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		Meso- und Mikroklima	/	/	/	/	/	/	(x)	/	/	/	/	/
	<u>Landschaft</u>	Landschaftsbild	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	<u>Kultur- und Sachgüter</u>	Kulturgüter	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		Sachgüter	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Tabelle 2: Bewertung der potentiell relevanten Wirkfaktoren sowie deren Auswirkungen

Relevante Wirkfaktoren	Potentielle Auswirkungen auf die Schutzgüter	Bewertung im Hinblick auf das konkrete Vorhaben
Baubedingte Wirkungen		
- Baulärm / Vibrationen / Staub	- Beeinträchtigung der <u>Bevölkerung</u> der umliegenden Wohn- und Erholungsgebiete durch Baulärm, Erschütterungen und Baustellenverkehr. - Beunruhigung sowie optische Störung der <u>Fauna</u> durch Baulärm, Erschütterungen und Baustellenverkehr.	- Vergleichsweise kurze Bauzeit von max. 4 Monaten. - Hauptsächlich Bohrarbeiten (Überbohren des bestehenden Versuchsbrunnens), Aushub und Terrassierung in vergleichsweise geringem Umfang erforderlich. - Kein Rückbau massiver oder großer Bauwerke erforderlich. - Abteufen des Bohrgeräts über kontinuierlichen Bohrvortrieb. Es sind keine Rammbohrungen vorgesehen, die zu starken Vibrationen führen könnten. - Keine besonderen / geschützten Habitatstrukturen am Standort oder in seiner unmittelbaren Umgebung.
- Eintrag von Schadstoffen	- Beeinträchtigung der <u>Grundwasser</u> qualität durch die Verwendung nicht geeigneter Bohr- und Brunnenbaugeräte bzw. Betriebsmittel (wie z.B. Schmierstoffe, Spülmittelzusätze o.ä.).	- Es dürfen ausschließlich Baumethoden, Baustoffe und Materialien eingesetzt werden, für die ein Nachweis über die Trinkwasserunbedenklichkeit geführt wird. Entsprechende Auflagen und Sicherheitsvorkehrungen werden bereits im Rahmen der Ausschreibung festgelegt. - Es werden ausschließlich Fachunternehmen für die Durchführung der Baumaßnahmen beauftragt.
Fazit: Aufgrund der kurzen Dauer und der vergleichsweise geringen Größe der Baumaßnahme sowie der getroffenen Sicherheitsvorkehrungen ist nicht mit einer erheblichen Beeinträchtigung der Schutzgüter durch baubedingte Auswirkungen zu rechnen. Die Schwere sowie die Reichweite der potentiellen Auswirkungen sind als gering einzustufen.		
Anlagenbedingte Wirkungen		
- Eintrag von Schadstoffen	- Beeinträchtigung der <u>Grundwasser</u> qualität durch die Verwendung nicht geeigneter Baustoffe und Materialien.	- Es dürfen ausschließlich Baustoffe und Materialien eingesetzt werden, für die ein Nachweis über die Trinkwasserunbedenklichkeit geführt wird. Entsprechende Auflagen und Sicherheitsvorkehrungen werden bereits im Rahmen der Ausschreibung festgelegt.
Fazit: Im Hinblick auf anlagenbedingte Auswirkungen ist nicht mit einer erheblichen Beeinträchtigung der Schutzgüter zu rechnen.		

Relevante Wirkfaktoren	Potentielle Auswirkungen auf die Schutzgüter	Bewertung im Hinblick auf das konkrete Vorhaben
Betriebsbedingte Wirkungen		
- Quantitative Veränderung des Wasserregime	- Beeinträchtigung der <u>Oberflächengewässer</u> und grundwasser-abhängigen <u>Lebensräume</u> sowie <u>Flora</u> , der <u>Land- und Forstwirtschaft</u> sowie des <u>Meso- und Mikroklimas</u> (Evapotranspiration) durch die entnahmebedingte Veränderung der natürlichen <u>Grundwasserstände</u> .	- Die entnahmebedingte Veränderung der natürlichen Grundwasserstände wurde im Rahmen detaillierter Vorstudien untersucht und bewertet. Dabei wurde festgestellt, dass die geplante Grundwasserentnahme keine erheblichen Auswirkungen auf die Schutzgüter haben wird. - Darüber hinaus werden die Entnahmeverolumina an die Regenerationsfähigkeit des natürlichen Grundwasserdargebotes angepasst.
- Betriebslärm	- Beeinträchtigung der <u>Bevölkerung</u> der umliegenden Wohn- und Erholungsgebiete durch Betriebslärm.	- Durch den Betrieb der Anlagen werden lediglich geringe Lärmpegel ohne impulshaltige Anteile erzeugt. Alle Anlagenelemente befinden sich innerhalb des Betriebsgebäudes, somit erfolgt kein freies Abstrahlen der Betriebsgeräusche. - Interventionen durch Personal, wie z.B. Reinigungs- oder Reparaturarbeiten sind selten erforderlich und werden ausschließlich im Zeitraum „Tag“ durchgeführt
- Betriebsstörung	- Beeinträchtigung der <u>Grund- und / oder Trinkwasserqualität</u> und damit im Zusammenhang stehender Schutzgüter wie <u>Bevölkerung</u> , <u>Lebensräume</u> und <u>Oberflächengewässer</u> durch außerplanmäßige Betriebszustände.	- Der Betrieb der Anlage wird rund um die Uhr überwacht, so dass auftretende Betriebsstörungen kurzfristig festgestellt und entsprechende Gegenmaßnahmen ergriffen werden können. - Bei Betriebsstörungen, wie z.B. dem Ausfall der Förderanlage oder der Aufbereitungsanlage, besteht zu keiner Zeit eine Gefährdung des Grundwassers. - Die Trinkwasserqualität wird im Rahmen der gesetzlich vorgeschriebenen Kontrollen kontinuierlich überwacht. - Eine betriebsbedingte Lagerung von wassergefährdenden Stoffen ist grundsätzlich nicht erforderlich.
Fazit: Im Normalbetrieb als auch im Fall von außerplanmäßigen Betriebsstörungen kann eine erhebliche Beeinträchtigung der Schutzgüter durch betriebsbedingte Auswirkungen ausgeschlossen werden. Die Schwere sowie die Reichweite der potentiellen Auswirkungen sind als gering einzustufen. Es bestehen keine relevanten Kumulierungseffekte.		

2 Prüfung des geplanten Vorhabens auf UVP-Pflicht

Das in Rede stehende Vorhaben ist nach dem modifizierten Gesetz vom 19.12.2008 „relative à l'eau“ genehmigungspflichtig. Darüber hinaus handelt es sich hierbei um ein Vorhaben, für das gemäß EIE-Gesetz vom 15.05.2018 fallbezogen eine Umwelt-Verträglichkeits-Prüfung (UVP) von der zuständigen Behörde durchgeführt werden kann.

Die Kriterien, anhand derer die zuständige Behörde im Rahmen einer Einzelfall-Untersuchung über die Notwendigkeit einer Umwelt-Verträglichkeits-Prüfung zu entscheiden hat, sind im Anhang I des EIE-Gesetz vom 15.05.2018 definiert.

Die entsprechenden Sachverhalte wurden im Detail untersucht, wie den nachfolgenden Unterkapiteln und den in sie eingebundenen Tabellen zu entnehmen ist. Die durchgeführte Analyse kommt zu dem eindeutigen Schluss, dass im vorliegenden Fall aus Sicht des Antragstellers auf eine solche Prüfung verzichtet werden kann.

2.1.1 Projektanalyse

Hinsichtlich der zu analysierenden „Merkmale des Projektes“ definiert der Anhang I unter Punkt 1 des EIE-Gesetzes vom 15.05.2018 die in der linken Spalte der nachfolgenden Tabelle 3 angegebenen Sachverhalte als betrachtungsrelevant. In der rechten Spalte sind die Ergebnisse der durchgeführten Analyse dargestellt.

Tabelle 3: Merkmale des Projektes

Sachverhalt gemäß Punkt 1. Anhang I	Ergebnisse der durchgeführten Analyse
Größe des Projekts	<p>Das geplante Vorhaben weist keine besondere Größe auf, vielmehr ist es mit einer Vielzahl anderer bereits in Luxemburg oder in der Region realisierter Projekte vergleichbar.</p> <p>Räumlich betrachtet beschränkt sich das Vorhaben auf einen kleinen Teilbereich (ca. 110 m²) innerhalb des bestehenden Betriebsgeländes des Wasserturms Tubishaff.</p> <p>Hinsichtlich der maximalen jährlichen Fördermenge an Grundwasser bleibt diese unterhalb der Schwelle von 500.000 m³/a, ab der obligatorisch eine Umwelt-Verträglichkeitsprüfung durchgeführt werden muss.</p>
Kumulierung mit anderen Projekten	<p>Es liegen keine Kenntnisse zu anderen Vorhaben vor, die zu kumulativen Effekten führen könnten, die in einer Umwelt-Verträglichkeits-Untersuchung berücksichtigt werden müssten und/oder, die eine Umwelt-Verträglichkeits-Prüfung nach sich ziehen würden.</p> <p>Die Entnahme erfolgt zum Zwecke der Sicherung der öffentlichen Trinkwasserversorgung. Im Rahmen der Versuchsphase konnten <u>keine</u> nachteiligen Auswirkungen auf das Grundwasserregime festgestellt werden (siehe Berichtsdocuments im <u>Anhang 4.3</u>).</p>

Sachverhalt gemäß Punkt 1. Anhang I	Ergebnisse der durchgeführten Analyse
Nutzung der natürlichen Ressourcen	Die Nutzung natürlicher Ressourcen ist differenziert für die Bau- und für die Betriebsphase zu betrachten, da diese sich sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Hinsicht unterscheiden.
	In der Bauphase kommt es zu einem Verbrauch an Boden- und Vegetationsfläche (Rasenfläche), innerhalb des bestehenden Betriebsgeländes des Wasserturms Tubishaff. Der Flächenverbrauch ist mit ca. 110 m ² relativ gering, mit erheblichen Auswirkungen ist hier nicht zu rechnen.
	<p>Die Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen in der Betriebsphase beschränkt sich im Wesentlichen auf die Entnahme des Grundwassers zur Speicherung als Trinkwasserreserve. Zudem kommt es zu einem geringen Verbrauch an Luft zur Oxidation des Rohwassers für die Aufbereitung.</p> <p>Die Entnahme des Grundwassers erfolgt zum Zwecke der Sicherung der öffentlichen Trinkwasserversorgung. Die Voruntersuchungen haben ergeben, dass es sich bei dem hier anfallenden Grundwasserdargebot um Anteile handelt, die bislang „ungenutzt“, also ohne Oberflächenkontakt, in die Alzette abfließen (siehe Dokument „Modelleinsatz zur Grundwasserbewirtschaftung“ im <u>Anhang 4.3</u>).</p>
Abfallerzeugung	<p>In der Bauphase kommt es zu einem Anfall baustellenüblicher Abfälle ohne besonderes Umweltpotential.</p> <p>Sie werden auf ein Minimum reduziert, soweit möglich und sinnvoll werden diese getrennt und einer Weiternutzung, Verwertung oder geordneten Entsorgung zugeführt.</p>
	<p>In der Betriebsphase fallen als Abfälle ausschließlich (eisen- und manganhaltige) Schlämme aus der Wasseraufbereitung und der Leitungsspülung an. Der Anfall dieser Abfälle ist in quantitativer Hinsicht unbedeutend.</p> <p>Die Entsorgung der anfallenden Schlämme erfolgt gemäß den abfallrechtlichen Bestimmungen.</p>

Sachverhalt gemäß Punkt 1. Anhang I	Ergebnisse der durchgeführten Analyse
Umweltverschmutzung und Belästigungen	<p>Auch hinsichtlich resultierender Umweltverschmutzungen und Belästigungen ist zwischen der Bau- und der Betriebsphase zu differenzieren, da diese sich sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Hinsicht unterscheiden.</p> <p>Ferner ist rezeptorbezogen zu differenzieren, d.h. in Bezug auf die zu betrachtenden Schutzgüter oder Umweltbereiche.</p>
	<p>Da die durchzuführenden Bauarbeiten lediglich einen geringen Umfang haben und ausschließlich geeignete und allgemein übliche Verfahren zum Einsatz kommen, wird vorhabensbezogen nicht mit so erheblichen Auswirkungen in der Bauphase gerechnet, als dass diese einer detaillierten Untersuchung bedürften.</p> <p>Es dürfen grundsätzlich nur Baumethoden, Baustoffe und Materialien zum Einsatz kommen, die über einen Nachweis der Trinkwasserunbedenklichkeit verfügen (auch im Rahmen der Bauausschreibung verankert).</p>
	<p>In der Betriebsphase sind keine erheblichen und vor allem auch keine nachhaltigen Beeinträchtigungen durch die Grundwasserförderung und -aufbereitung zu erwarten.</p> <p>Für den Ausbau der Grundwasserförderanlage sind ausschließlich trinkwassergeeignete Baustoffe und Materialien zu verwenden (auch im Rahmen der Bauausschreibung verankert).</p>
	<p>In allen Fällen wird der Stand der Technik eingehalten werden und die Auswirkungen des Anlagenbetriebs werden sich innerhalb der gesetzlichen Normen bewegen.</p>
Unfall- und Katastrophenrisiko, insbesondere die wissenschaftlichen Erkenntnissen zufolge durch den Klimawandel bedingt sind	<p>Sowohl in der Bauphase, als auch in der Betriebsphase werden nur geeignete und allgemein übliche Maschinen, Materialien und Verfahren eingesetzt. Mit diesen sind keine besonderen Unfall- oder Katastrophenrisiken für die natürliche oder für die menschliche Umwelt verbunden.</p> <p>Die Einhaltung der gültigen Normen und Gesetze im Hinblick auf die technische Ausführung und den Betrieb der Anlage sowie spezifische Maßnahmen stellen einen umfassenden Schutz der Umwelt nicht nur im Normalbetrieb, sondern auch im Falle denkbarer „außerplanmäßiger Betriebszustände“ sicher.</p> <p>Eine betriebsbedingte Lagerung von wassergefährdenden Stoffen ist grundsätzlich nicht erforderlich.</p> <p>Die Gefahr von Überschwemmungen oder Erdbeben sowie Risiken im Zusammenhang mit Blitzeinschlag können ausgeschlossen werden.</p>

Sachverhalt gemäß Punkt 1. Anhang I	Ergebnisse der durchgeführten Analyse
Risiken für die menschliche Gesundheit, z.B. durch Verunreinigung von Wasser oder Luft.	Von dem geplanten Vorhaben gehen während der Bau- und auch während der Betriebsphase keine Risiken z.B. im Hinblick auf die Verunreinigung von Wasser oder Luft aus, die zu einer erheblichen Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit führen könnten. Die gültigen Normen und Gesetze bezüglich Bau- und Betrieb solcher Anlagen werden eingehalten.

Als Ergebnis der vorstehend durchgeführten Analyse hinsichtlich der in Anhang I unter Punkt 1 des EIE-Gesetzes vom 15.05.2018 vorgegebenen Sachverhalte in Bezug auf die „Merkmale des Projektes“ kann festgehalten werden, dass sich **in keinem Punkt Hinweise auf die Notwendigkeit einer Umwelt-Verträglichkeits-Prüfung (UVP / EIE)**, respektive der Durchführung einer Umwelt-Verträglichkeits-Untersuchung (UVU) **ergeben haben**.

2.1.2 Raumanalyse

Hinsichtlich der zu analysierenden Sachverhalte „Standort des Projektes - ökologische Empfindlichkeit der geographischen Räume“ definiert der Anhang I unter Punkt 2 des EIE-Gesetzes vom 15.05.2018 die in der linken Spalte der nachfolgenden Tabelle angegebenen Inhalte als betrachtungsrelevant. In der rechten Spalte sind die Ergebnisse der durchgeführten Analyse dargestellt.

Tabelle 4: Standort des Projektes - ökologische Empfindlichkeit der geographischen Räume

Sachverhalt gemäß Punkt 2. Anhang I	Ergebnisse der durchgeführten Analyse
Bestehende Landnutzung	Bei dem Gelände handelt es sich um eine bislang unbebaute Grünfläche innerhalb des bestehenden Betriebsgeländes des Wasserturms Tubishaff. Die im erweiterten Standortumfeld derzeit bestehende Landnutzung wird durch das geplante Vorhaben nicht verändert. Eine Schutzgebietsausweisung wird im Rahmen der Inbetriebnahme der Anlage nicht erforderlich. Die ökologische Empfindlichkeit der umliegenden Landnutzungen ist in Abhängigkeit von den betrachteten Wirkungen unterschiedlich. Eine besondere Empfindlichkeit ist in keinem Fall zu erkennen. Unabhängig davon, ob man diese als „gering“ oder „mittel“ einstufen würde, ist sie aber hinsichtlich keiner vorhabensbedingten Wirkung so, dass mit einem Überschreiten der Erheblichkeitsschwelle zu rechnen wäre und ein erheblicher Impact auf das jeweilige Schutzgut resultieren könnte.

Sachverhalt gemäß Punkt 2. Anhang I	Ergebnisse der durchgeführten Analyse
Reichtum, Qualität und Regenerationsfähigkeit der natürlichen Ressourcen des Gebiets	<p>Die bestehende Landnutzung wird durch das geplante Vorhaben nicht verändert.</p> <p>Die Nutzung des Grundwasservorkommens ist auf ein an die natürliche Regenerationsfähigkeit angepasstes Maß begrenzt.</p> <p>Andere natürliche Ressourcen des Umfeldes (z.B. Boden und Luft) werden lediglich in geringem Umfang in Anspruch genommen.</p> <p>Aus den vorgenannten Gründen ist nicht damit zu rechnen, dass Reichtum, Qualität und Regenerationsfähigkeit der natürlichen Ressourcen des Standortumfeldes unter dem geplanten Vorhaben leiden bzw. sich verringern werden (siehe Dokument „Modelleinsatz zur Grundwasserbewirtschaftung“ im <u>Anhang 4.3</u>).</p>
Belastbarkeit der Natur unter besonderer Berücksichtigung folgender Gebiete:	
1. Feuchtgebiete	<p>Das Standortgelände stellt kein solches Gebiet dar.</p> <p>Im erweiterten Umfeld des Projektgebietes gibt es solche Gebiete. Es gibt allerdings keinen entsprechenden Wirkpfad, der zu einer Beeinträchtigung dieser Flächen führen könnte.</p>
2. Küstengebiete	Nicht existent
3. Bergregionen und Waldgebiete	<p>Das Standortgelände stellt kein solches Gebiet dar.</p> <p>Im erweiterten Umfeld des Projektgebietes gibt es solche Gebiete. Es gibt allerdings keinen entsprechenden Wirkpfad, der zu einer Beeinträchtigung dieser Flächen führen könnte.</p>
4. Reservate und Naturparks	Der Standort befindet sich nicht innerhalb eines solchen Gebietes.

Sachverhalt gemäß Punkt 2. Anhang I	Ergebnisse der durchgeführten Analyse
5. durch die Gesetzgebung ausgewiesene Schutzgebiete; Gebiete, die speziellem Schutz unterliegen, insbesondere die Gebiete, die dem Schutz wildlebender Vögel dienen sowie die Gebiete zum Schutz natürlicher Habitate und der wildlebenden Fauna und Flora	Das Standortgelände liegt nicht innerhalb solcher Gebiete. Auch im erweiterten Standortumfeld (mehr 2,5 km) sind keine nationalen oder internationalen Schutzgebiete vorhanden.
6. Gebiete, in denen die in den Gemeinschaftsvorschriften festgelegten Umweltqualitätsnormen bereits überschritten sind	Gebiete im wörtlichen Sinn, in denen die in den Gemeinschaftsvorschriften festgelegten Umweltqualitätsnormen bereits überschritten sind, gibt es nach vorliegenden Erkenntnissen keine.
7. Gebiete mit hoher Bevölkerungsdichte	Das Gebiet befindet sich im südwestlichen Randgebiet der Stadt Luxemburg, es ist somit Teil eines urbanen Ballungsraumes. Im erweiterten Standortumfeld finden sich auch größere gewerblich-industrielle Flächennutzungen. Das geplante Vorhaben steht allerdings nicht im Widerspruch und wirkt auch nicht verstärkend in diese Richtung.
8. historisch, kulturell oder archäologisch bedeutende Landschaften	Die Voruntersuchung des Standortes hat gezeigt, dass hier in jüngerer Vergangenheit eine technische Geländeauffüllung (ca. bis 6 m Tiefe) erfolgt ist. Folglich ist nicht davon auszugehen, dass es im Rahmen der Projektrealisierung zu negativen Auswirkungen oder zur Zerstörung solcher Schutzgüter kommen wird.

Als Ergebnis der durchgeführten Analyse hinsichtlich der in Anhang I unter Punkt 2 des EIE-Gesetzes vom 15.05.2018 vorgegebenen Sachverhalte in Bezug auf den „Standort des Projektes - ökologische Empfindlichkeit der geographischen Räume“ kann festgehalten werden, dass sich **in keinem Punkt Hinweise auf die Notwendigkeit einer Umwelt-Verträglichkeits-Prüfung (UVP / EIE)**, respektive der Durchführung einer Umwelt-Verträglichkeits-Untersuchung (UVU) **ergeben haben.**

2.1.3 Wirkungsanalyse

Hinsichtlich der zu analysierenden Sachverhalte „Merkmale der potentiellen Auswirkungen – Bewertung“ definiert der Anhang I unter Punkt 3 des EIE-Gesetzes vom 15.05.2018 die in der linken Spalte der nachfolgenden Tabelle angegebenen Inhalte als betrachtungsrelevant. In der rechten Spalte sind die Ergebnisse der durchgeführten Analyse dargestellt.

Tabelle 5: Merkmale der potentiellen Auswirkungen – Bewertung

Sachverhalt gemäß Punkt 3. Anhang I	Ergebnisse der durchgeführten Analyse
Bewertung der potentiellen Auswirkungen des geplanten Vorhabens unter Berücksichtigung:	
<ul style="list-style-type: none"> des Ausmaßes der Auswirkungen (geographisches Gebiet und betroffene Bevölkerung) sowie Art der Auswirkungen 	<p>Mit Ausnahme einer Wirkung sind die übrigen vorhabensbedingten Auswirkungen auf das Standortgelände oder auf einen Umkreis von wenigen Metern beschränkt.</p> <p>Lediglich die Wirkungen auf das Grundwasser reichen weiter.</p> <p>Hinsichtlich des Umweltbereiches Grundwasser (und auch Oberflächengewässer) ist davon auszugehen, dass sich das geplante Vorhaben nicht erheblich auf das Grundwasserdargebot oder grundwasserabhängige Lebensräume auswirken wird (siehe Dokument „Modelleinsatz zur Grundwasserbewirtschaftung“ im <u>Anhang 4.3</u>).</p>
<ul style="list-style-type: none"> des grenzüberschreitenden Charakters der Auswirkungen 	<p>Aufgrund der grenzfernen Lage des Standortes und der geringen Anlagengröße können grenzüberschreitende Auswirkungen des Vorhabens ausgeschlossen werden.</p>
<ul style="list-style-type: none"> der Schwere und der Komplexität der Auswirkungen 	<p>Vorhabensbedingt ist nicht von einer besonderen Schwere oder Komplexität der Auswirkungen auszugehen.</p> <p>Beide werden sich in einem sehr geringen Umfang bewegen, so dass keine relevanten Änderungen gegenüber heute zu erwarten sind.</p>

Sachverhalt gemäß Punkt 3. Anhang I	Ergebnisse der durchgeführten Analyse
<ul style="list-style-type: none"> der Wahrscheinlichkeit von Auswirkungen 	<p>Die Entnahme von Grundwasser unterliegt grundsätzlich strengen gesetzlichen Auflagen, die auch im Rahmen des geplanten Vorhabens berücksichtigt werden. Die Entnahmemenge ist dem Bedarf und der Regenerationsfähigkeit der natürlichen Ressource angepasst.</p> <p>Die Wahrscheinlichkeit von Auswirkungen liegt bei 100%, da selbst der Normalbetrieb mit permanenten Auswirkungen verbunden ist.</p> <p>Die Wahrscheinlichkeit relevanter, langfristiger oder gar nachhaltiger Beeinträchtigungen der menschlichen oder der natürlichen Umwelt ist sehr gering (siehe Dokument „Modelleinsatz zur Grundwasserbewirtschaftung“ im <u>Anhang 4.3</u>).</p> <p>Es ist keine schädliche Gewässeränderung zu erwarten und irreversible Auswirkungen sind gänzlich auszuschließen.</p>
<ul style="list-style-type: none"> des erwarteten Zeitpunktes des Eintretens, Dauer, Häufigkeit und Reversibilität der Auswirkungen 	<p>Die potentiellen Auswirkungen der geplanten Grundwassernutzung auf das Wasserregime wurden im Rahmen von Vorstudien und Gutachten geprüft (siehe Dokument „Modelleinsatz zur Grundwasserbewirtschaftung“ im <u>Anhang 4.3</u>).</p> <p>Nicht abschätzbare Auswirkungen, insbesondere solche, die zu relevanten, langfristigen oder gar nachhaltigen Beeinträchtigungen der menschlichen oder der natürlichen Umwelt führen könnten, sind nicht zu erwarten.</p> <p>Irreversible Auswirkungen sind gänzlich auszuschließen.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Kumulierung der Auswirkungen mit den Auswirkungen anderer bestehender und/oder genehmigter Projekte 	<p>Im Hinblick auf die als relevant anzusehenden Auswirkungen auf das Grundwasser, existieren keine anderen Nutzungen oder geplanten Projekte, durch die es aufgrund kumulierender Auswirkungen zu erheblichen Beeinträchtigungen auf die betrachteten Schutzgüter kommen könnte.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Möglichkeit, die Auswirkungen wirksam zu verringern 	<p>Im Rahmen der Planung wurden bereits alle Möglichkeiten ergriffen, die als relevant anzusehenden Auswirkungen auf ein Mindestmaß zu beschränken, wie z.B. durch die Wahl des Standortes, die Wahl der Baumaterialien, die komplette Einhausung der Anlagen und die Gestaltung des Bauwerks.</p> <p>Darüber hinaus wird eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung sichergestellt.</p>



Als Ergebnis der durchgeführten Analyse hinsichtlich der in Anhang I unter Punkt 3 des EIE-Gesetzes vom 15.05.2018 vorgegebenen Sachverhalte in Bezug auf die „Merkmale der potentiellen Auswirkungen – Bewertung der potentiellen Auswirkungen des geplanten Vorhabens“ kann festgehalten werden, dass sich **in keinem Punkt Hinweise auf die Notwendigkeit einer Umwelt-Verträglichkeits-Prüfung (UVP)**, respektive der Durchführung einer Umwelt-Verträglichkeits-Untersuchung (UVU) **ergeben haben**.

3 Zusammenfassung / Fazit

Die Ville de Luxembourg (Services des Eaux) beabsichtigt den Neubau einer Wassergewinnungsanlage auf dem Gelände des Wassersturms Tubishaff in Cessange, um zusätzliche Redundanzen für die Versorgungsgebiete der Wassertürme Tubishaff und Gasperich schaffen zu können und die Versorgung des öffentlichen Trinkwassernetzes zu gewährleisten.

Im Vorfeld wurden zunächst zwei potentielle Entnahmepunkte betrachtet und untersucht, die im Rahmen des Grundwassermanagementplans für den Luxemburger Sandstein als geeignet ausgewiesen wurden. Aufgrund der positiven Ergebnisse der Standorterkundung im Hinblick auf die Rohwasserqualität und die Brunnenergiebigkeit wurde der Standort Tubishaff zurückbehalten. Die geplante Wassergewinnungsanlage soll in Kombination mit einem Wasserwerk zur Entfernung von Eisen und Mangan realisiert werden.

Hydrogeologischer Zielhorizont für die Grundwasserentnahme ist der am Standort in 89 m anstehende Luxemburger Sandstein (li2). Die Filterstrecke soll im Tiefenabschnitt 89 bis 120 m installiert werden. Die maximale jährliche Fördermenge soll 481.800 m³ Trinkwasser entsprechen. Das gewonnene Trinkwasser soll vornehmlich dem Trinkwasserreservoir Gasperich zugeführt werden, kann aber auch zum Wasserturm Tubishaff geleitet werden.

Das in Rede stehende Vorhaben entspricht dem Punkt 86, Anhang IV des Règlement grand-ducal vom 15.05.2018 „*établissant les listes de projets soumis à une évaluation des incidences sur l'environnement*“. Folglich muss von den zuständigen Behörden fallbezogen im Rahmen eines EIE-Screening („*vérification préliminaire*“ bzw. „Vorprüfung“) entschieden werden, ob die Durchführung einer Umwelt-Verträglichkeits-Prüfung (UVP / EIE) erforderlich ist.

Im vorliegenden Screening-Dokument werden die Charakteristik des Projektes sowie die damit in Zusammenhang stehenden potentiellen Impakte auf die definierten Schutzgüter dargelegt.

Die durchgeführte Prüfung hinsichtlich vorhabenspezifischer Wirkfaktoren und der damit potentiell verbundenen Auswirkungen hat ergeben, dass weder bau-, anlagen- noch betriebsbedingt mit einer erheblichen Beeinträchtigung von Schutzgütern zu rechnen ist.

Potentiell relevante Wirkungen beschränken sich im Wesentlichen auf das Grundwasser sowie die damit in Verbindung stehenden Schutzgüter.

Hinsichtlich einer potentiellen qualitativen Beeinträchtigung des Grundwassers werden die gesetzlichen Vorgaben berücksichtigt und die erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen getroffen, um negative Auswirkungen sicher zu vermeiden.

In Bezug auf die quantitative Beeinflussung des Wasserregimes hat die im Vorfeld erstellte Studie zur Grundwasserbewirtschaftung ergeben, dass sich das geplante Vorhaben nur in geringem Maße auf das Grundwasserdargebot auswirken wird und somit nicht mit einer erheblichen Beeinträchtigung der Schutzgüter zu rechnen ist.

Bei der Analyse der „Merkmale des Projektes“, des „Standortes des Projektes“ sowie der „Merkmale der potentiellen Auswirkungen“ gemäß Punkt 1 bis 3 des Anhangs I des EIE-Gesetzes vom 15.05.2018 haben sich keine Hinweise auf die Notwendigkeit der Durchführung einer Umwelt-Verträglichkeits-Prüfung ergeben.



4 Verzeichnis der Anhänge

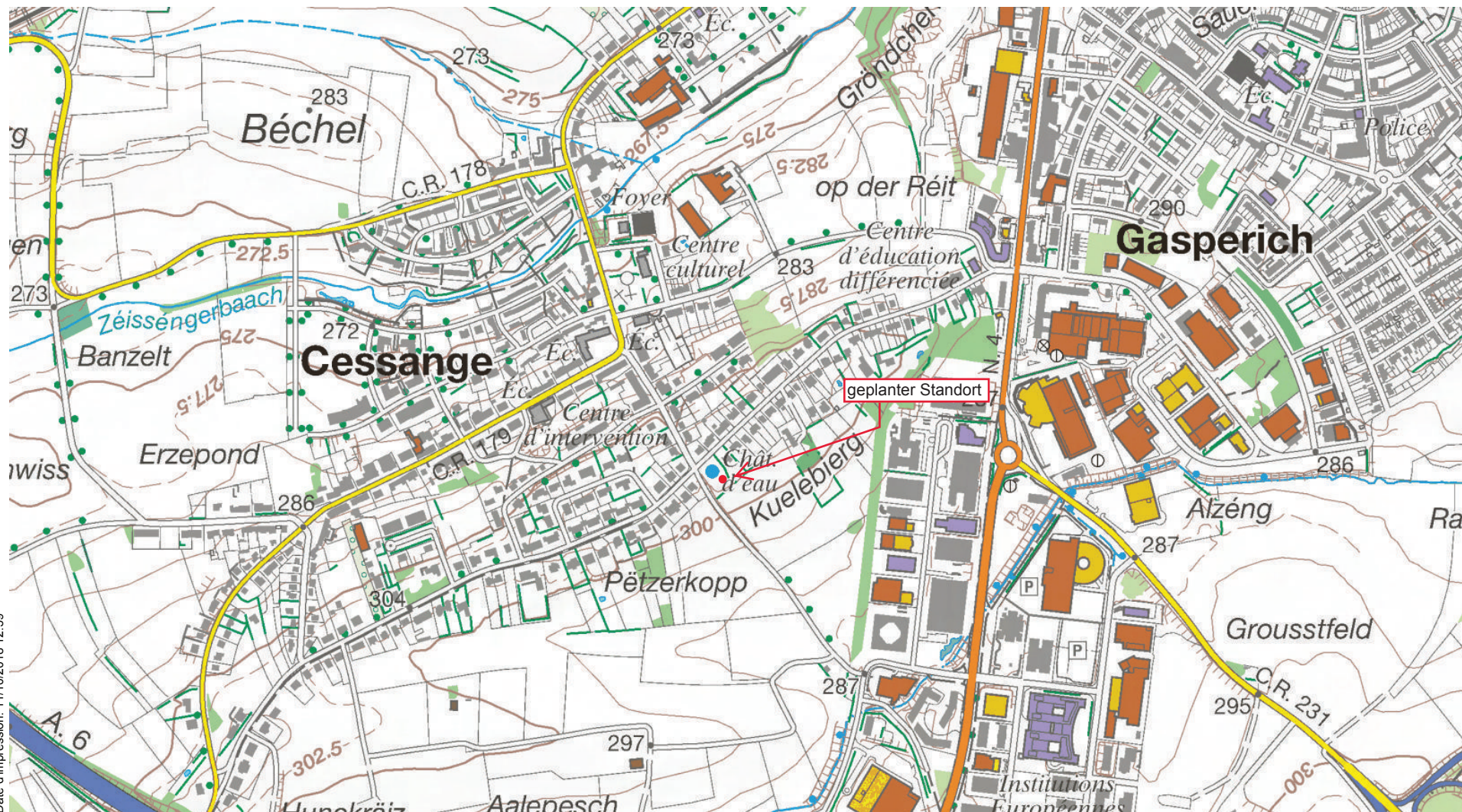
- 4.1 Offizielle Zeichnungen und Karten**
- 4.2 Pläne und Zeichnungen**
- 4.3 Erläuterungsbericht und Vorstudien**

4.1 Offizielle Zeichnungen und Karten

Ausschnitt aus der topographischen Karte
1 : 10.000

Biotope im Standortumfeld
1 : 5.000

Katasterauszug vom 15.10.2018
1 : 2.500



Date d'impression: 11/10/2018 12:59

www.geoportail.lu est un portail d'accès aux informations géolocalisées, données et services qui sont mis à disposition par les administrations publiques luxembourgeoises. Responsabilité: Malgré la grande attention qu'elles portent à la justesse des informations diffusées sur ce site, les autorités ne peuvent endosser aucune responsabilité quant à la fidélité, à l'exactitude, à l'actualité, à la fiabilité et à l'intégralité de ces informations. Information dépourvue de foi publique.
Droits d'auteur: Administration du Cadastre et de la Topographie. <http://g-o.lu/copyright>

Echelle approximative 1:10000

0 100 200 300m

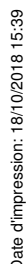
<http://g-o.lu/3/Szvd>





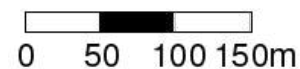
map.geoportail.lu

Das öffentliche Geoportal des Grossherzogtums Luxemburg




www.geoportail.lu ist ein Portal zur Einsicht von geolokalisierten Informationen, Daten und Diensten, die von den öffentlichen luxemburgischen Behörden zur Verfügung gestellt werden Haftung: Obwohl die Behörden mit aller Sorgfalt auf die Richtigkeit der veröffentlichten Informationen achten, kann hinsichtlich der inhaltlichen Richtigkeit, Genauigkeit, Aktualität, Zuverlässigkeit und Vollständigkeit dieser Informationen keine Gewährleistung übernommen werden. Informationen ohne rechtliche Garantie.
Copyright: Administration du Cadastre et de la Topographie. <http://g-o.lu/copyright>

Ungefährer Maßstab 1: 5000



<http://g-o.lu/3/JDID>

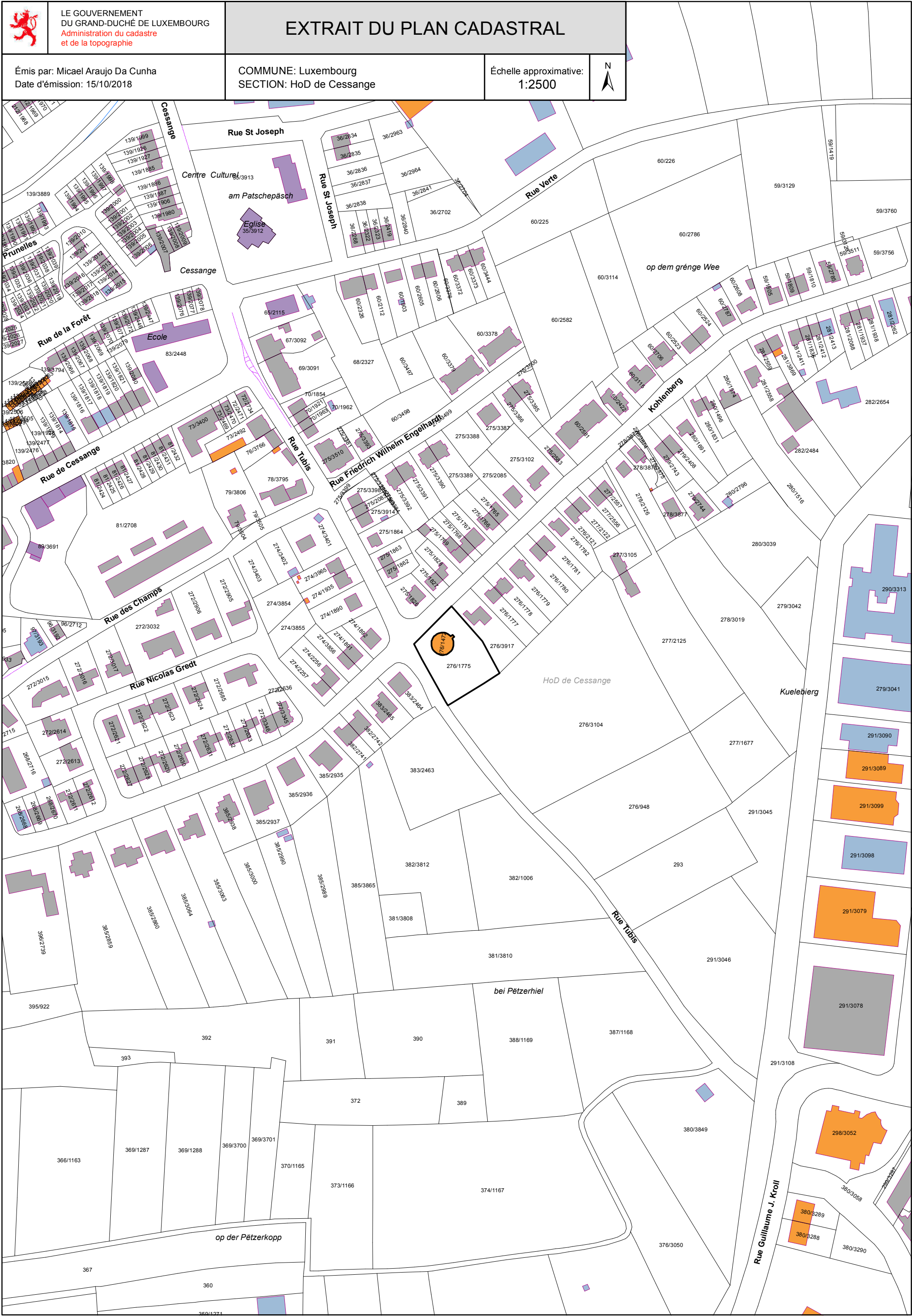
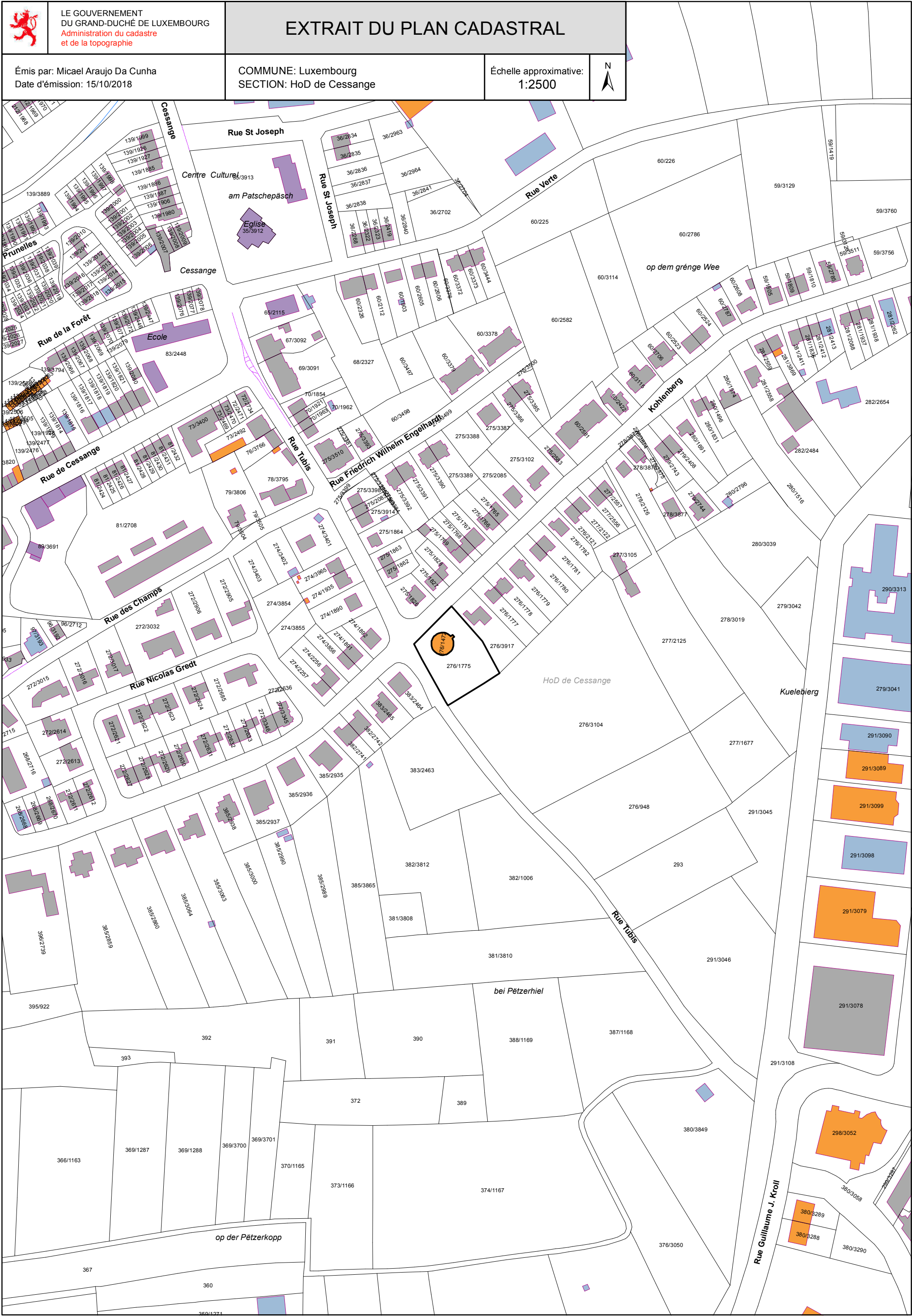


	LE GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG Administration du cadastre et de la topographie	<h1>EXTRAIT CADASTRAL</h1>
	Date d'émission : 15 octobre 2018	

Commune :	LUXEMBOURG	Lieudit :	Rue Tubis
Section :	HoD de CESSANGE	Revenu bâti :	0
No cadastral :	276 / 1775	Mesurage(s) :	402, 7341
Contenance :	22a15ca		

	Nature	Occupation(s)	R non-bâti	R bâti	Contenance
1	terre labourable		11.07	0	22a15ca

Propriétaire	Quote-part	Usufruitier	Quote-part
Luxembourg, la Ville			

[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

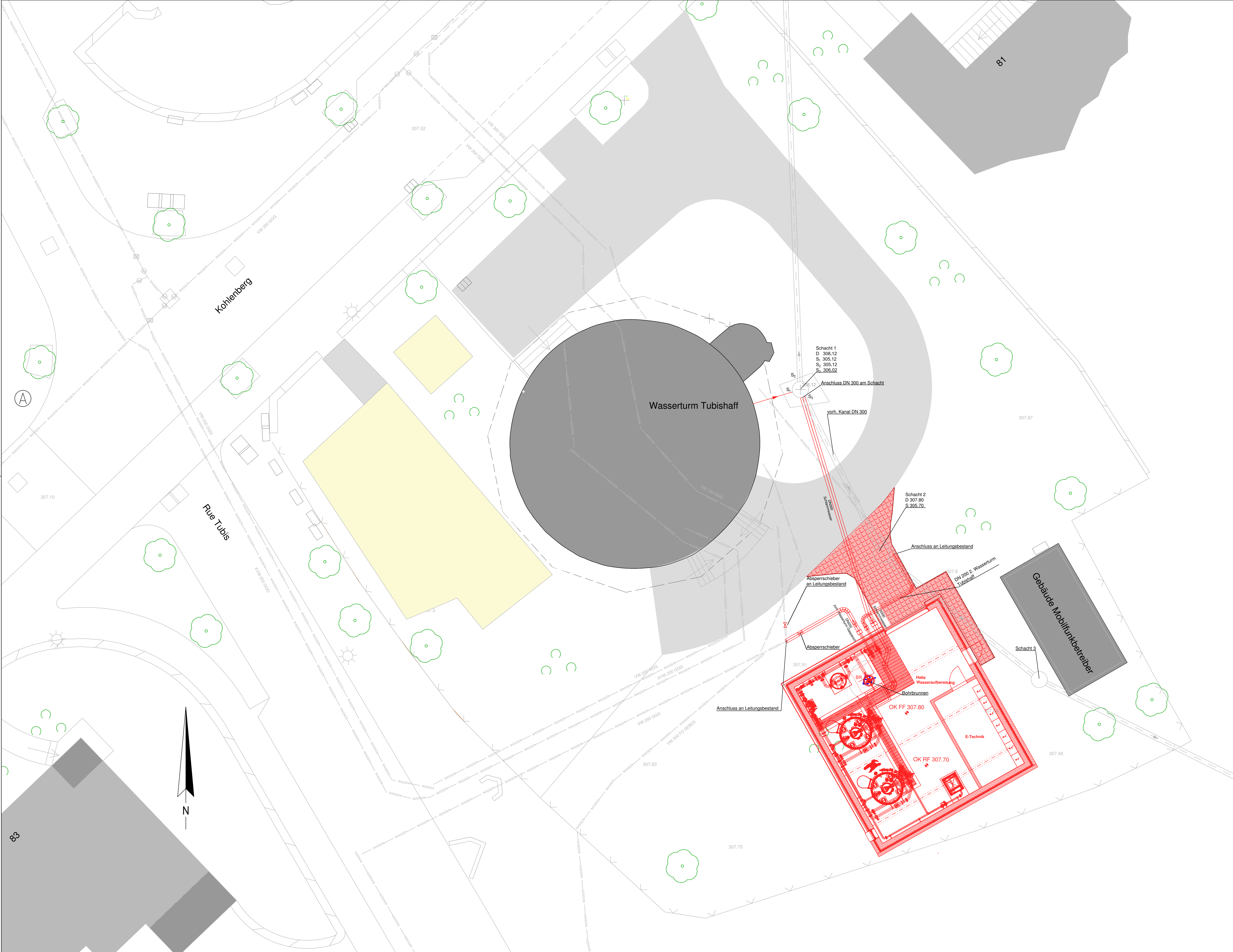
4.2 Pläne und Zeichnungen

Wasseraufbereitungsanlage Tubishaff
Lageplan; Plan-Nr. 1L0502 - G1
nicht maßstäblich gedruckt !

Wasseraufbereitungsanlage Tubishaff
Schnitt Förderbrunnen; Plan-Nr. 1L0502 - G2
nicht maßstäblich gedruckt !

Wasseraufbereitungsanlage Tubishaff
Bauwerk; Plan-Nr. 1L0502 - G3
nicht maßstäblich gedruckt !

Wasseraufbereitungsanlage Tubishaff
Betriebsschema; Plan-Nr. 1L0502 - G4
nicht maßstäblich gedruckt !



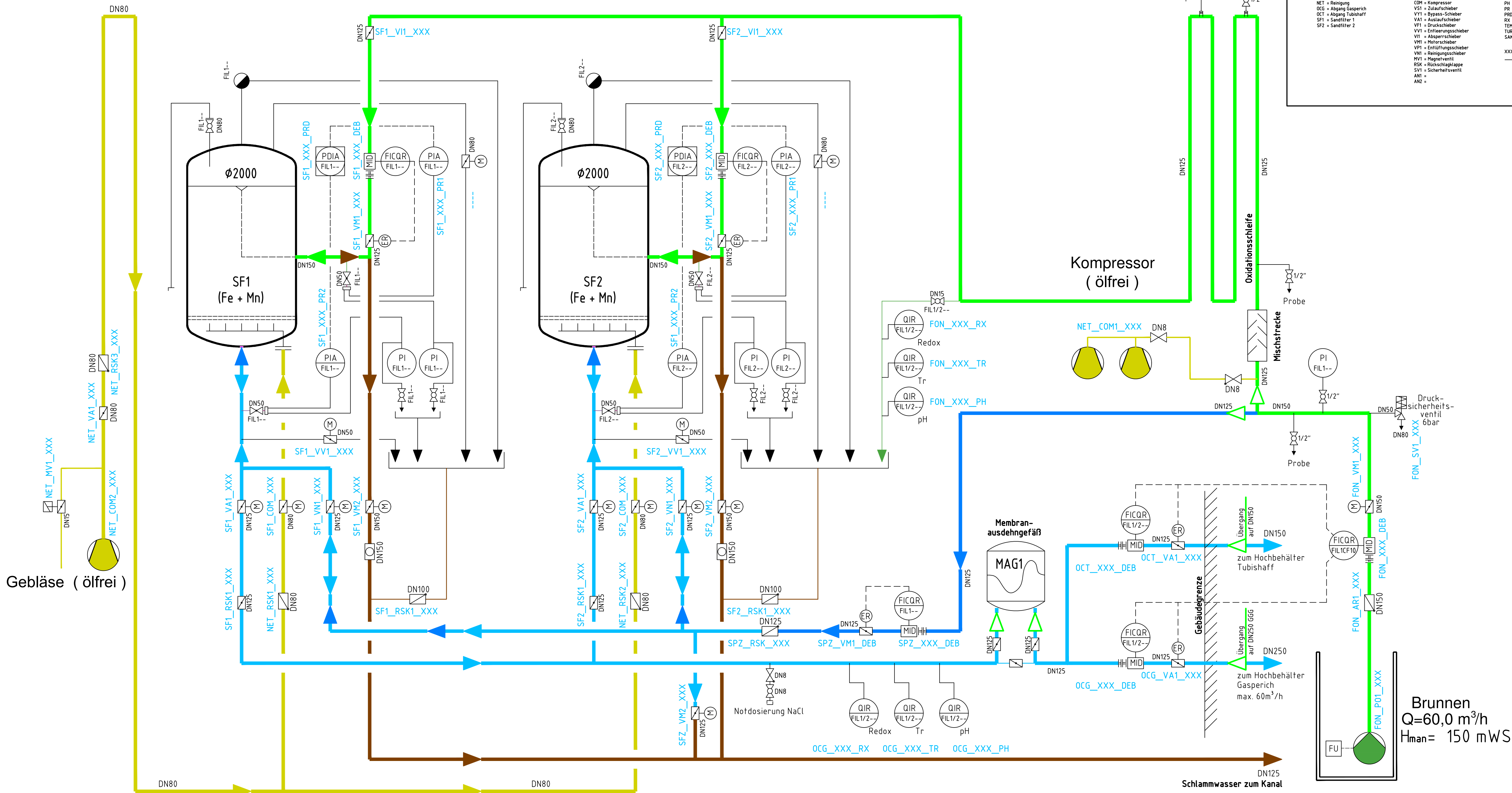
Zeichenerklärung und Hinweise	
<div></div>	gepl. Pflaster
<div></div>	gepl. Bauwerk
<div>OK RF 307.70</div>	gepl. Höhe Rohfußboden
<div>OK FF 307.80</div>	gepl. Höhe Fertigfußboden

<div><div>Ville de Luxembourg</div><div>Entwurfs- und Genehmigungsplanung</div><div>Wasseraufbereitungsanlage Tubishaff</div></div>		<div><div><div>Berg & associés S.A.R.L.</div><div>ingénieurs conseils</div></div><div>Luxembourg · Allemagne · Belgique</div><div><div>COURS D'EAU · EAU POTABLE · EAUX USÉES · VOIRIES · OUVrages d'ART · ENERGIE</div><div>7, rue Goethals L - 9236 Diekirch</div><div>Tél.: +352 26804566 info@bureauberg.lu</div><div>www.bureauberg.lu</div></div></div>	
Lageplan	gez.: Farris M.	Datum:	Juli 2018
	bearb.: Kuß G.	Format:	594x970
	gepr.:	Proj.-Nr.:	1L0502
	Maßstab: 1:100	Blatt Nr.:	Index: G1



Zeichenerklärung und Hinweise	
	bewehrter Beton
	Mauerwerk
	unbewehrter Beton, Profilbeton
	Betonfertigteil
OK RF 307.70 	gepl. Höhe Rohfußboden
OK FF 307.80 	gepl. Höhe Fertigfußboden
307.70 	gepl. Höhe Rohfußboden
307.80 	gepl. Höhe Fertigfußboden

	Ville de Luxembourg	 Berg & associés S.A.R.L. ingénieurs conseils Luxembourg · Allemagne · Belgique <small>COURS D'EAU · EAU POTABLE · EAUX USÉES · VOIRIES · OUVRAGES D'ART · ENERGIE</small> 7, rue Goethals L - 9236 Diekirch www.bursauberg.lu
	Entwurfs- und Genehmigungsplanung Wasseraufbereitungsanlage Tubishaff	
Schnitt Förderbrunnen	gez.: Farris M.	Datum: Juli 2018
	bearb.: Kuß G.	Format: 450 x 1350
	gepr.: 	Proj.-Nr.: 1L0502
	Maßstab: H=1:500 / L=1:20	Blatt Nr.: G2 Index: —



Anlagenkennzeichen (AKZ)

W_PP_SF1_PR1_XXX

Description / Beschreibung
Equipment / Einbauteil
Installation / Anlagenfall
Station / Anlage
Domain / Bereich

Domain
W= Wasser

Station
--

Installation
FON = Brunnen
POT = Brunnenpumpe
SPZ = Spülwasserzulauf
NET = Reinigung
OCG = Abgang Gasperich
OCT = Abgang Tubishaff
SF1 = Sandfilter 1
SF2 = Sandfilter 2

Equipment
AR = Rückschlagklappe/-ventil
CLZ = Chlor
COM = Kompressor
VS1 = Zulaufschieber
VV1 = Bypass-Schieber
VA1 = Auslaufschieber
VF1 = Druckschieber
VM1 = Entlüftungsschieber
VN1 = Reinigungschieber
MV1 = Magnetventil
RSK = Rückschlagklappe
SV1 = Sicherheitsventil
AN1 =
AN2 =

Description
CON = Leitfähigkeit
DEB = Durchfluss
NIV = Füllstand
PI = pHi-Wert
PR = Druck
PRD = Differenzdruck
RX = Redoxpot
TUR = Trübung
SAR = Spektroskopabsorptionskoeffizient

XXX = Leerstellen
--- = Platzhalter (Bezeichnung fehlt)

Zeichenerklärung und Hinweise

Farben

= Rohwasser

= Trinkwasser

= Schlammwasser

= Druckluft (Spülung)

Symbole

Pumpe/Gebläse

Düsennückschlagventil

Rückschlagklappe

Absperrklappe manuell betätigt

Kugelhahn manuell betätigt

Schieber manuell betätigt

Reduzierung/Erweiterung

Armatur mit Sicherheitsfunktion

Kompensator

Pass- und Ausbaustück

Stabilisator

Magnetisch-induktiver Durchflussmesser

Durchflussmessung, analog

Filter

Kondensatableiter

Entlüftung

Elektroregelantrieb

Motorantrieb

Magnetventil

Abkürzungen

PW = Pumpwerk extern
RW = Rohwasser
FW = Ablauf Sandfilter
TW = Trinkwasser
SW = Spülwasser
AW = Abwasser/Schlammwasser
SL = Spülluft

EF = Entlüftung
EL = Entleerung
GE = Grundentleerung
ÜL = Nollüberlauf
RWB = Rohwasserbecken
TWB = Reinwasserbecken
PN = Probenahmestelle

Messstellenkennzeichnung

Allgemeines:

Messstellenkreis ohne Querstrich: Ablesung nur am Gerät vor Ort

Messstellenkreis mit Querstrich: elektronische Messwertübertragung zur Fernablesung

1. Buchstabe (Art der Messung)

F Fluid
L Level
P Pressure
PD Pressure difference
Q Quality
pH
FNU
T
LF

Durchflussmessung
Niveaumessung
Druckmessung
Differenzdruckmessung
Qualitätsmessung
pH Wert
Trübung
Temperatur
Leitfähigkeit

2. und jeder weitere Buchstabe (nähere Erklärungen zur Messung)

A Alarm
C Control
I Information
Q Quantity
S Switch
R Read
Z Zero

Alarm
Regelgröße
Anzeige
Menge
Schaltkontakt
Schreiber (Archivierung)
Sicherheitseinrichtung

Ville de Luxembourg		Berg & associés S.A.R.L. Ingénieurs conseils Luxembourg - Allemagne - Belgique	
Entwurfs- und Genehmigungsplanung			
Wasseraufbereitungsanlage Tubishaff			
7, rue Goethals L - 9236 Diekirch		Tél.: +352 26804566 info@bureauberg.lu	
www.bureauberg.lu			
gez.: Farris M.	Datum: Juli 2018		
bearb.: Kuß G.	Format: 594x1160		
gepr.: Proj.-Nr.: 1L0502	Blatt Nr.: Index:		
Maßstab: ohne Maßstab	G4		

Brunnen
Q=60,0 m³/h
H_{man}= 150 mWS

4.3 Erläuterungsbericht und Vorstudien

„Bohrbrunnen und Wasserwerk Tubishaff -
Genehmigungsplanung - Erläuterungsbericht“,
Berg & associés S.A.R.L. - ingénieurs conseils

„Modelleinsatz zur Grundwasserbewirtschaftung -
Untersuchungen zu den möglichen Fassungsanlagen „Tubishof“ und „Cloche d’Or““,
Björnsen Beratende Ingenieure GmbH, Juli 2016

„Bewertung der Ergebnisse der hydrogeologischen Standorterkundung
Tubishaff (Bohrung FRE-1-30)“,
Bieske und Partner GmbH mit TR Engineering, Juni 2015



Bohrbrunnen und Wasserwerk Tubishaff

Genehmigungsplanung

Erläuterungsbericht

Verfasser:



Berg & associés S.A.R.L. – ingénieurs conseils

7 rue Goethals

L-9236 Diekirch

Tel.: 26 80 45 66

Fax: 80 99 04

E-Mail: info@bureauberg.lu



INHALTSVERZEICHNIS

1.	VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG	3
2.	PLANUNGSGRUNDLAGEN	3
2.1	Vorhandene Gutachten, Pläne und Berichte	3
2.2	Wasserwirtschaftliche Randbedingungen	3
2.3	Anlagenbestand, Baugrundstück, Lage	5
3.	GEPLANTE MAßNAHMEN	6
3.1	Bohrbrunnen	6
3.2	Brunnenpumpe	8
3.3	Aufbereitung	8
3.4	Anlagenkomponenten, Anlagenbetrieb und Filterspülung	11
3.5	Bauwerk	13
3.6	EMSR - Technik	14
4.	BESTANDTEILE DER GENEHMIGUNGSPLANUNG	15
5.	UNTERZEICHNUNG	15



1. VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Die Ville de Luxembourg (VdL), Services des Eaux beabsichtigt den Neubau einer Wassergewinnungsanlage auf dem Gelände des Wasserturms Tubishaff in Cessange um zusätzliche Redundanzen für die Versorgungsgebiete der Wassertürme Gasperich und Tubishaff schaffen zu können. Als Basis für die Planung dieses Vorhabens wurde eine hydrogeologische Standorterkundung durch das Ingenieurbüro Bieske und Partner durchgeführt und im Juni 2015 vorgelegt.

Aufgrund der positiven Ergebnisse der Standorterkundung plant die VdL nun den Bau eines Vertikalfilterbrunnens auf dem Betriebsgelände des Wasserturms Tubishaff in Kombination mit einem Wasserwerk zur Entfernung von Eisen und Mangan. Das Ingenieurbüro Berg & Associates SARL wurde mit der Objektplanung für den Brunnenausbau und die Trinkwasseraufbereitungsanlage (TWA) beauftragt und legt hiermit die Genehmigungsplanung für beide Objekte vor.

2. PLANUNGSGRUNDLAGEN

2.1 Vorhandene Gutachten, Pläne und Berichte

- hydrogeologische Standorterkundung des IB Bieske und Partner vom Juni 2015
- Bestandslageplan mit Topografie und Leitungsbestand der VdL vom Juli 2017
- Übersichtsplan mit Leitungsverlauf zum Wasserturm Gasperich

2.2 Wasserwirtschaftliche Randbedingungen

Als maßgebliche Grundlage für die Planung des Brunnens und der Trinkwasseraufbereitung dient die hydrogeologische Standorterkundung mit Vorschlag für den Brunnenausbau.

Durchgeführte Maßnahmen:

- Durchführung einer Erkundungsbohrung mit Ausbau zu einer Grundwassermessstelle und Versuchsbrunnen auf dem Anlagengelände Tubishaff, südwestlich des bestehenden Wasserturms.
- Auswertung der Bohrung, Erstellung Schichtenprofil.
- Geophysikalische Bohrlocherkundung gem. DVGW W 110 (Kalibermessung, Gamma-Ray-Log, Widerstandsmessungen, Flowmeter, Tracer-Fluid-Logging) mit Aussagen zu Lithologie und hydrodynamischen Verhältnissen.
- Pumpversuch mit Auswertung.



- Trinkwasseranalyse mit Aussagen zu den hydrochemischen Verhältnissen

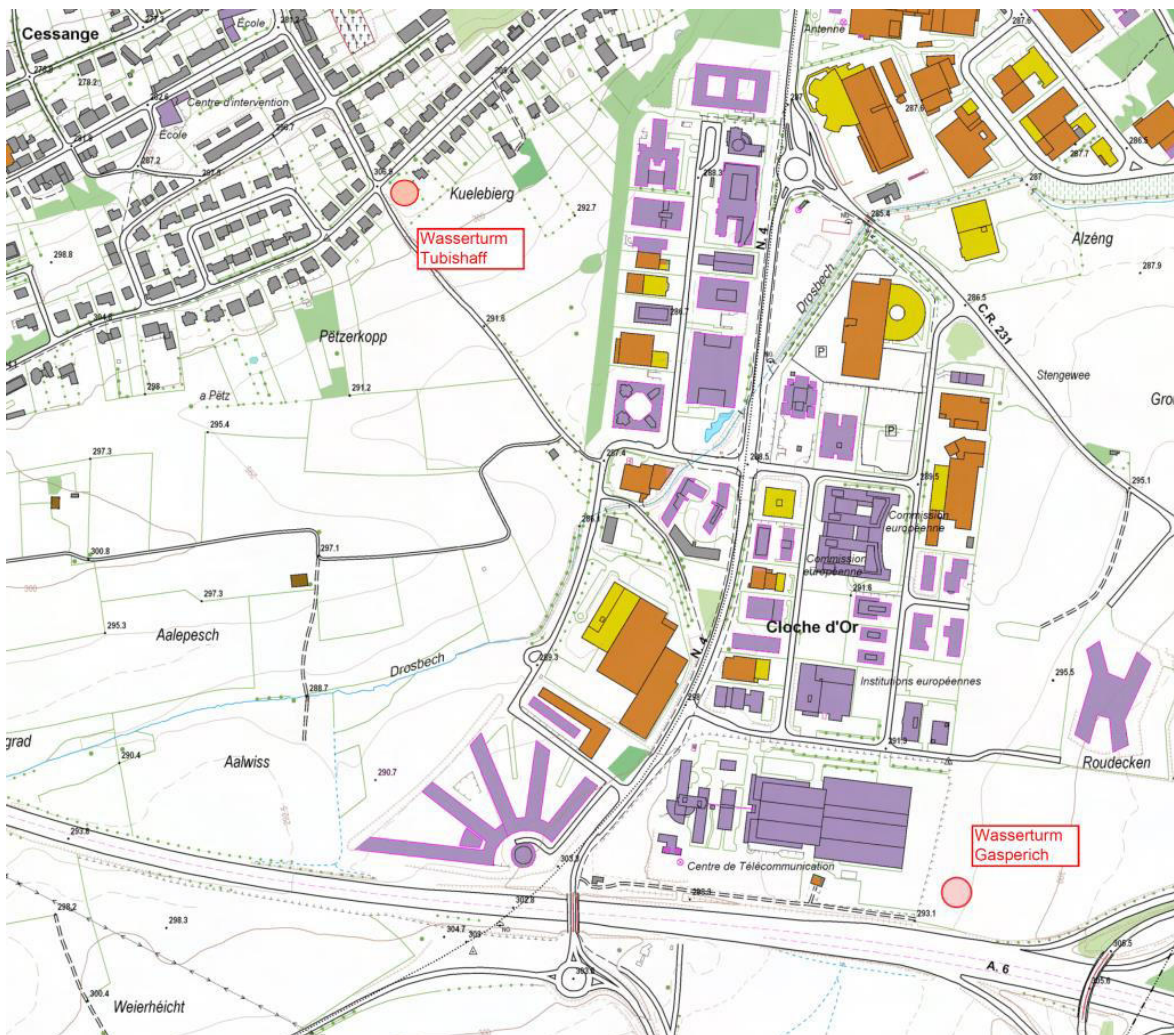
Zusammenfassung der für die Planung des Brunnens und der TWA maßgeblichen Ergebnisse der Standortuntersuchung:

- Als Grundwasserleiter liegt hier der Luxemburger Sandstein mit Kluftzonen vor. **Der wasserführende Bereich befindet sich zwischen 89 bis ca. 120 m unter Gelände.**
- Der neue Brunnen sollte nur die zuflusswirksamen Abschnitte des Luxemburger Sandsteins mit seiner Filterstrecke erfassen.
- Die betriebsbedingte Absenkung des Wasserspiegels sollte sich an der Oberkante des Luxemburger Sandsteins orientieren
- Es wurde eine Ergiebigkeit von bis zu 55 m³ /h prognostiziert. **Als Bemessungsförderleistung für ein Brunnenkonzept wird eine Förderleistung von 60 m³ /h zugrunde gelegt.**
- Hydrochemisch liegt ein leicht alkalisches, „hartes“ Tiefengrundwasser ohne merklichen Oberflächenwassereinfluss (Nitrat<1,0mg/l) und ohne Verunreinigungsindikatoren vor. **Für den mit ca. 0,7 mg/l über dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung liegenden Eisengehalt ergibt sich ein Aufbereitungsbedarf.**
- Eisen und Mangan bilden oxydische Verockerungsbeläge und beschleunigen damit die Brunnenalterung. Während des Brunnenbetriebes sollte daher kein Sauerstoff in die Filterstrecke gelangen.
- Mit einer Mobilisierung von in Trennflächen abgelagerten Feinsedimenten ist in den ersten Jahren nach der Errichtung und Inbetriebnahme zu rechnen. Für das Abschlagen von durch Trübstoffführungen beeinträchtigtes Wasser ist eine Spülleitung zu berücksichtigen.
- Der Standort im Stadtgebiet mit intensiver Umfeldnutzung erfordert in einem Brunnenbauwerk eine Abdichtung der Hangendschichten des Entnahmehorizontes „Luxemburger Sandstein“ als Schutz vor Einträgen von oberflächennah zirkulierenden Grundwässern. **Hier empfiehlt sich der Einbau eines einzementierten Sperrrohres.**

2.3 Anlagenbestand, Baugrundstück, Lage

Das Gelände des Wasserturms Tubishaff liegt auf einem Eckgrundstück an der Straßenkreuzung Kohlenberg / Rue Tubis im Stadtteil Cessange (Parzellennummer 276/17). Der Wasserturm Gasperich, in welchen die neue Wassergewinnungsanlage hauptsächlich hinein fördern soll, befindet sich in einer Entfernung von ca. 5 km Luftlinie zum Planungsbereich.

Übersichtsplan (o.M.):



Der südwestliche, unbebaute Teilbereich des Betriebsgeländes ist für den Bau des neuen Brunnen mit Trinkwasseraufbereitungsanlage vorgesehen (siehe Lageplan G1). Folgende Leitungen liegen auf dem Grundstück im Planungsbereich:

- bestehende Hauptverbindungsleitung DN 250 GGG zum HB Gasperich
- bestehende Hauptverbindungsleitung DN 300 der SEBES
- Anschlussleitung DN 150 GGG zum Wasserturm Tubishaff
- Schacht mit Schmutzwasserkanal



Außer dem Wasserturm befindet sich auf dem Betriebsgelände in der südöstlichen Ecke ein Gebäude mit technischen Anlagen diverser Mobilfunknetzanbieter. Die Zufahrt auf das Betriebsgelände erfolgt ausgehend von der Straße Kohlenberg.

3. GEPLANTE MAßNAHMEN

3.1 Bohrbrunnen

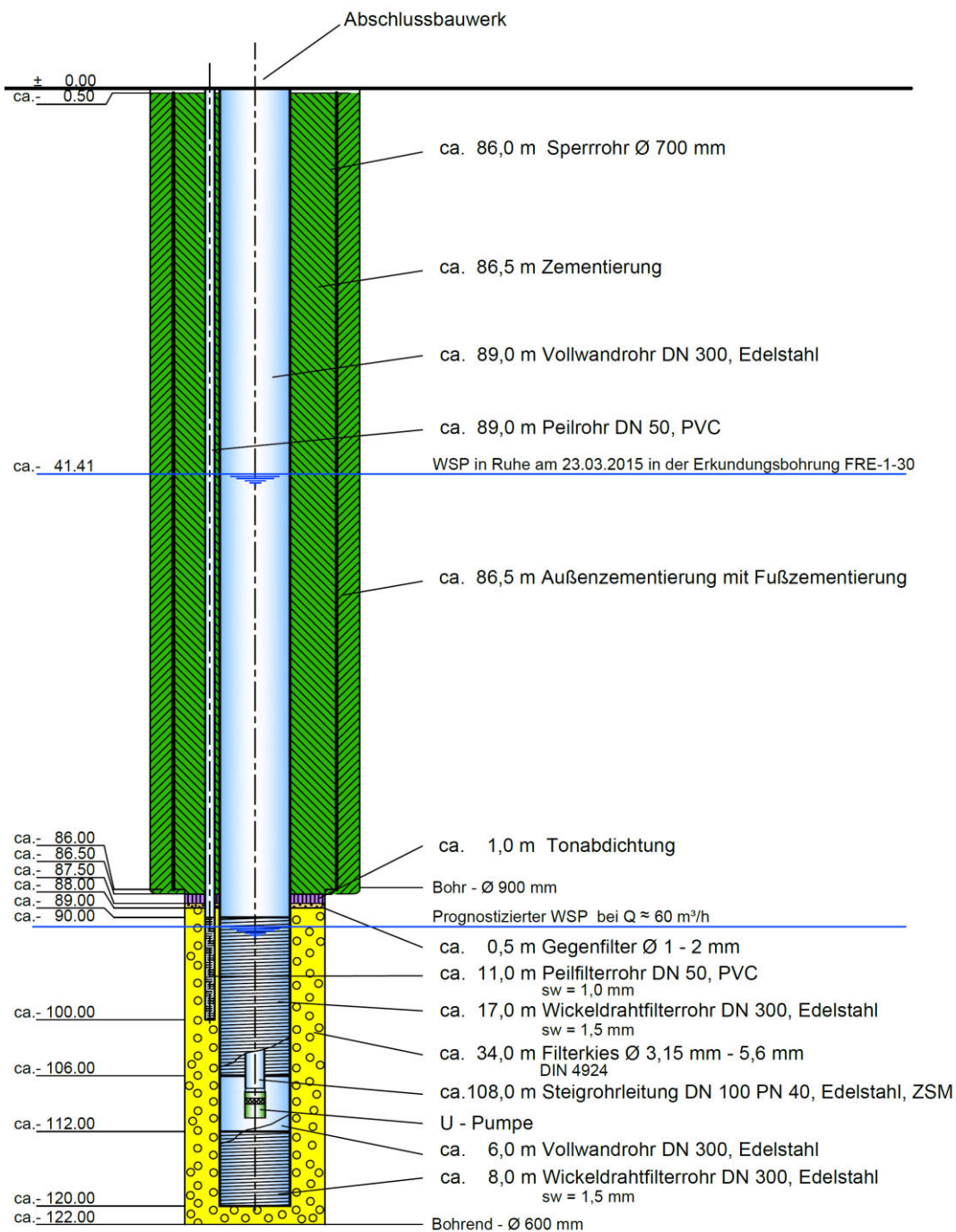
Der Vorschlag zum Ausbau des neuen Brunnens wurde im Zusammenhang mit der hydrogeologischen Standorterkundung beschrieben.

Geplanter Brunnenausbau gemäß hydrogeologischer Standorterkundung unter Berücksichtigung der Regelwerke DVGW – W 123, DVGW – W 118:

Konzeptdetail	Anforderung	Brunnenkonzept
Brunnen-dimension	<ul style="list-style-type: none">- Wirtschaftlich unter Beachtung der Faktoren Fassungsvermögen/ Wasserandrang- Bemessungsförderleistung 60 m³/h- Platzbedarf für ordnungsgemäßen Einbau der Kiesel-schüttung (DVGW-AB W 123)	<ul style="list-style-type: none">- Rohrenweite DN 300- Endbohrdurchmesser 600 mm
Brunnentiefe	<ul style="list-style-type: none">- Ausnutzung aller Zuflusszonen >5% Zuflussanteil an Gesamtzufluss	<ul style="list-style-type: none">- 120 m
Pumpenposition	<ul style="list-style-type: none">- Absenkung GW bis Filteroberkante	<ul style="list-style-type: none">- Einbau in „Blindrohr“ zwischen zwei Teilfilterstrecken
Filterrohlänge	<ul style="list-style-type: none">- Einhaltung $V_{kritisch} = 2,5 \cdot 10^{-3}$ m/s (DVGW-AB W 118)$LF = Q / d_a \times v_{krit} \times \pi$- Abdeckung der Zuflusszonen mit Filterrohr	<ul style="list-style-type: none">- erforderliche Längen: bei DN 300: 60 m³/h = 7,1 m- Teilfilterstrecken 89-106 m und 112-118 m
Filteroberkante	<ul style="list-style-type: none">- Erfassung oberste Zuflusszone an Aquiferoberkante	<ul style="list-style-type: none">- Filteroberkante bei 89 m unter Gelände
Filterrohr	<ul style="list-style-type: none">- Minimale Eintrittswiderstände- Gute Entsandbarkeit- Gute Regeneriereigenschaften	<ul style="list-style-type: none">- Wickeldrahtfilter- Möglichst große Schlitzweite
Ausbauwerkstoff	<ul style="list-style-type: none">- Beständig gegen korrosiv wirkende Wässer, hier mögliche Gehalte an freier Kohlensäure	<ul style="list-style-type: none">- Edelstahl 1.4571 nach Stand der Technik
Abdichtung	<ul style="list-style-type: none">- Beachtung des durch die Nutzungsformen im Umfeld einzustufenden „hohen“ Gefährdungspotentials	<ul style="list-style-type: none">- Abdichtung des Ringraums in den Hangendformationen, Sperrrohr
Oberflächenabschluss	<ul style="list-style-type: none">- Technische Handhabung, Arbeitssicherheit und Betreiberwünsche	<ul style="list-style-type: none">- Unter - oder oberirdische Bauform gemäß Richtlinien des DVGW-AB W 122
Brunnenbetrieb	<ul style="list-style-type: none">- Ordnungsgemäßer Betrieb gemäß DVGW-AB W 125 zur Minimierung von Brunnenalterungseffekten- Berücksichtigung von Brunnenalterungsprozessen	<ul style="list-style-type: none">- Begrenzung der entnahmebeeinflussten Absenkung des Brunnenwasserspiegels bis zur Oberkante der Filterstrecke zur Vermeidung des direkten Sauerstoffzutritts in die Filterstrecke- Einrechnung von Absenkungszuschlägen bei der Brunnenbemessung



Konzept Förderbrunnen gemäß hydrogeologischer Standortuntersuchung:



Der Brunnenkopf und die Ablaufmimik sind im Bauwerk der Trinkwasseraufbereitungsanlage untergebracht (siehe Zeichnung G3).



3.2 Brunnenpumpe

Die Auslegung der Brunnenpumpe erfolgte auf Basis eines Übersichtslageplans mit Angabe der Auslaufhöhe am Wasserturm Gasperich.

- Fördermenge, Q = 60 m³/h
- Einspeisehöhe Wasserturm Gasperich, H1 = 355,00 m.ü.NN
- Geländehöhe Tubishaff, H2 = 308,00 m.ü.NN
- Wasserspiegel Brunnen min, H3 = 217,00 m.ü.NN
- Länge DN 250 GGG, L1 = 800 m
- Länge DN 200 GGG, L2 = 5.350 m
- Länge DN 100 V4A, L3 = 108 m
- Verluste DN 250 bei 60 m³/h, H_{VR1} = 0,55 m / 1000 m
- Verluste DN 200 bei 60 m³/h, H_{VR2} = 1,68 m / 1000 m
- Verluste DN 100 bei 60 m³/h, H_{VR3} = 59,26 m / 1000 m
- Verluste Druckfilter und Anlagentechnik = 5 m pauschal
- Förderhöhe, H_{man} = 355 + (800 x 0,55 + 5.350 x 1,68 + 108 x 59,26)/1000 + 5 – 217 = 159 m
- Anlagendruck bei Pumpenbetrieb, P = (217,0 + 159 – 308,0)/10 = 6,8 bar ohne Druckschwankungen

Der auf Basis dieser Werte seitens der Fa. der Fa. Andritz Hydro erstellte Einbauvorschlag beinhaltet eine U-Pumpe, 8“ – Permanent Magnet Synchronmotor, 4“ Druckstutzen mit 55 kW Motorleistung, FU – geregelt (siehe Anlage zu den Wassertechnischen Berechnungen: Datenblatt, Kennlinie).

3.3 Aufbereitung

Als Basis für die Planung der Aufbereitungstechnik dient die Trinkwasseranalyse mit wasserchemischer Berechnung der AGROLAB-Labor GmbH vom 31.03.2015, welche im Rahmen des Pumpversuches der hydrogeologischen Standortuntersuchung angefertigt wurde. Es wurde jeweils eine Probe in der Mitte und am Ende des 5-tägigen Pumpversuches genommen und untersucht. Die Messwerte weichen dabei nur unwesentlich voneinander ab.

Rohwassertyp:

- pH = 7,2 – 7,3
- NH4 = 0,12 mg/l
- Fe (II) = 0,77 - 0,67 mg/l
- Mn (II) = 0,021 - 0,017 mg/l



Eine weitere, aktuellere Trinkwasseranalyse wurde seitens der VdL gemäß Besprechung am 23.06.2017 als nicht erforderlich erachtet (siehe separat versendetes Besprechungsprotokoll).

Bewertung gemäß DVGW – Lehr- und Handbuch Wasserversorgung, Wasseraufbereitung – Grundlagen und Verfahren, Enteisung / Entmanganung:

- Kurzcharakteristik: reduziertes Grundwasser
- Das Rohwasser ist in den Härtebereich „hart“ einzustufen und weist bei einer Säurekapazität bis $\text{pH}_{4,3}$ von ca. 5 mmol/l und einem Gehalt an freiem Kohlenstoffdioxid von ca. 30 mg/l leicht calcitabscheidende Eigenschaften auf. Maßnahmen zur pH-Wert-Korrektur/Stabilisierung sind nicht erforderlich.
- Der Eisengehalt überschreitet mit ca. 0,7 mg/l den Grenzwert der Europäischen Trinkwasserrichtlinie von 0,2 mg/l, der Grenzwert für Mangan von 0,05 mg/l wird mit ca. 0,02 mg/l eingehalten. Angestrebt wird jedoch eine wesentliche Unterschreitung der Grenzwerte, das Aufbereitungsziel für Eisen beträgt $< 0,02$ mg/l und für Mangan $< 0,01$ mg/l.

Empfohlene Aufbereitungsschritte:

- Be- und Entgasung
- Kontaktfiltration über Sandfilter

Gewähltes Verfahren:

Geschlossene Druckfilter als Einschiebfilter zur kombinierten Enteisung / Entmanganung mit vorgeschalteter Oxidationsschleife.

Begründung:

- Bewährtes Verfahren in kompakter Bauweise
- Das aufbereitete Wasser kann ohne Zwischenpumpwerk direkt zum jeweiligen Wasserturm gefördert werden
- Kein Kontakt zur Außenluft und damit geringere Gefährdung hinsichtlich Verschmutzung / Keime
- Kombinierte Enteisung / Entmanganung, da es sich um eine relativ kleine Aufbereitungsmenge mit relativ geringen Fe (II) und Mn (II) – Konzentrationen handelt (max. Filtergeschwindigkeit von 10 m/h ist für die gesicherte Fe – Mn – Entfernung einzuhalten)

Auslegung:

Da es sich um eine Wasseraufbereitungsanlage mit verhältnismäßig geringer Aufbereitungsmenge handelt, erfolgt die Filterbemessung anhand von allgemein anerkannten Erfah-



rungswerten und von Bemessungsdiagrammen gemäß -Arbeitsblatt W 223-2. Die Durchführung von Filterversuchen im Vorfeld wurde allgemein als unverhältnismäßig angesehen. Die Funktion der Anlage ist im Einfahrbetrieb nachzuweisen.

Bemessungsansätze:

- Die kombinierte Enteisung und Entmanganung in einem Einschichtfilter funktioniert erfahrungsgemäß betriebssicher bis zu einer Filtergeschwindigkeit von 10,0 m/h als Bemessungswert für die Filteroberfläche (allgemein bekannter Wert, bestätigt durch die Erfahrungswerte diverser Filtermaterialhersteller)
- Empirische Ansätze für die maximal zulässige Filtergeschwindigkeit als Grenzwert um einen ausreichenden Fe (II) und Mn (II) – Abbaugrad des gewählten Filtermaterials bei dem Einsatz für Einschichtfilter zu erreichen (siehe Anlage wassertechnische Berechnungen).

Ergebnisse:

Für die Auslegung der Anlage mit einer Aufbereitungsleistung von 60 m³/h waren verschiedene Alternativen angedacht, wobei sich eine zweistraßige Einschichtfilteranlage mit je Filter 30 m³/h Durchsatzmenge als die zu empfehlende Variante darstellte.

Begründung für die Empfehlung:

- Redundanz bei Wartungsarbeiten und / oder Filterspülung
- Möglichkeit der Filterspülung ohne separate Spülpumpe und zusätzlichem Vorlagebehälter (siehe folgendes Kapitel)
- Mehr Flexibilität bei der Aufbereitung hinsichtlich der Durchsatzmengen

Vor der Filtration zur Enteisung und Entmanganung ist das Wasser zur Sicherstellung eines für die Oxidation ausreichenden Sauerstoffgehaltes mit ca. 40 l Luft pro m³/h (40 x 60 = 3.600 l/h) zu belüften.

Filterabmessungen:

Bei einer Aufbereitungsleistung von 2 x 30 m³/h und einer vorgewählten Filtrationsgeschwindigkeit von ca. 10 m/h werden 2 Filter mit einem Durchmesser von 2.000 mm und einer zylindrischen Mantelhöhe von 3.000 mm benötigt.

Schüttung der Filter:

500 mm Freibord
2.300 mm Sand 1,0 – 1,6 mm (DIN EN 12904)
200 mm Kies als Tragschicht (DIN EN 12904)
zylindrische Mantelhöhe 3,00 m

Nach DVGW-Arbeitsblatt W 223-2 ergibt sich für das zur Verfügung stehende Rohwasser bei Anwendung der Bemessungshilfe Bild A.2a (siehe Anlage wassertechnische Berechnungen)



eine maximal zulässige Filtrationsgeschwindigkeit von ca. 18 – 19 m/h. Das heißt, dass selbst bei Ausfall eines Filters kurzzeitig die Gesamtmenge über einen Filter aufbereitet werden könnte. Für die Entmanganung von 0,02 auf < 0,01 mg/l ist dann zwar keine Sicherheit gegeben, dieser Zustand wäre aber zeitweise akzeptabel.

3.4 Anlagenkomponenten, Anlagenbetrieb und Filterspülung

Der Bohrbunnen mit TWA Tubishaff besteht aus den folgenden Hauptkomponenten (siehe Zeichnung R/I – Schema G4):

- Brunnenpumpe $Q = 60 \text{ m}^3/\text{h}$, FU – geregelt mit MID und E-Klappe
- Kompressor (ölfrei) zur Oxidation mit Oxidationsschleife, $Q = 3.600 \text{ l/h}$
- 2 Druckfilter DIN 19605, Zulaufmengenregulierung mit MID und geregelten E-Klappen
- Rohrleitungstechnik aus Edelstahl, DN 125 für Roh-, Trink- und Spülwasser, DN 80 für Spülluft, DN 300 für Spülabwassersammelleitung
- Anlagentechnik Druckfilter, Roh- und Trinkwasserleitungen ausgelegt auf max. Betriebsdruck 6,8 bar zzgl. Druckschwankungen rd. 1 bar.
- Spülluftgebläse (ölfrei), $Q = 190 \text{ m}^3/\text{h}$
- Membran-Ausdehnungsgefäß zur Druckstoßminimierung
- Wasserwerksaustritt mit Abgang zum Wasserturm Gasperich und zum Wasserturm Tubishaff mit jeweils einem MID und einer E-Klappe

Regelbetrieb:

Im Regelbetrieb fördert die Brunnenpumpe möglichst durchgehend in die TWA und es werden beide Druckfilter gleichmäßig 50/50 mit dem Rohwasser beaufschlagt, geregelt durch die MID's mit E-Klappen im Zulaufbereich der Filter. Während der Filterbeaufschlagung erfolgt vor den Filtern die Belüftung des Rohwassers durch einen ölfreien Kompressor mit einer auf 3.600 l/h gedrosselten Fördermenge. Die Vermischung des Sauerstoffs erfolgt mittels eines statischen Mischers in der Zulaufleitung und in der darauffolgenden Passage der Oxidationsschleife.

Während der Passage der Druckfilter erfolgt der Fe (II) und Mn (II) – Abbau in der Einsicht-filterschicht. Das aufbereitete Wasser wird nach der Filterpassage unmittelbar in Richtung des jeweiligen Wasserturms (Gasperich oder Tubishaff) gepumpt. Bei der Auslegung der Anlagenteile sind daher ein Betriebsdruck von rd. 6,8 bar und unvermeidbare Druckschwankungen zu berücksichtigen. Die Auslegung des Membran-Ausdehnungsgefäßes erfolgt im Rahmen der Entwurfsplanung im Zuge einer Druckstoßberechnung.



Filterspülung:

In noch festzulegenden Zeitabständen und/oder bei zu hohen Filterwiderständen erfolgt eine Filterspülung von Hand oder automatisiert. Die Spülung der Filter erfolgt nach dem Prinzip der sogenannten 3-Phasen-Spülung.

1. ca. 3 – 5 Minuten Luftspülung, Luftgeschwindigkeit ca. 60 m/h
2. ca. 5 – 10 Minuten kombinierte Luft und Wasser.Spülung, Luftgeschwindigkeit ca. 60 m/h, Wassergeschwindigkeit ca. 10 m/h
3. ca. 10 Minuten Wasserspülung, Wassergeschwindigkeit mindestens ca. 25 m/h

Damit auf eine Spülpumpe mit Vorlagebehälter verzichtet werden kann, erfolgt die Filterspülung unter Ausnutzung des Förderdrucks der Brunnenpumpe.

Spülprogramm:

Phase 1: Luftspülung

Phase 2: Luft-/Wasserspülung

- Benötigter Wasserstrom in Phase 2: ca. 30 m³/h bei einer Wassergeschwindigkeit von 10m/h.
- Gespült wird Filter 1 mit aufbereitetem Wasser aus Filter 2.
- Gespült wird Filter 2 mit aufbereitetem Wasser aus Filter 1.

Phase 3: Wasserspülung

- Benötigter Wasserstrom in Phase 3: ca. 80 m³/h bei einer Wassergeschwindigkeit von 25m/h. (maximale Beaufschlagung je Filter ist 60 m³/h!)
- Gespült wird Filter 1 mit aufbereitetem Wasser aus Filter 2 (~60 m³/h) + Teilstrom Rohwasser (~20 m³/h)
- Gespült wird Filter 2 mit aufbereitetem Wasser aus Filter 1 (~60 m³/h) + Teilstrom Rohwasser (~20 m³/h)

Die teilweise Rückspülung mit Rohwasser ist nötig, damit die maximal zulässige Filtrationsgeschwindigkeit von ca. 18 – 19 m/h im nicht gespülten Filter während der Spülung nicht überschritten wird. Während der gesamten Spülung sind die Klappen im Wasseraustritt geschlossen.

Das Spülabwasser wird in der Aufbereitungsanlage mittels geschlossener Kanäle gesammelt und aus dem Gebäude geführt bis zum Anschluss an einen bestehenden Schmutzwasserkanalschacht auf dem Betriebsgelände.

Eine regelmäßige Desinfektion des hier geförderten Rohwassers ist nicht erforderlich. Zur Absicherung wird eine Anschlussstelle für eine mobile Chlordosierung vorgesehen.



3.5 Bauwerk

Lage, Grundriss, Höhe:

Der bestehende Bohrbrunnen bildet einen Zwangspunkt für die Lage der Anlagen- und Bautechnik, da der Brunnenabschluss innerhalb des neuen Gebäudes der TWA liegen soll. Zur Unterbringung der Anlagen- und Elektrotechnik ist ein Bauwerksgrundriss mit den Innenabmessungen $B \times L = 10,0 \times 11,0$ m erforderlich. Der Mindestabstand zwischen Bodenplatte und Unterkante Dachaufbau beträgt rd. 7,25 m, damit die Druckfilter zzgl. oberen Arbeitsraum ohne Unterkellerung untergebracht werden können. Unter Berücksichtigung der bestehenden Bauwerke und Leitungen auf dem Betriebsgelände ist die Lage des neuen Gebäudes auf dem Gelände nur geringfügig im Bereich des Bohrbrunnens variabel (siehe Lageplan G1). Die Zuwegung zum Eingangstor des Bauwerkes erfolgt ausgehend von der bestehenden Zufahrt auf dem Betriebsgelände.

Architektur:

Ausgehend von den aufgrund der Funktion mindestens erforderlichen Grundmaßen waren die Formgebung des Bauwerkes und die Fassadengestaltung zu entwickeln. Zielsetzung war es, dem bestehenden Wasserturm mit Natursteinaußenwand und einer Architektur aus den 30er Jahren als Kontrast eine eher geradlinigere Architektur entgegenzusetzen ohne die Funktionalität des neuen Bauwerkes zu kaschieren. Zur Außengestaltung des Bauwerks wurden mehrere Varianten entwickelt, welche von einem Kubus als Grundform ausgingen. Gewählt wurde in Übereinstimmung mit der VdL die als Anlage 1 beigefügte Variante 6 mit den folgenden maßgeblichen Merkmalen:

- Flachdach, Kubus
- Außenfassade als Sichtbeton in Kombination mit teilweiser Holzverkleidung aus Douglasie
- Lichtband oben horizontal durchgehend auf der Nord- und Westseite und als Abschluss vertikal an der Ecke West- und Südseite
- Sektionaltor Nordseite mit darüber liegender Glasfassade

(siehe Fassadengestaltung)

Baukonstruktion

Die konstruktive Umsetzung der gewählten Bauwerksgestaltung erfolgt mit den folgenden Komponenten (siehe Plan G3, die Maße sind auf Basis von Erfahrungswerten angenommen und müssen im Rahmen der Tragwerksplanung überprüft werden):

- Bodenplatte $d = 30$ cm mit umlaufendem Fundamentstreifen $b \times h = 50 \times 80$ cm



- Vertiefung $t = 60$ cm im Bereich der Schaltwarte zur Aufnahme eines Doppelbodens für die Kabelinstallation
- Tragende Außenwände $d = 30$ cm aus Stahlbeton
- Wärmedämmung ca. 10 cm
- Außenschale $d = 20$ cm aus Ortbeton in Sichtbetonausführung
- Teilbereiche mit Holzverkleidung, Douglasie
- Unterzüge 40×40 cm, 10,0 m Spannweite
- Filigrandecke mit Elementen $L = 3,50$ m, $d =$ ca. 6 cm auf den Unterzügen mit 8 cm Aufbeton
- Flachdachaufbau mit Wärmedämmung und Abdichtung, Attika

3.6 EMSR - Technik

Die Planung der EMSR – Technik erfolgt separat durch das Ingenieurbüro Charles Spedener, Selscheid.

Hauptbestandteile EMSR-Technik:

1.	Durchflussmesseinrichtungen, pH-Messung, Trübungsmessung, elektr. Manometer, Höhenstände, Strömungswächter und Sonden
2.	Schaltschrank, NS-Haupteinspeisung, USV, Überspannungsschutz, Motor- und Aggregatsteuerungen, Frequenzumrichter, ...
3.	CPU, SPS, OP, PC, Monitor, Drucker, Modem, Störmeldegerät, Leitsystem, Programmierung und Visualisierung
4.	Beleuchtung, Steckdosen, Heizungen, Blitzschutz, Potenzialausgleich, elektrische Verkabelung, Lüftungs- und Trocknungseinrichtungen Gebäudeüberwachung
5.	Prüfung, Inbetriebnahme, Dokumentation

Die Planungsergebnisse sind hinsichtlich der erforderlichen Schaltschrankgröße und –anzahl, der Kabeltrassen, der Kabelleerrohre etc. im Rahmen der Entwurfs- und Ausführungsplanung des Bauwerkes aufeinander abzustimmen.



4. BESTANDTEILE DER GENEHMIGUNGSPLANUNG

- 1 Erläuterungsbericht
- 2 Wassertechnische Berechnungen
- 3 Pläne
- 4 Anlage 1: Antragsunterlagen zur wasserrechtlichen Genehmigung

5. UNTERZEICHNUNG

Entwurfsverfasser:

Diekirch, Juli 2018

.....

Dipl.-Ing. Guido Kuß

Berg & associés S.A R.L.



MODELLEINSATZ ZUR GRUNDWASSERBEWIRTSCHAFTUNG

**Untersuchungen zu den möglichen Fassungsanlagen
„Tubishof“ und „Cloche d’Or“**

Björnsen Beratende Ingenieure GmbH
Maria Trost 3 · 56070 Koblenz
Telefon 0261 8851-0 · Telefax 0261 805725

Juli 2016
LG/li2 2010168.40

Inhaltsverzeichnis

Erläuterungsbericht	Seite
1 Veranlassung / Aufgabenstellung	1
2 Modelleinsatz / Rechenfälle	1
2.1 Ausgangsrechenfall	1
2.2 Rechenfall „Tubishof“	2
2.3 Rechenfall „Cloche d’Or“	4
3 Zusammenfassung	5

Anlagen

1	Übersichtskarte
2	Grundwasserströmung
2.1	Ausgangsrechenfall
2.2	Rechenfall „Tubishof“
2.3	Rechenfall „Cloche d’Or)
3	Grundwasserstandsdifferenzen
3.1	Rechenfall „Tubishof“
3.2	Rechenfall „Cloche d’Or)
4	Modelldatendokumentation
4.1	Modellbilanzen
4.2	Quellschüttungen
4.3	Wasserstände

Verwendete Unterlagen

- [1] Administration de la Gestion de l’Eau,
 Syndicat des Eaux du Barrage d’Esch-sur-Sure,
 Syndicat des Eaux du Sud,
 Ville de Luxembourg (Hrsg.)
 Grundwassermanagementplan Luxemburger Sandstein
 Koblenz, September 2010
 Verfasser: Björnsen Beratende Ingenieure GmbH

1 Veranlassung / Aufgabenstellung

Die Stadt Luxemburg plant im Bereich südwestlich bis südlich des Stadtgebietes die Entnahme von Grundwasser für die Bereitstellung zur öffentlichen Trinkwasserversorgung. Mögliche Brunnenstandorte für die geplante Grundwasserentnahme bilden die Standorte der Versuchsbohrungen Cloche d’Or (FRE-1-16) sowie Tubishof (FRE-1-30).

Im Rahmen der Erstellung des Grundwassermanagementplanes für den Luxemburger Sandstein [1] wurde der für die geplanten Entnahmen vorgesehene Bereich bereits als möglicher Bereich für die Errichtung neuer Gewinnungsanlagen bzw. für zusätzliche Entnahmen aus dem Luxemburger Sandstein ausgewiesen.

Mit den in diesem Bericht dokumentierten Untersuchungen waren die Auswirkungen der geplanten Grundwasserentnahme sowie das Einzugsgebiet für die beiden favorisierten Brunnenstandorte Cloche d’Or und Tubishof mit Hilfe des bestehenden numerischen Grundwasserströmungsmodells zu ermitteln. Für die Berechnungen wurde dabei von einer geplanten mittleren Entnahmerate von 50 m³/h ausgegangen.

2 Modelleinsatz / Rechenfälle

Eingesetzt wurde das im Rahmen des Grundwassermanagementplanes [1] aufgebaute numerische Grundwasserströmungsmodell. Das eingesetzte Modell wurde für die Bearbeitung von Fragestellungen zur großräumigen Grundwasserbewirtschaftung im Luxemburger Sandstein aufgebaut. Es ist damit für die Bearbeitung der hier vorliegenden Fragestellung sehr gut geeignet.

Einzelheiten zum Modellaufbau, zur stationären und instationären Modellanpassung sowie zur Modellvalidierung wurden im Rahmen des Grundwassermanagementplanes ausführlich dokumentiert. Aus diesem Grund wird an dieser Stelle auf eine weitere Modelldokumentation verzichtet. Nur bei den Entnahmen wurden gegenüber dem Zustand der Modellanpassung einige Änderungen vorgenommen um die aktuellen bzw. zukünftig erwarteten Verhältnisse möglichst gut abzubilden. Diese Veränderungen der Entnahmemengen werden im Folgenden für die einzelnen Rechenfälle gesondert erläutert.

2.1 Ausgangsrechenfall

Für den Ausgangsrechenfall wurde im Modellraum wie für die Modellanpassung die mittlere Grundwasserneubildung von rd. 3,66 l/s·km² (3.627 l/s für den gesamten Modellraum) angesetzt. Auch die Zu- (10,1 l/s) und Abstrommengen (7,3 l/s) über die Modellränder hinweg blieben gegenüber der Modellanpassung unverändert.

Für die Berechnungen zum Ausgangsfall wurden im Modellraum die im Folgenden aufgeführten Entnahmen angesetzt. Diese entsprechen bis auf wenige Ausnahmen dem Zustand der Modellanpassung. Der wichtigste Unterschied zum Zustand der Modellanpassung besteht darin, dass die aktuell nicht mehr betriebenen Fassungen Koerich und Luxlait außer Betrieb genommen wurden.

- Trois Ponts (Σ 58,8 l/s)
 - o TP-15-1 (19,7 l/s)
 - o TP-15-2 (11,8 l/s)
 - o TP-15-3 (8,8 l/s)
 - o TP-15-4 (9,9 l/s)
 - o TP-15-5 (8,6 l/s)
- Scheidhof (Σ 45,0 l/s)
 - o SH-15-1 (5,3 l/s)
 - o SH-15-2 (5,9 l/s)
 - o SH-15-3 (20,9 l/s)
 - o SH-15-4 (12,9 l/s)
- Rehberg (Σ 16,1 l/s)
- Bichel (8,6 l/s)
- Bascharage (3,0 l/s)
- Sidor (1,85 l/s)
- Summe der sonstigen Kleinrentnehmer (Σ 0,8 l/s)
- Koerich => außer Betrieb
- Luxlait 1 und 2 => außer Betrieb

Die Ergebnisse der Berechnungen für den Ausgangsrechenfall sind in Form eines Grundwassergleichplanes in der Anlage 2.1 dargestellt. Die Modellbilanz für diesen Rechenfall ist der Anlage 4.1 zu entnehmen. Darüber hinaus sind in den Anlagen 4.2 und 4.3 die berechneten Schüttungen umliegender Quellgruppen sowie die berechneten Wasserstände an umliegenden Brunnen als Vergleichswerte für die beiden folgenden Rechenläufe mit zusätzlichen Entnahmen dokumentiert.

2.2 Rechenfall „Tubishof“

Für den Rechenfall „Tubishof“ wurden im Unterschied zum Ausgangsrechenfall an der Fassung Tubishof (FRE-1-30) im Luxemburger Sandstein stationäre Entnahmen in Höhe von 50 m³/h (438.300 m³/a) angesetzt.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Form eines Grundwasserströmungs- bzw. Grundwassergleichenplanes in der Anlage 2.2 dargestellt. Der Zustrom zur Fassung Tubishof erfolgt auf den letzten rd. 3 km aus südsüdwestlicher Richtung. Für diese letzten rd. 3 km liegen die berechneten Fließzeiten bei rd. 100 Jahren. Im weiteren Zustrom wird eine Anströmung sowohl aus östlicher wie auch aus westlicher Richtung berechnet. Dabei wird im westlichen Anstrom das Einzugsgebiet des Brunnens Sidor durch das Einzugsgebiet des Brunnens Tubishof umschlossen. Der weitere östliche Zustrom erfolgt aus dem schmalen Bereich zwischen der Gewinnung Scheidhof und dem Syrtal. Bei der berechneten Grundwasserströmung ist anzumerken, dass diese auf Grund der Anisotropie des Grundwasserleiters nicht genau dem größten Potentialgefälle folgt.

In der Anlage 3.1 sind die für den Rechenfall Tubishof berechneten Grundwasserstandsdifferenzen im Vergleich zum Ausgangszustand ohne die Entnahmen an der Fassung Tubishof in Form eines Differenzenplanes dargestellt. Im Bereich des Brunnens Tubishof ergeben sich die größten Absenkungen mit Werten etwas über 4 m. Entsprechend der im Modell berücksichtigten Hauptklufttrichtung erstrecken sich die von der Entnahme hervorgerufenen Grundwasserstandsänderungen vor allem in Südwest-Nordost-Richtung. In Richtung des bedeckten Luxemburger Sandsteins reichen die berechneten Grundwasserstandsänderungen $> 0,25$ m bis zu der über 18 km entfernt liegenden südlichen Grenze des Grundwassermodells. Im unbedeckten Luxemburger Sandstein ist die Reichweite der Absenkung deutlich kleiner. Grundwasserstandsänderungen $> 0,25$ m werden bis maximal rd. 3,5 km nordöstlich der Fassung beobachtet.

Im Vergleich zum Ausgangsrechenfall werden mit den Entnahmen an der Fassung Tubishof an den umliegenden Fassungen nur sehr moderate Grundwasserstandsabsenkungen berechnet. Die höchsten Absenkungen werden in Richtung des bedeckten Luxemburger Sandsteins am Brunnen Sidor mit rd. 1,1 m berechnet. Für die im Bereich des unbedeckten Luxemburger Sandsteins bzw. in Nähe der Verbreitungsgrenze der Bedeckung befindlichen Brunnen Luxlait, Bichel und Scheidhof werden im Vergleich zum Ausgangsrechenfall nur geringe Grundwasserstandsabsenkungen zwischen 0,09 und 0,18 m berechnet (siehe auch Anlage 4.3).

Auch bei den Quellschüttungen werden durch die Inbetriebnahme der Fassung Tubishof nur geringe Auswirkungen berechnet. An der Quellgruppe Mühlenbach werden mit rd. 2,85 % Schüttungsrückgang noch die größten Auswirkungen erwartet. Für alle anderen Quellgruppen werden nur sehr geringe Auswirkungen $< 1\%$ berechnet. Auch die Bilanzen für den Modellraum (siehe Anlage 4.1) zeigen, dass die zusätzlichen Entnahmen aus der Fassung Tubishof (rd. 13,9 l/s) nur zu einem geringen Teil (1 l/s) zu einer Verminderung der Quellschüttungen (Drain) und zum überwiegenden Teil (12,9 l/s) zu einer Verminderung des Abstroms zu den Gewässern führt.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass die geplante Fassung Tubishof sich in einem Bereich befindet über den bislang nicht genutzte Teile des natürlichen Grundwasserdargebotes ungenutzt der Alzette zufließen. Aus diesem Grund entsteht durch diese Lage der geplanten zusätzlichen Entnahmen keine direkte Konkurrenzsituation zu anderen bereits bestehenden Gewinnungsanlagen. Die berechneten Grundwasserstandsänderungen erstrecken sich vor allem über den Bereich des bedeckten Luxemburger Sandsteins. Dort sind keine Auswirkungen auf grundwasserstandsabhängige Ökosysteme zu erwarten.

2.3 Rechenfall „Cloche d'Or“

Für den Rechenfall „Cloche d'Or“ wurden im Unterschied zum Ausgangsrechenfall an der Fassung Cloche d'Or (FRE-1-16) im Luxemburger Sandstein stationäre Entnahmen in Höhe von 50 m³/h (438.300 m³/a) angesetzt.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Form eines Grundwasserströmungs- bzw. Grundwassergleichenplanes in der Anlage 2.3 dargestellt. Der Zustrom zur Fassung Cloche d'Or erfolgt auf den letzten rd. 3 km aus südlicher bis südöstlicher Richtung. Für diese letzten rd. 3 km liegen die berechneten Fließzeiten bei rd. 100 Jahren. Im weiteren Zustrom wird eine Anströmung aus östlicher bis nordöstlicher Richtung berechnet. Der weitere Zustrom erfolgt aus dem schmalen Bereich zwischen der Gewinnung Scheidhof und dem Syrtal. Auch für diesen Rechenfall folgt die berechnete Grundwasserströmung auf Grund der Anisotropie des Grundwasserleiters nicht genau dem größten Potentialgefälle.

In der Anlage 3.2 sind die für den Rechenfall Cloche d'Or berechneten Grundwasserstands differenzen im Vergleich zum Ausgangszustand ohne die Entnahmen an der Fassung Cloche d'Or in Form eines Differenzenplanes dargestellt. Im Bereich des Brunnens Cloche d'Or ergeben sich die größten Absenkungen mit Werten etwas über 4 m. Wie beim Rechenfall für die Fassung Tubishof erstreckt sich der Absenkungsbereich vor allem entlang der Hauptklufttrichtung, wobei die größere Reichweite unter dem bedeckten Luxemburger Sandstein in südwestliche Richtung beobachtet wird. In Richtung des bedeckten Luxemburger Sandsteins reichen die berechneten Grundwasserstandsänderungen > 0,25 m ebenfalls bis zu der über 18 km entfernt liegenden südlichen Grenze des Grundwassermodells. Im unbedeckten Luxemburger Sandstein werden Grundwasserstandsänderungen > 0,25 m bis zu dem rd. 5 km entfernt liegenden Brunnen Bichel berechnet.

Im Vergleich zum Ausgangsrechenfall werden mit den Entnahmen an der Fassung Cloche d'Or an den umliegenden Fassungen nur sehr moderate Grundwasserstandsabsenkungen berechnet. Die höchsten Absenkungen werden in Richtung des bedeckten Luxemburger Sandsteins am Brunnen Sidor mit rd. 1,5 m berechnet. Für die im Bereich des unbedeckten Luxemburger Sandsteins bzw. in Nähe der Verbreitungsgrenze der Bedeckung befindlichen

Brunnen Luxlait, Bichel und Scheidhof werden im Vergleich zum Ausgangsrechenfall nur geringe Grundwasserstandsabsenkungen zwischen 0,13 und 0,25 m berechnet (siehe auch Anlage 4.3).

Auch bei den Quellschüttungen werden ähnlich wie bei der Entnahme aus der Fassung Tubishof nur geringe Auswirkungen der Inbetriebnahme der Fassung Cloche d'Or berechnet (siehe Anlage 4.2). Die höchsten Auswirkungen werden mit einem Rückgang um rd. 2,7 % für die Quellgruppe Mühlenbach berechnet. Auch an den Quellen im Syrtal (1,65 %) und der Quelle Pulvermühle (1,55 %) werden noch geringe Rückgänge der Quellschüttungsmengen berechnet. Für alle anderen Quellgruppen werden nur geringe Änderungen von < 0,1 % berechnet. Die Bilanzen für den Modellraum (siehe Anlage 4.1) zeigen, dass die zusätzlichen Entnahmen (rd. 13,9 l/s) nur zu einem geringen Teil (1,4 l/s) zu einer Verminderung der Quellschüttungen (Drain) und zum überwiegenden Teil (12,4 l/s) zu einer Verminderung des Abstroms zu den Gewässern führt.

Grundsätzlich ist auch für die Fassung Cloche d'Or festzustellen, dass sich die geplante Fassung in einem Bereich befindet über den bislang nicht genutzte Teile des natürlichen Grundwasserdargebotes ungenutzt der Alzette zufließen. Aus diesem Grund entsteht durch diese Lage der geplanten zusätzlichen Entnahmen keine direkte Konkurrenzsituation zu anderen bereits bestehenden Gewinnungsanlagen. Die berechneten Grundwasserstandsänderungen erstrecken sich vor allem über den Bereich des bedeckten Luxemburger Sandsteins. Dort sind keine Auswirkungen auf grundwasserstandsabhängige Ökosysteme zu erwarten. Tendenziell sind jedoch die Auswirkungen auf Wasserspiegel benachbarter Brunnen sowie auf die Schüttungen benachbarter Quellgruppen bei der Fassung Cloche d'Or etwas größer als bei der Fassung Tubishof.

3 Zusammenfassung

Für beide berechneten Szenarien ist festzustellen, dass die Gewinnungsanlagen so positioniert sind, dass sie überwiegend einen Abstrom fassen, der bislang ungenutzt der Alzette zufließt. Aus diesem Grund ergeben sich nur geringe Auswirkungen durch die Inbetriebnahme der Fassungen auf benachbarte Quellgruppen. Auch eine direkte Konkurrenzsituation der geplanten Entnahmen auf benachbarte Gewinnungen ist nicht gegeben.

Die auf die geplanten Entnahmen zurückzuführenden Grundwasserstandsabsenkungen erstrecken sich in erster Linie auf den Bereich des bedeckten Luxemburger Sandsteins. Dort sind keine Auswirkungen auf grundwasserstandsabhängige Ökosysteme zu erwarten. Die Absenkungen im Bereich des unbedeckten Luxemburger Sandsteins erstrecken sich überwiegend über Bereiche mit hohen Flurabständen. Auch dort sind keine Auswirkungen auf grund-

wasserstandsabhängige Ökosysteme zu erwarten. Nur im Bereich des Alzettetals und deren Nebentälern sind Auswirkungen auf naturschutzfachliche Belange denkbar. Auf Grund des stabilisierenden Einflusses der Gewässer in diesen Bereichen auf die oberflächennahen Grundwasserstände sollten jedoch auch die für diese Bereiche zu erwartenden Auswirkungen eher moderat sein.

Nennenswerte Grundwasserstandsänderungen an benachbarten Brunnen werden bei beiden Rechenfällen mit Werten von 1,1 m (Tubishof) bzw. 1,5 m (Cloche d'Or) nur für den Brunnen Sidor berechnet. An allen anderen Brunnen liegen die berechneten Grundwasserstandsänderungen bei $\leq 0,25$ m.

Die Bilanzdeckung der geplanten zusätzlichen Entnahmen (13,9 l/s) erfolgt zum überwiegenden Teil durch eine Verminderung der Abstrommengen zu den Oberflächengewässern. Quellschüttungen werden nur in einem geringen Umfang vermindert. Für den Rechenfall Tubishof wird ein Rückgang der Quellschüttungen in der Summe von 1,0 l/s und für den Rechenfall Cloche d'Or von 1,4 l/s berechnet.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass die geplanten Entnahmen aus Sicht einer nachhaltigen Grundwasserbewirtschaftung an beiden Standorten durchaus denkbar sind. Die zu erwartenden Auswirkungen auf die Wasserstände benachbarter Brunnen, auf die Quellschüttungen benachbarter Quellgruppen sowie auf die Grundwasserstände sind eher moderat. Auf Grund der insgesamt etwas geringeren berechneten Auswirkungen ergeben sich aus Sicht der Grundwasserbewirtschaftung leichte Vorteile für den Standort Tubishof.

Koblenz, im Juli 2016

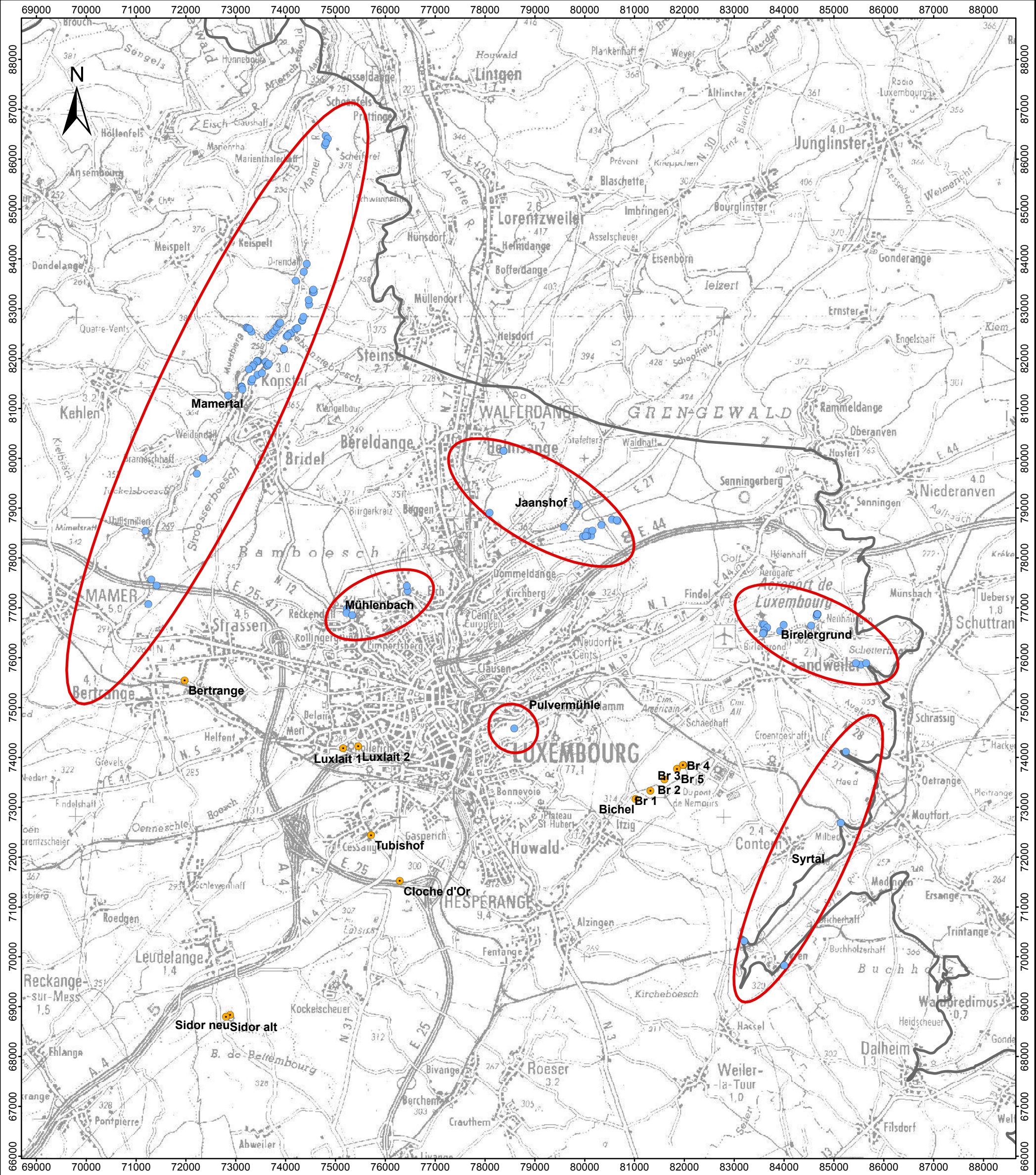
Björnsen Beratende Ingenieure GmbH

ppa.

i. A.

Dipl.-Geol. A. Bender

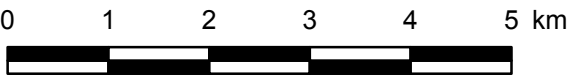
Dipl.-Geol. G. Lehmann



Zeichenerklärung

- Brunnen
- Quelle
- Quellgruppe
- Modellraumgrenze

Koordinatensystem: Luxembourg 1930 Gauss



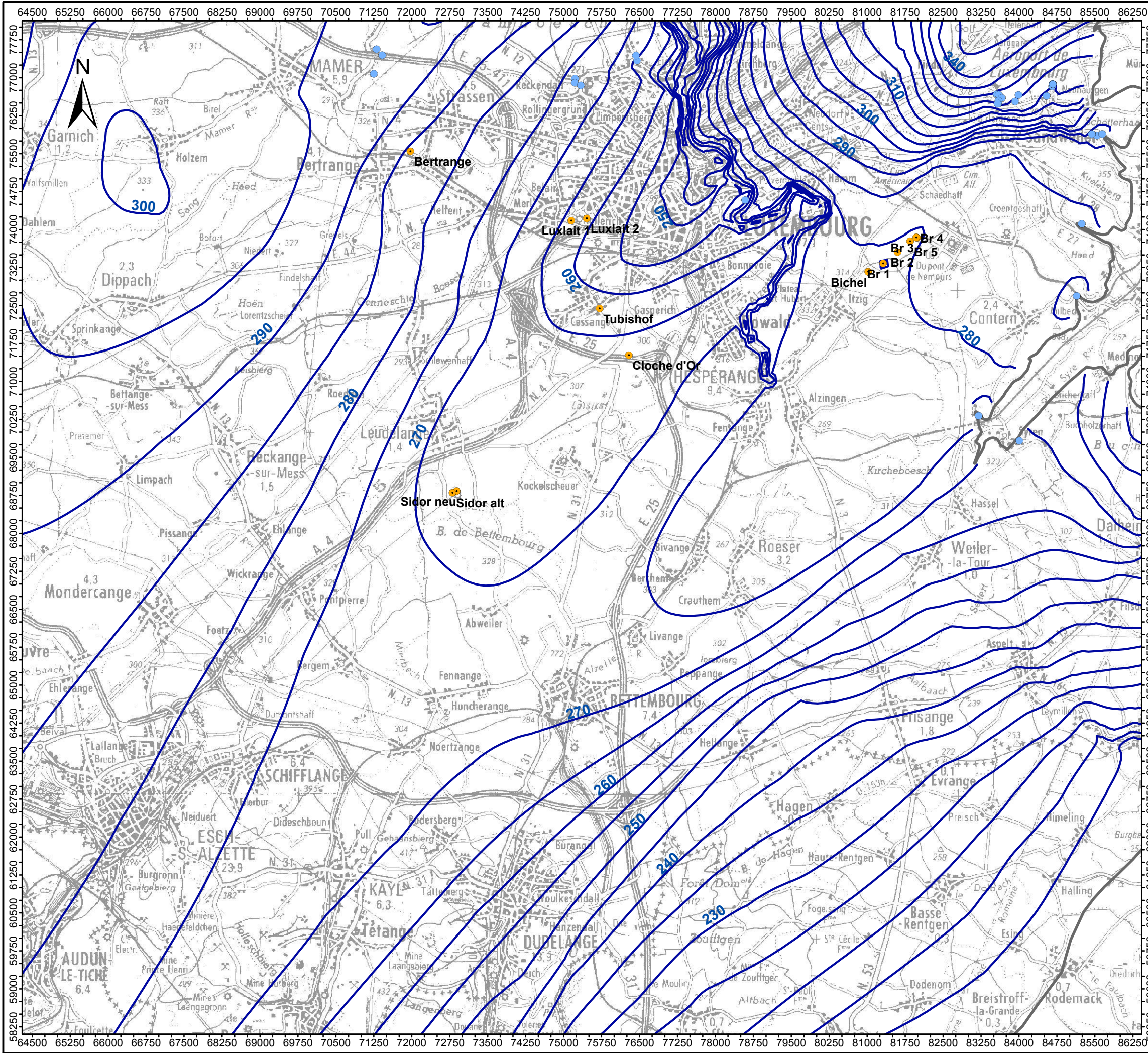
BCE

BJÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

Übersichtskarte

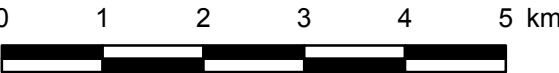
M.: 1:75.000	Juli 2016	li2 2010168.40
--------------	-----------	----------------

04.08.2016 Uhr: 08:33:04 Goldhorn 1:75.000
\\bce01.de\mas\l\21016840\doc\berb-2016-07\Anl_2_1_Ausgangsfall_Strömung.mxd



Zeichenerklärung

- Brunnen
- Quelle
- Grundwassergleichen
- Modellraumgrenze



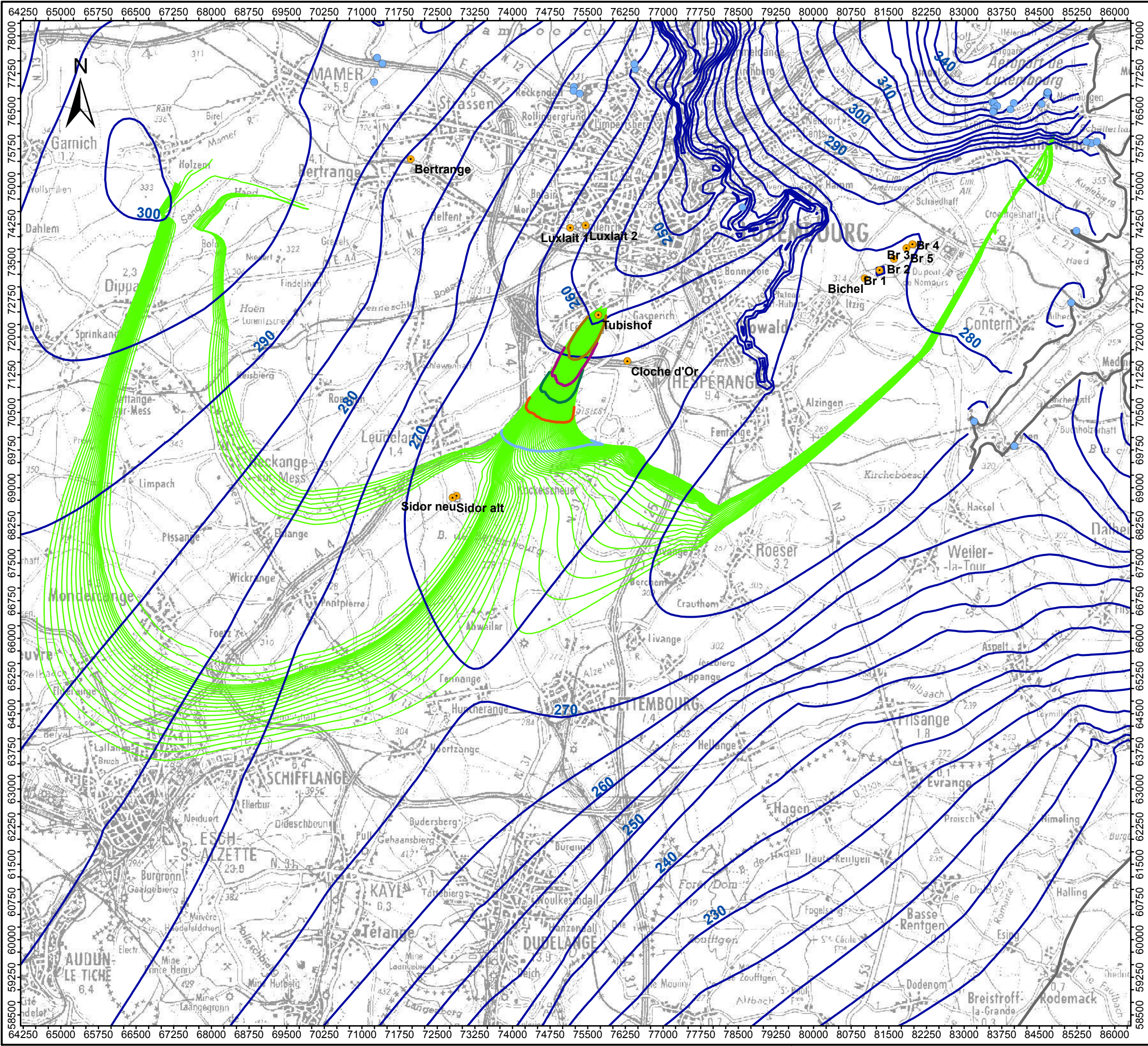
Koordinatensystem: Luxembourg 1930 Gauss

BIÖRNSSEN BERATENDE INGENIEURE

Ausgangsrechenfall
Grundwasserströmung

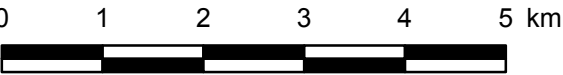
M.: 1:75.000	Juli 2016	li2 2010168.40
--------------	-----------	----------------

25.07.2016 Uhr: 10:35:45 glehmann 1:75.000
J:\I210168-40\doc\berb-2016-07\AnlAnl_2_2_Tubishof_Strömung.mxd



Zeichenerklärung

- Brunnen
- Quelle
- 10-Jahres-Isochrone
- 20-Jahres-Isochrone
- 30-Jahres-Isochrone
- 50-Jahres-Isochrone
- 100-Jahres-Isochrone
- Grundwassergleichen
- Bahnlinien
- Modellraumgrenze

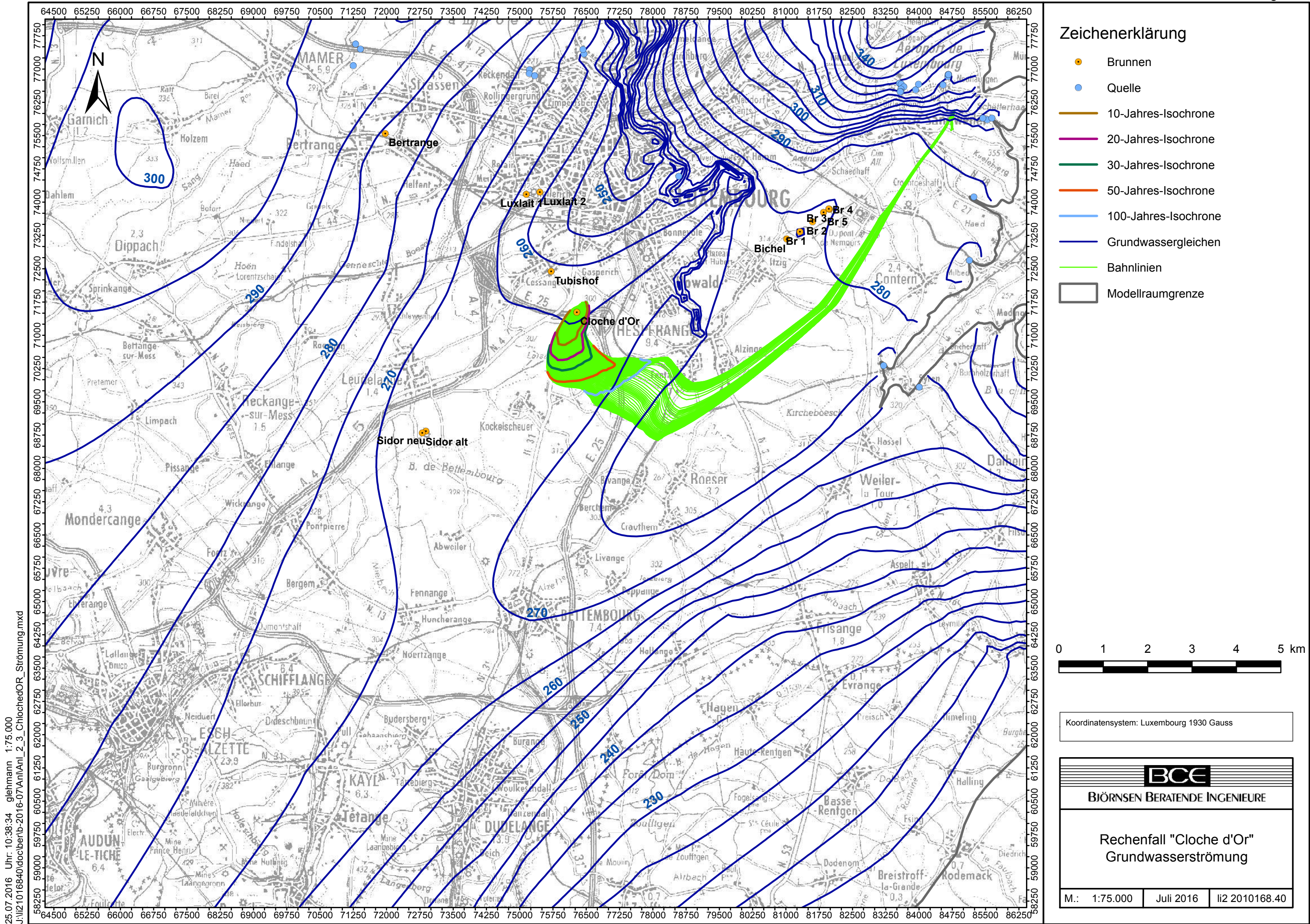


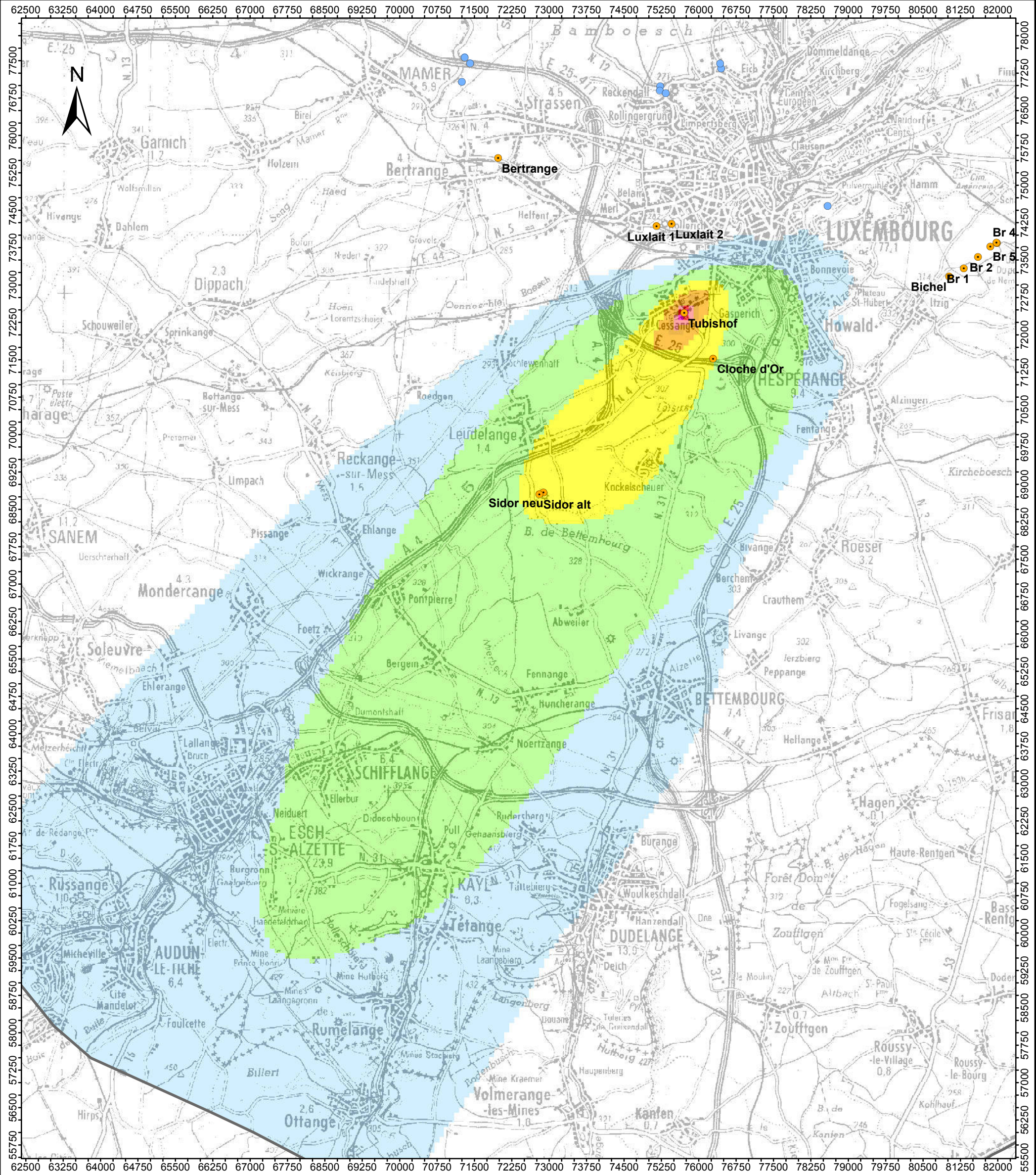
Koordinatensystem: Luxembourg 1930 Gauss

BCE
Björnsen Beratende Ingenieure

Rechenfall "Tubishof"
Grundwasserströmung

M.: 1:75.000 Juli 2016 li2 2010168.40



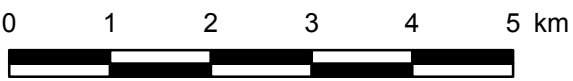


Zeichenerklärung

- Brunnen
- Quelle
- Modellraumgrenze

Grundwasserstandsdifferenzen

- < 0,25 m
- 0,25 - 0,50 m
- 0,50 - 1,0 m
- 1,0 - 1,5 m
- 1,5 - 2,0 m
- 2,0 - 2,5 m
- 2,5 - 3,0 m
- 3,0 - 3,5 m
- 3,5 - 4,0 m
- 4,0 - 4,5 m



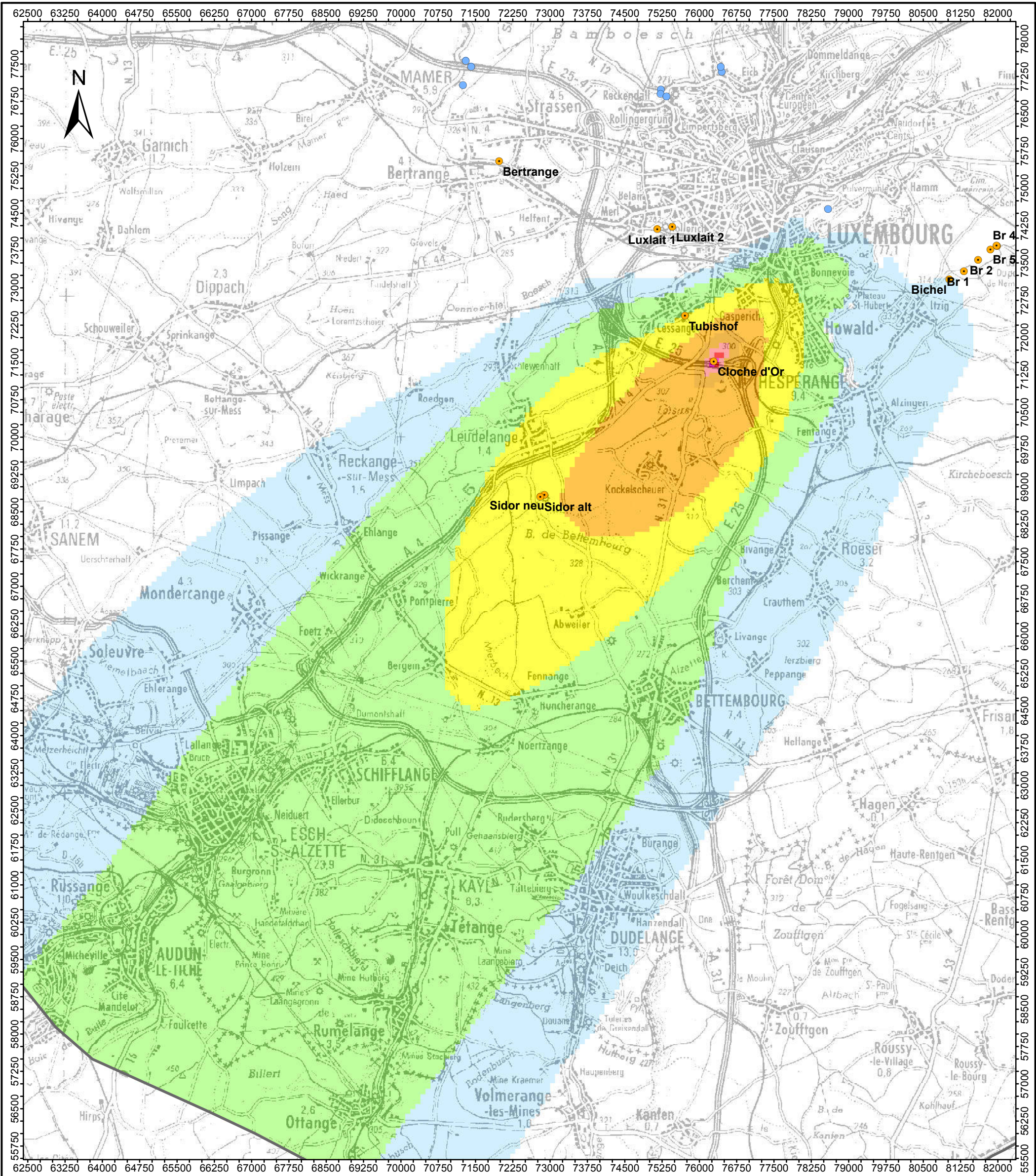
BJÖRNSSEN BERATENDE INGENIEURE

Rechenfall "Tubishof"
Grundwasserstandsdifferenzen

M.: 1:75.000

Juli 2016

li2 2010168.40

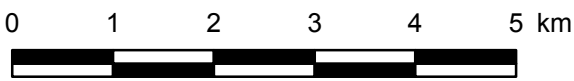


Zeichenerklärung

- Brunnen
- Quelle
- Modellraumgrenze

Grundwasserstandsdifferenzen

- < 0,25 m
- 0,25 - 0,50 m
- 0,50 - 1,0 m
- 1,0 - 1,5 m
- 1,5 - 2,0 m
- 2,0 - 2,5 m
- 2,5 - 3,0 m
- 3,0 - 3,5 m
- 3,5 - 4,0 m
- 4,0 - 4,5 m



BCE

BJÖRNSSEN BERATENDE INGENIEURE

Rechenfall "Cloche d'Or"
Grundwasserstandsdifferenzen

M.: 1:75.000

Juli 2016

li2 2010168.40

Modellbilanzen [l/s]

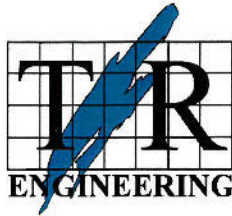
Bilanzgröße	Ausgangsrechenfall		Rechenfall "Tubishof"		Rechenfall "Cloche 'd Or"	
	Zustrom	Abstrom	Zustrom	Abstrom	Zustrom	Abstrom
Randzu-und Abstrom	10,1	7,3	10,1	7,3	10,1	7,3
Brunnen		133,9		147,8		147,8
Gewässer	138,2	2978,9	138,2	2966,0	138,2	2966,4
Drain/Quelle		655,2		654,2		653,8
Neubildung	3627,0		3627,0		3627,0	
Bilanzsumme	3775,3	3775,3	3775,3	3775,3	3775,3	3775,3

Quellschüttungen

Brunnen	berechnete Quellschüttungen [l/s]			berechnete Differenzen zum Ausgleichsrechenfall [%]	
	Ausgangsrechenfall	Rechenfall "Tubishof"	Rechenfall "Cloche 'd Or"	Rechenfall "Tubishof"	Rechenfall "Cloche 'd Or"
Mamertal	90,40	90,35	90,35	-0,06%	-0,06%
Jaanshof	47,51	47,50	47,49	-0,02%	-0,04%
Mühlenbach	15,09	14,66	14,68	-2,85%	-2,72%
Pulvermühle	12,93	12,81	12,73	-0,93%	-1,55%
Birelergrund	47,40	47,39	47,37	-0,02%	-0,06%
Syrtal	39,36	39,03	38,71	-0,84%	-1,65%

Wasserstände

Brunnen	für Modellnetzknotten berechnete Wasserstände [mNN]			berechnete Differenzen zum Ausgleichsrechenfall [m]	
	Ausgangsrechenfall	Rechenfall "Tubishof"	Rechenfall "Cloche 'd Or"	Rechenfall "Tubishof"	Rechenfall "Cloche 'd Or"
Luxlait 1	264,08	263,90	263,93	-0,18	-0,15
Luxlait 2	261,08	260,91	260,95	-0,17	-0,13
Sidor	267,80	266,74	266,33	-1,06	-1,47
Bichel	274,89	274,76	274,64	-0,13	-0,25
SH-15-1	266,39	266,28	266,17	-0,11	-0,22
SH-15-2	276,63	276,53	276,43	-0,10	-0,20
SH-15-5	277,93	277,83	277,74	-0,10	-0,19
SH-15-4	276,90	276,81	276,72	-0,09	-0,18
SH-15-3	276,90	276,81	276,72	-0,09	-0,18



Auftraggeber: VILLE DE LUXEMBOURG (VdL),
SERVICES DES EAUX

Inhalt: Bewertung der Ergebnisse der hyd-
rogeologischen Standorterkundung
Tubishaff (Bohrung FRE-1-30)

Aufgestellt: Juni 2015

BIESKE UND PARTNER GMBH

Gliederung

1	Allgemeine Situation und Aufgabenstellung	3
2	Planung und Durchführung der hydrogeologischen Standorterkundung	4
2.1	Standort	4
2.2	Erwartete Schichtenfolgen	6
2.3	Ziele der Erkundungsbohrung.....	7
2.4	Ablauf der Erkundungsmaßnahme	7
3	Ergebnisse der hydrogeologischen Standorterkundung	10
3.1	Erbohrtes Schichtenprofil	10
3.2	Geophysikalische Bohrlocherkundung	13
3.2.1	Umfang der Messungen	13
3.2.2	Ergebnisse der Bohrlochmessungen	15
3.2.2.1	Lithologie.....	15
3.2.2.2	Hydrodynamische Verhältnisse.....	16
3.3	Ausbau der Bohrung zur Grundwassermessstelle und Versuchsbrunnen	17
3.4	Pumpversuch	17
3.4.1	Durchführung des Pumpversuchs.....	17
3.4.2	Ergebnisse des Pumpversuchs	18
3.5	Hydrochemische Verhältnisse	20
4	Diskussion der wasserwirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten des erkundeten Standortes Tubishaff	22
5	Konzipierung eines Fassungsbauwerks	24
5.1	Grundsätze der Brunnendimensionierung	24
5.2	Entwurfdetails	25
5.3	Oberflächenabschluss	26
5.4	Zusammenstellung der Anforderungen an ein Fassungskonzept.....	27
6	Grobkostenschätzungen	28
7	Zusammenfassung	29
	Literaturhinweis	31

Erläuterungsbericht

zur Bewertung der Ergebnisse der hydrogeologischen Standorterkundung
Cessange-Tubishaff (Bohrung FRE-1-30)

1 Allgemeine Situation und Aufgabenstellung

Die Ville de Luxembourg (VdL), Services des Eaux beabsichtigt die Prüfung der Wassergewinnungsmöglichkeiten aus dem Luxemburger Sandstein im Bereich Cessange auf dem Gelände des Wasserturms Tubishaff zur Erhöhung des eigenen Gewinnungsdargebotes für die Schaffung von Redundanzen (Anlage 1, Abbildung 1).

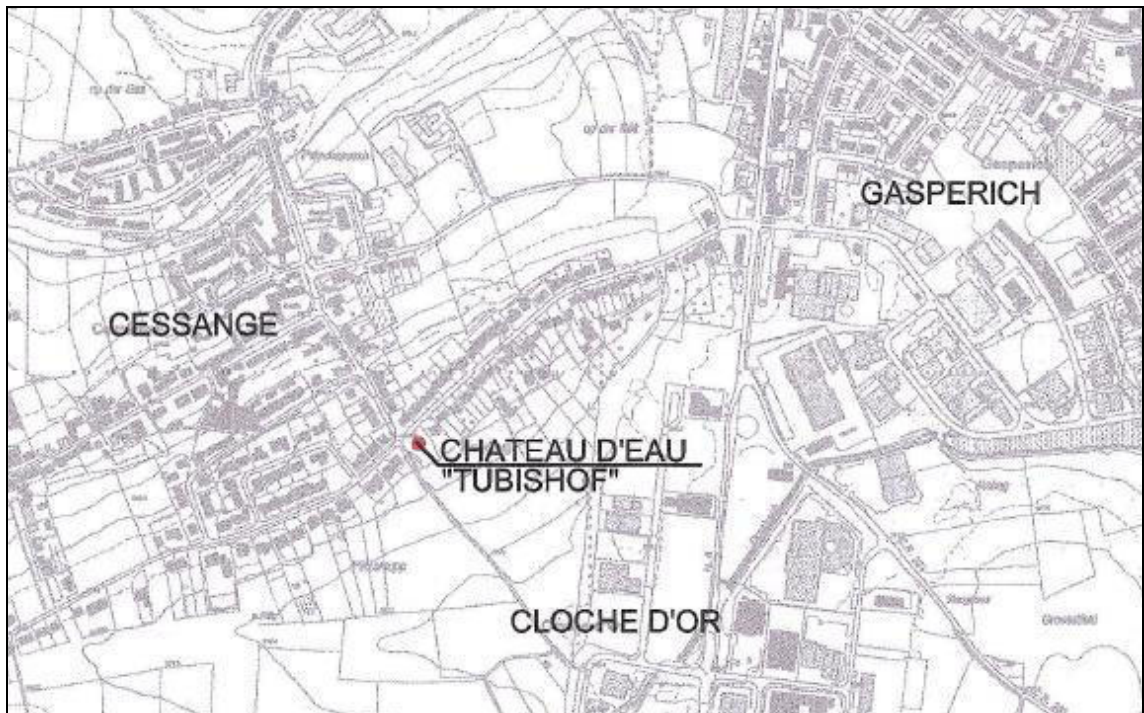


Abb. 1: Erkundungsstandort auf dem Grundstück des Wasserturms Tubishaff

Der Standort böte auch den Vorteil einer direkten Einspeisungsmöglichkeit in den Wasserturm als zentrales Verteilerorgan. Aufwendungen für den Bau einer Transportrohrleitung und Stromkosten für die Zuführung des Wassers aus weiter entfernten Gewinnungsgebieten würden entfallen.

Im Bereich Cessange ist der Luxemburger Sandstein von jüngeren Lias-Ablagerungen überdeckt und liegt als gespannter Grundwasserleiter vor. Vorliegende Ergebnisse aus Bohrungen und Brunnen im Umfeld von Cessange zeigen, dass die zu erwartenden Brunnenergiebigkeiten und die standörtliche Grundwasserbeschaffenheit nicht prognostizierbar sind und eine hohe standörtliche Variabilität aufweisen. Diese ist bedingt durch die unterschiedlichen Zerklüftungsgrade des Luxemburger Sandsteins und die Lage einer Bohrung in Relation zur Hauptkluftrichtung. Die genannten Bohrungen (ehemals LuxLait, Parkhaus Bouillon, Müllverbrennung Leudelange) weisen Brunnenleistungen zwischen 30 und 60 m³/h auf. Das Grundwasser aus dem Luxemburger Sandstein weist unterschiedliche Eisengehalte auf und kann lokal auch aufbereitungsbedürftig vor einer Nutzung zu Trinkwasserzwecken sein.

Durch eine Erkundungsbohrung bis in den Luxemburger Sandstein sollten in einem ersten Schritt die hydrogeologischen Standortfaktoren hinsichtlich ihrer Eignung für eine Grundwasserentnahme zu Trinkwasserzwecken nach qualitativen und quantitativen Aspekten untersucht werden.

Die Erkundungsergebnisse werden im vorliegenden Bericht im Hinblick auf die wasserwirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten am Standort Tubishaff bewertet. Dabei werden auch die notwendigen Baumaßnahmen für die Errichtung einer entsprechenden Wassergewinnungsanlage einschließlich Kostenschätzung genannt.

2 Planung und Durchführung der hydrogeologischen Standorterkundung

2.1 Standort

Der Standort der Erkundungsbohrung am Wasserturm Tubishaff in Cessange, Ecke Rue Kohlenberg / Rue Tubis wurde unter Berücksichtigung folgender Aspekte ausgewählt:

- Keine Berührung fremder Grundstücke. Das Grundstück mit dem Wasserturm befindet sich im Eigentum der VdL und bietet ausreichende Platzverhältnisse für die Einrichtung der schutzzonenrelevanten Abstände für einen möglichen Brunnen.
- Die hohe Mächtigkeit der den Luxemburger Sandstein überdeckenden Schichten bietet ein hohes Schutzpotential des Grundwasservorkommens.
- Ein Brunnen böte die Möglichkeit der direkten Einspeisung in den Wasserturm, so dass Aufwendungen für die Zuleitung des Wassers entfallen würden.
- Das Grundstück verfügt über gute, befestigte Zufahrtmöglichkeiten und ist eingezäunt.

Der Ansatzpunkt der Erkundungsbohrung befindet sich auf der südwestlichen Grundstückshälfte hinter dem Wasserturm (Abbildung 2). Das aufgeschüttete, ebene Gelände weist eine Höhe von ca. NN +308 m auf.



Abb. 2: Erkundungsstandort auf dem Grundstück des Wasserturms Tubishaff

2.2 Erwartete Schichtenfolgen

Der Luxemburger Sandstein (Kurzbenennung li2) als Zielhorizont der Erkundungsbohrung ist ein jurassischer Kluftgrundwasserleiter und stellt den größten Anteil des für die Wasserversorgung des Großherzogtums Luxemburg genutzten Grundwassers. Die stratigraphisch in den unteren Lias einzuordnende Formation besteht aus dickbankigen, karbonatisch zementierten Fein- bis Grobsandsteinen. Die tieferen Partien enthalten einzelne Mergelbänke bevor im Liegenden die Pylonotenschichten (li1) aus mergeligen Tonsteinen folgen. Der Luxemburger Sandstein liegt am Standort des Wasserturms Tubishaff unter einer mächtigen Überdeckung aus tonigen und kalkigen Mergeln sowie Mergelstein von jüngeren Lias-Formationen (li3-li4). Der dadurch gespannte Grundwasserspiegel des Luxemburger Sandsteins war bei ca. 40 m unter Gelände erwartet worden. Das im Vorfeld der Bohrarbeiten aus dokumentierten Bohrungen interpolierte Schichtenprofil ist in Tabelle 1 aufgelistet.

Tab. 1: Erwartendes Schichtenprofil

Tiefe [m unter Gelände]	Schichtenfolge
bis ca. 10 m	li4: Fossilarme Tone (tonige Mergel mit Kalkkonkretionen)
bis ca. 50 m	li3: Mergel und Kalke von Strassen (graue „Mergel, Mergelstein und fossilreiche Kalkbänke)
bis ca. 150 m	li2: Luxemburger Sandstein (grau-blauer Sandstein mit kalkigem Bindemittel)
im Liegenden	li1: Pylonotenschichten (dunkle Tone und Mergel)

Die Grundwasserneubildung im Luxemburger Sandstein erfolgt hauptsächlich über Zuflüsse aus den ungespannten und unbedeckten Sandsteinarealen nordöstlich einer Linie Mondorf im Süden – Luxemburg-Stadt und Steinfort im Nordwesten. Ferner über Aussickerungen aus den überlagernden Schichten und wechselnden In- und Exfiltrationsprozessen aus Oberflächengewässern.

Für die Erkundungsbohrung wurde eine Tiefe von ca. 130 m angesetzt, da ergiebige Zuflusszonen eher in der oberen Hälfte der Formation zu

erwarten waren. Mit zunehmender Tiefe und zunehmenden Auflastdruck nehmen die Öffnungsweiten von Trennflächen im Festgestein und damit die Möglichkeit einer Wasserführung des Gesteins ab.

2.3 Ziele der Erkundungsbohrung

Für die Bohrung zur hydrogeologischen Standorterkundung wurden folgende Untersuchungsziele definiert:

- Erkundung des standörtlichen geologischen Schichtenprofils mit den Mächtigkeiten und den lithologischen Ausbildungen der jurassischen Schichtenfolge bis in die Formation des Luxemburger Sandsteins;
- Untersuchung des Zuflussprofils innerhalb des Zielhorizontes „Luxemburger Sandstein“ (li2) mit geophysikalischen Methoden;
- Ermittlung der standörtlichen Ergiebigkeit im Rahmen eines mehrstufigen Pumpversuchs;
- Untersuchung der hydrochemischen Eigenschaften des Grundwassers aus dem Luxemburger Sandstein.

Bei Nachweis der Eignung für eine Grundwassergewinnung zu Trinkwasserzwecken werden die ermittelten Daten zur wirtschaftlichen Bemessung eines Förderbrunnens herangezogen.

2.4 Ablauf der Erkundungsmaßnahme

Die Bohrung wurde mit folgenden Schritten ausgeführt:

- Befestigung des Bohrplatzes und Baustelleneinrichtung (Abbildung 3).



Abb. 3: Eingerichtete Baustelle

- Vorbohrung mit einem Durchmesser von 526 mm in den Deckschichten bis 54 m unter Gelände.
- Einbau einer Sperrverrohrung \varnothing 355 mm aus Stahl und Abdichtung des Ringraums 526/355 mm mit einer volumenstabil abbindenden Ton-Zement-Suspension. Dies diente zur Stabilisierung dieser Schichten sowie zur Vermeidung des Zulaufs von Grund- und Schichtenwasser aus den Hangendformationen.
- Weiterführung als Hauptbohrung mit einem Durchmesser von 318 mm bis in den Luxemburger Sandstein.

Bei der mit verschiedenen Durchmessern durchgeführten Bohrung wurden die erbohrten Gesteine als Bohrklein aus zermeißeltem Festgestein zutage gefördert. Der Austrag aus dem Bohrloch erfolgte mit Druckluft oder Wasser als Transportmedium. Die dabei erhaltenen Gesteinsproben eignen sich für eine lithologische und stratigraphische Zuordnung sowie für Rückschlüsse auf den Zerklüftungsgrad des Gebirges und etwaige Wasserführungen. Für die genaue Lokalisierung von wasserführende Trennflächen und deren Quantifizierung wurden geophysikalische Methoden eingesetzt.

Der Luxemburger Sandstein wurde entgegen der Prognose erst bei 89 m unter Gelände erreicht. Die Bohrung wurde bei 143 m unter Ge-

lände beendet, da ab einer Tiefe von ca. 130 m unter Gelände überwiegend kompakter Feinsandsein erbohrt wurde und in diesem Gebirge nicht mehr mit einer nennenswerten Wasserführung gerechnet werden konnte.

- Geophysikalische Bohrlochvermessung in der unterhalb der Sperrverrohrung offenen Bohrung zur Qualitätskontrolle der Bohrung (Vertikalität, Kaliber) sowie zur Lokalisierung und Quantifizierung der Zuflusszonen aus dem Gebirge.
- Ausbau der Bohrung mit PVC-Rohren DN 175 zum Versuchsbrunnen. Die Nennweite ermöglicht den Einbau einer für die Durchführung aussagekräftiger Pumpversuche ausreichenden Pumpendimension. Bei einem Ruhewasserspiegel von ca. 40 m unter Gelände und erwarteten hohen Absenkungsbeträgen bis zur Oberkante des Luxemburger Sandsteins während des geplanten Pumpversuchs war eine 6“-Pumpe erforderlich, um Förderstufen von bis zu ca. 40 m³/h zu realisieren. Beim Ausbau zum Versuchsbrunnen wurden die für den Brunnenbau geltenden Regeln der Technik umgesetzt (DVGW-ARBEITSBLATT W 123).
- Mehrstufiger Pumpversuch zur Ermittlung der standörtlichen Ergiebigkeit und Abschätzung der Förderkapazität.

Der zusammengefasste Ablauf der Bohrung ist aus der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tab. 2: Ablauf der Bohrung und Erkundung

Teufe [m u. GOK]	Durchmesser Bohrung	Verfahren
0 - 54,5	Ø 500 mm	Greifer- und Schneckenbohrung - Einbau einer einzementierten Sperrverrohrung Ø 355 mm mit Außen- und Fußzementierung
54,5 - 143,8	Ø 318/311 mm	Hammer- und Lufthebebohrung - Geophysikalische Untersuchungen zur Bohrlochqualität sowie zur Lokalisierung und Quantifizierung von Zuflusszonen - Ausbau der Bohrung zum Versuchsbrunnen DN 175

Teufe [m u. GOK]	Durchmesser Bohrung	Verfahren
Ausbau Versuchsbrunnen bis 136,0	Messstelle DN 175	Erkundung im Versuchsbrunnen - Pumpversuch mit Fördermengen 18,4/36,0/41,0 m³/h - Beprobung und Analyse Grundwasser

3 Ergebnisse der hydrogeologischen Standorterkundung

3.1 Erbohrtes Schichtenprofil

Die Schichtenansprache erfolgte nach den erhaltenen Bohrproben aus durch die Bohrverfahren zermahlenem Gestein. Dabei können auch auf Bruchflächen des Gesteins vorhandene Verfärbungen und Mineralbesätze Rückschlüsse auf eine Wasserführung des Gebirges geben. Dies sind Hinweise auf im Gebirge vorhandene wasserführende Trennflächen die jedoch keine Quantifizierung der trennflächenorientierten Zuflusszonen ermöglichen. Diese Informationen können nur über geophysikalische Messungen erhoben werden.

Tabelle 3 enthält die anhand der erbohrten Gesteinsproben vorgenommene Schichtenansprache und stratigraphische Einteilung.

Tab. 3: Schichtenprofil nach Bohrgutansprache

Tiefe [m u. Gel.]	Lithologie	Stratigraphische Zuordnung	Farbe
0 - 6	Sand, Kies, Schluff, Steine	Aufschüttung	braun, dunkelgrau
6 - 37	Mergelstein, Mergel	li4: Fossilarme Tone	grau
37 - 39	Sandstein, Tonstein	li3: Mergel und Kalke von Strassen	dunkelgrau
39 - 50	Tonstein	li3: Mergel und Kalke von Strassen	dunkelgrau-schwarz
50 - 55	Mergelstein, Kalkstein	li3: Mergel und Kalke von Strassen	dunkelgrau
55 - 87	Mergelstein	li3: Mergel und Kalke von Strassen	dunkelgrau
87 - 88	Mergel	li3: Mergel und Kalke von Strassen	grau

Tiefe [m u. Gel.]	Lithologie	Stratigraphische Zuordnung	Farbe
88 - 89	Sandstein, Tonstein	li3: Mergel und Kalke von Strassen	grau
89 - 121	Sandstein	li2: Luxemburger Sandstein	grau, hellgrau
121 - 125	Feinsandstein	li2: Luxemburger Sandstein	hellgrau
125 - 127	Feinsandstein, Mergel- stein	li2: Luxemburger Sandstein	hellgrau
127 - 135	Feinsandstein	li2: Luxemburger Sandstein	hellgrau
135 - 143	Grobsandstein	li2: Luxemburger Sandstein	hellgrau, grau

Die fotografische Dokumentation der Bohrgutproben ist aus den Abbildungen 4 bis 8 ersichtlich.



Abb. 4: Aufschüttung mit Übergang zum „Fossilarme Mergel (li4)“ aus z. T. noch plastischen Mergeln mit im unteren Teil vermehrtem Auftreten von Mergelstein

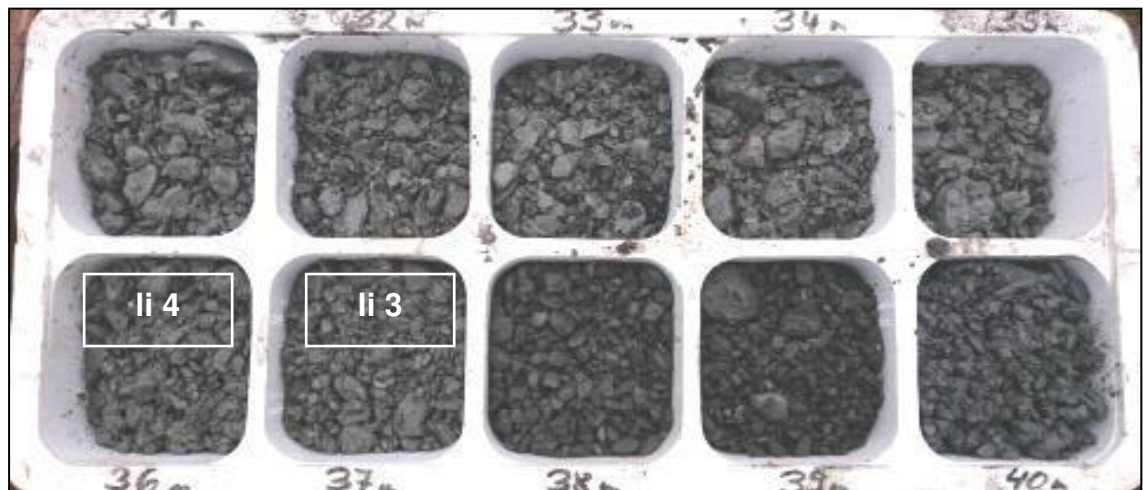


Abb. 5: Übergang li4 zu Kalke und Mergel von Strassen (li3) bei 37 m u. Gel.

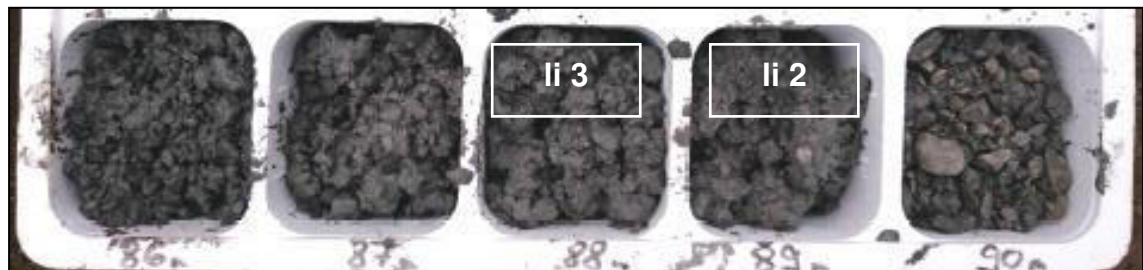


Abb. 6: Übergang li3 zum Luxemburger Sandstein (li2) bei 89 m u. Gel.

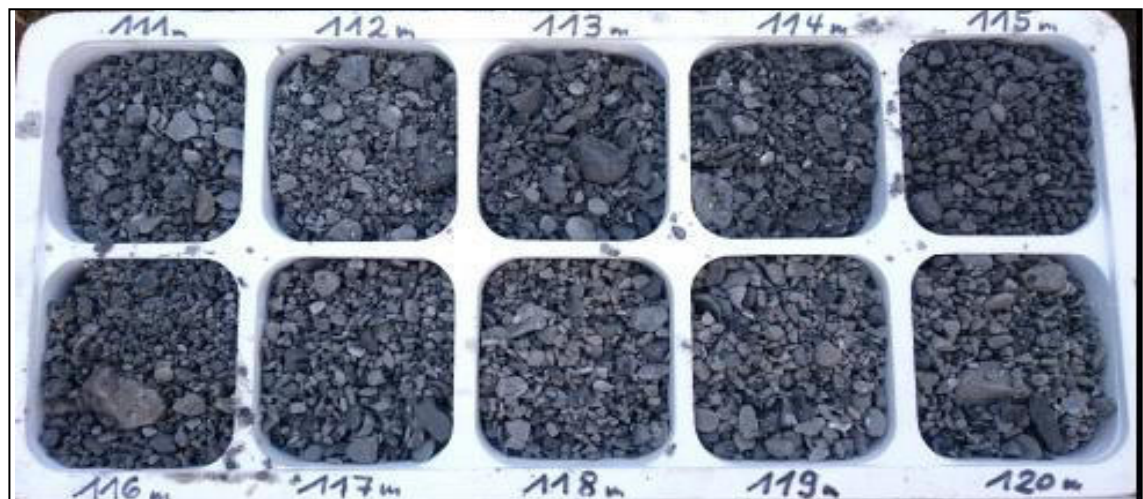


Abb. 7: Luxemburger Sandstein aus den Tiefenabschnitten 111 bis 120 m



Abb. 8: Luxemburger Sandstein aus dem Tiefenabschnitt 136 bis 140 m

Die Abbildungen 7 und 8 zeigen die lithologischen Unterschiede innerhalb des Luxemburger Sandsteins, die auch Hinweise auf unterschiedliche Wasserführungen geben. Im Tiefenabschnitt 111 bis 120 m unter Gelände (Abbildung 7) ist der kompakte Sandstein beim Bohrvorgang in Gesteinsbruchstücke zerbrochen, was ein Hinweis auf ein mit Trennflächen durchzogenes Gebirge ist. Die Proben enthalten teilweise Kluftminerale wie Quarze und Calcite (z. B. Proben aus 113 bis 116 m unter Gelände), was auf eine Wasserführung dieser Trennflächen hinweist. Im Tiefenabschnitt unterhalb von 127 m unter Gelände (Abbildung 8 mit Proben aus 136 bis 140 m unter Gelände) liegen die Bohrproben als fein zermahlener Sandstein vor. Dies deutet auf ein in dieser Tiefe anstehendes kompaktes Gebirge ohne Trennflächen hin. Das harte Gestein wird bei der Bohrung komplett zermahlen und als homogenes Bohrklein zutage gefördert. Da die Lithologie hier keine Hinweise mehr auf Zuflusszonen enthält, wurde die Bohrung bei 143 m unter Gelände beendet.

3.2 Geophysikalische Bohrlocherkundung

3.2.1 Umfang der Messungen

Das bis 143 m unter Gelände abgeteufte Bohrloch erwies sich unterhalb der bis 54,5 m unter Gelände eingebauten Sperrverrohrung als stabil und über seinen gesamten Durchmesser als durchgängig. Die Ergebnisse der im offenen Bohrloch durchgeführten Messungen sind als Plot dargestellt und als Anlage 2 beigefügt worden.

Kalibermessung:

Mechanisches Abtasten der Bohrlochwand zur Untersuchung ihres Zustandes. Dabei ist eine Erkennung von Trennflächen und durch Verschneidung von Trennflächen verursachte Ausbruchszonen möglich. Die im Plot dargestellte Messkurve gibt den über die Länge des Bohrlochs ermittelten Durchmesser in mm an.

Gamma-Ray-Log (im Plot als GR bezeichnet):

Messung der natürlichen Gamma-Strahlung des Gebirges zur Einschätzung der Lithologie im Bohrlochumfeld. Hier kann zwischen Sandsteinlagen mit Trennflächen, tonigen und kompakten Abschnitten unterschieden werden (Einheit API). Kompakte Sandsteinlagen weisen bei im Grundwasser ausgeführten Messungen ca. 30 bis 50 API auf, reine Tone können >100 API erreichen.

Widerstandsmessungen:

Fokussiertes Elektro-Log als Widerstandsmessung zur Grobgliederung der Lithologie. Dabei wird der elektrische Widerstand zwischen einer Messelektrode innerhalb der Bohrung und einer Referenzelektrode an der Geländeoberfläche gemessen. Die Methode ermöglicht als relative Messung bei bekannter Lithologie Rückschlüsse auf Gesteinseigenschaften.

Die Untersuchung der hydrodynamischen Bohrlochverhältnisse umfassten folgende Messungen:

Flowmeter:

Messung der Umdrehungszahl eines durch die Bohrung gezogenen Messflügels zur Gliederung der Strömungssituation und des Zuflussverhaltens im Bohrloch im Ruhezustand und im angeregten Zustand bei Wasserförderung.

Tracer-Fluid-Logging:

Dabei werden zunächst Salinitäts- und Temperaturmessungen zur Messung der vertikalen Verteilung von Leitfähigkeit und Temperatur innerhalb der im Bohrloch befindlichen Wassersäule im Ruhezustand als Nullmessung durchgeführt. Diese Messungen werden beim Tracer-Fluid-Logging unter verschiedenen Anregungszuständen und nach gezielter Zugabe eines Tracers (Salz) wiederholt. Die Verschiebungen des Tracers kennzeichnen Wasserbewegungen im Bohrloch. Mit diesen Verfahren werden die mit den ersten Verfahren erkannten Voraussetzungen für Wasserbewegungen verifiziert. So kann zwischen Zu- und Abflüssen un-

terschieden werden, wobei sich diese dann auch lokalisieren und quantifizieren lassen.

Die durchgeführten geophysikalischen Messungen entsprechen den im DVGW-ARBEITSBLATT W 110 aufgelisteten Methoden. Sie finden Anwendung bei der Vermessung von Bohrlöchern im Rahmen von Erkundungsmaßnahmen und im Vorfeld des Ausbaus von Bohrungen zu Brunnen.

3.2.2 Ergebnisse der Bohrlochmessungen

3.2.2.1 Lithologie

Nach der den Zustand der Bohrlochwand erfassenden Kalibermessung liegt eine über weite Strecken glatte Bohrlochwand vor. Deutliche Erweiterungen des Bohrllochdurchmessers als Folge von trennflächenbedingten Ausbruchszonen der Bohrlochwand sind in den Tiefenbereichen 87 bis 91 m, 97,5 bis 103 m und 113 bis 115 m unter Gelände vorhanden. Das Bohrloch ist mit leichter Neigung von durchschnittlich 1 Grad abgeteuft worden.

Die Messungen der natürlichen Gamma-Strahlung der im Bohrlochumfeld anstehenden Gesteine dienen der Validierung der anhand der Bohrproben vorgenommenen Tiefenortung der Lithologie. Aufgrund der abschirmenden Wirkung des Stahlsperrohrs und des überlagernden Einflusses der Tonabdichtung können die Messungen nur für den Bohrlochabschnitt unterhalb von 54,5 m ausgewertet werden.

Deutlich konnte der in kompakter Form mit Mergelsteinen vorliegende Hangendhorizont vom bei 89 m unter Gelände beginnenden Luxemburger Sandstein abgegrenzt werden. Dieser liegt in körniger Ausbildung und zonal mit Klüften durchsetzt vor. Die Messungen zeigen auch die Zunahme von Feinsandsteinen innerhalb des Luxemburger Sandsteins ab einer Tiefe von 122 m unter Gelände. Das kompakte Gebirge ist in dieser Tiefe nicht mehr wasserführend.

3.2.2.2 Hydrodynamische Verhältnisse

Der Grundwasserspiegel fiel mit dem Abteufen der Bohrung, stieg aber nach Erreichen des Luxemburger Sandsteins auf ca. 40 m unter Gelände an (42,68 m bei geophysikalischen Messungen). Die Messungen der Profile für die Parameter Leitfähigkeit und Temperatur zeigten folgende Ergebnisse:

Leitfähigkeit- und Temperaturmessungen:

Zunächst wurden die Parameter im Ruhezustand gemessen. Die gemessenen Profile der Leitfähigkeit und der Temperatur zeigen keine Besonderheiten. Die Leitfähigkeit zeigt eine nicht plausible, sprunghafte Abnahme bei 116 m unter Gelände, was auch bohrtechnisch bedingt sein kann. Die Temperatur zeigt einen gleichförmigen Anstieg mit zunehmender Tiefe von 13,2 auf 13,8 °C. Nach Setzen von vier Tracersalzwolken in verschiedenen Tiefen und anschließenden Messungen wurden keine nennenswerten Verschiebungen der Wolken festgestellt, so dass Fließbewegungen im Ruhezustand nicht oder kaum stattfinden.

Zur Quantifizierung Grundwasserbewegungen und zur Identifizierung der Strömungen im Bohrloch nach Zufluss- oder Verlustzonen wurden Flowmetermessung im Ruhezustand sowie bei einer Förderleistung von 29 m³/h durchgeführt. Die Pumpe hing dabei oberhalb des offenen Bohrlochabschnittes im Sperrrohr. Die Messungen ergaben folgende Aussagen zu den hydrodynamischen Verhältnissen im Bohrloch:

- Im Ruhezustand lassen sich keine Fließbewegungen im Bohrloch erkennen.
- Mit der Förderleistung von 29,0 m³/h konnte das offene Bohrloch über seine gesamte Länge aktiviert werden.
- Die Hauptzuflussbereiche befinden sich in den Bohrlochabschnitten zwischen 97,5 bis 103,5 m und 113,5 m bis 116,0 m unter Gelände innerhalb des Luxemburger Sandsteins und befinden sich aufgrund der guten Übereinstimmung mit Kaliberausbrüchen in durch die Bohrung angeschnittenen Kluftzonen des Gebirges.

- Der im offenen Bohrloch frei liegende Abschnitt der Hangendformation li3 ist unproduktiv und ohne Zuflüsse.

Unter Entnahmebedingungen wurden folgende Zuflusszonen lokalisiert und quantifiziert (Tabelle 4):

Tab. 4: Grundwasserdynamik in der offenen Bohrung

Teufenbereich [m u. Gel.]	Menge [%]	Art
89 - 93,5	14	Kluftzone
97,5 - 103,5	54	Kluftzone aus mehreren Einzelklüften
113,5 - 116,3	30	Kluftzone
134,5 - 135,2 137,8 - 138,5	1 1	Einzelzuflüsse

3.3 Ausbau der Bohrung zur Grundwassermessstelle und Versuchsbrunnen

Die Bohrung wurde nach den Ergebnissen der geophysikalischen Untersuchungen zum Versuchsbrunnen ausgebaut. Der Ausbau erfolgte mit PVC-Rohren der Nennweite DN 175, wobei die Filterstrecke im Bereich der nachgewiesenen Zuflusszonen von 88 bis 136 m unter Gelände eingebaut wurde. Oberhalb der Filterstrecke wurde der Ringraum komplett abgedichtet. Der Aufbau des Versuchsbrunnens, der nach der Erkundung als Grundwassermessstelle weiter genutzt werden kann, ist der Anlage 3 zu entnehmen.

3.4 Pumpversuch

3.4.1 Durchführung des Pumpversuchs

Im ausgebauten Versuchsbrunnen wurde im Zeitraum vom 23. bis 28.03.2015 ein mehrstufiger Pumpversuch bis zum Erreichen eines stationären Strömungszustandes bei der jeweiligen Pumpstufe durchgeführt. Die Entnahme erfolgte dabei stufenweise mit den Mengen 18,3, 36,0 und 41,0 m³/h. Dabei fanden kontinuierliche Messungen des Was-

serspiegels im Versuchsbrunnen statt. Das Messprotokoll des Pumpversuches sowie die Ganglinien des im Versuchsbrunnen beobachteten Wasserspiegels sind als Anlage 4 beigefügt.

Während des Pumpversuchs wurde auch eine im Luxemburger Sandstein verfilterte Grundwassermessstelle am ca. 500 m südöstlich der Erkundungsbohrung Tubishaff gelegenen Standort Cloche d'Or gemessen.

3.4.2 Ergebnisse des Pumpversuchs

Beginnend mit einem Ruhewasserstand von 41,41 m unter Gelände wurden bei den einzelnen Pumpstufen folgende quasistationäre Wasserstände im Versuchsbrunnen gemessen (Tabelle 5):

Tab. 5: Wasserstände während des Pumpversuchs

Pumpversuch	Q [m³/h]	Wasserstand [m unter Gel.]	ΔS [m]	Wasserstand [NN + m]
23.-28.03.2015	0,0	41,41	0,00	266,59
	18,36	51,07	9,66	256,93
	36,00	63,44	22,03	244,56
	41,04	67,19	25,78	240,81

Zur Veranschaulichung von Ergiebigkeitsvergleichen bei den einzelnen Pumpstufen wird die spezifische Ergiebigkeit E als Quotient aus der Fördermenge Q (m³/h) und dem dazugehörigen Absenkungsbetrag Δs (m) gebildet (Tabelle 6).

Tab. 6: Spezifische Ergiebigkeiten

Q [m³/h]	ΔS [m]	E [(m³/(h·m))]
18,36	9,66	1,90
36,00	22,03	1,63
41,04	25,78	1,59

Die Leistungscharakteristik zum Zeitpunkt des Pumpversuchs geht aus dem Verlauf der Ergiebigkeitsgraphik hervor (Anlage 5 und Abbildung 9). Dabei wird die Fördermenge Q gegen den bei der jeweiligen Förderstufe

erreichten stationären Wasserstand aufgetragen. Zunächst ist nur eine leicht abfallende Tendenz der Ergiebigkeitskurve festzustellen, was auf einen nahezu widerstandsfreien Zufluss zum Versuchsbrunnen hinweist. Ein mit zunehmender Fördermenge abknickender Verlauf der Ergiebigkeitskurve sowie abnehmende spezifische Ergiebigkeiten können durch ansteigende Eintrittswiderstände infolge anwachsender Eintrittsgeschwindigkeiten begründet werden. Im vorliegenden Fall liegt jedoch beim Festgesteinsaquifer des Luxemburger Sandsteins ein gespanntes Grundwasser vor, so dass eine entnahmebedingte Verringerung des Druckpotentials auch eine Abnahme der spezifischen Ergiebigkeit bewirkt.

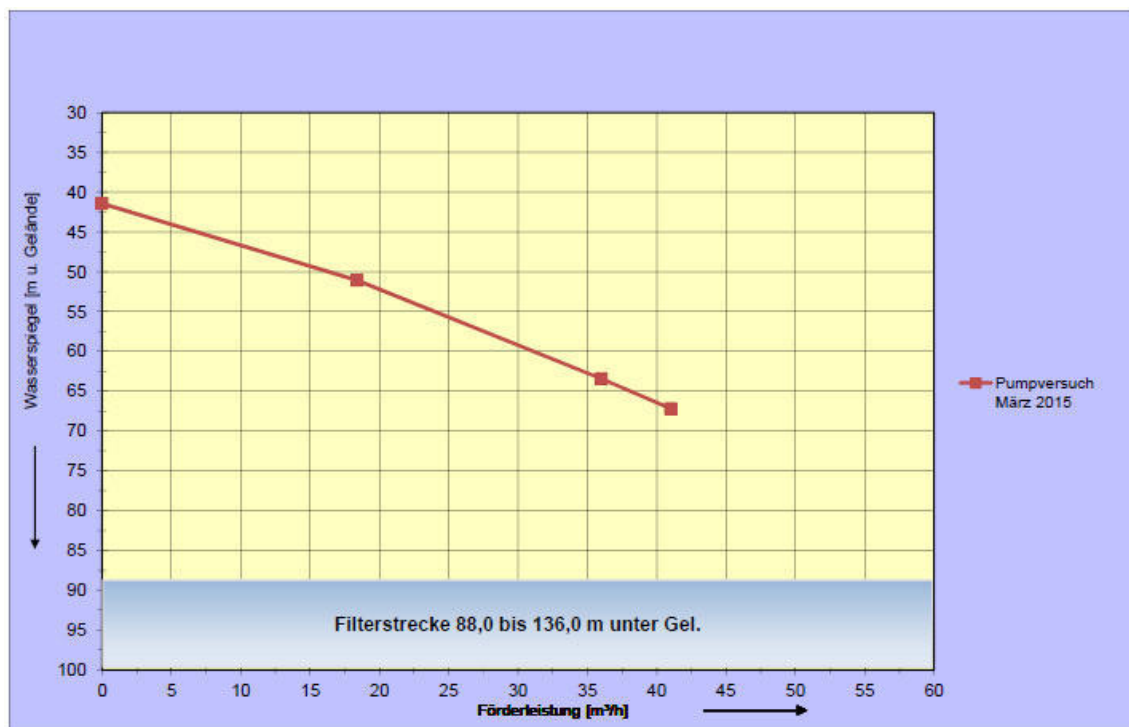


Abb. 9: Wasserandrangkurve Pumpversuch Bohrung TP 15/7

Der gespannte Grundwasserspiegel in der ca. 500 m südöstlich gelegenen, im Luxemburger Sandstein verfilterten Grundwassermessstelle Cloche d'Or wurde während des Pumpversuchs in der Bohrung Tubishaff schon nach geringer Verzögerungszeit beeinflusst und zeigte bei der höchsten Entnahmerate von 41 m³/h einen Absenkungsbetrag von ca. 0,5 m.

3.5 Hydrochemische Verhältnisse

Beprobungen des mit dem Versuchsbrunnen aus dem Luxemburger Sandstein geförderten Wassers wurden nach 2 und 5 Tagen ununterbrochener Grundwasserförderung durchgeführt. Die Ergebnisse der chemischen Vollanalysen sind der Anlage 6 zu entnehmen.

Die wichtigsten Parameter sind in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet und hinsichtlich erkennbarer Trends ausgewertet worden (Tabelle 7).

Tab. 7: Auswertung der Wasseranalyse

Parameter	Grenzwert TrinkwV (mg/l)	1. Beprobung Messwert (mg/l)	2. Beprobung Messwert (mg/l)	Bemerkung
Leitfähigkeit	2.500 μS/cm bei 20°C	490 μS/cm	480 μS/cm	geringer bis mittlerer Mineralisierungsgrad
pH	6,5 – 9,5	7,30	7,20	neutral bis leicht alkalisch
Nitrat	50	<1,0	<1,0	Indikator für Oberflächeneinfluss, kein Befund
Nitrit	0,5	<0,02	<0,02	Indikator für Oberflächeneinfluss, kein Befund
Ammonium	0,5	0,12	0,12	Indikator für Verunreinigungsgrad, kein Befund
Chlorid	250	4,9	4,4	Indikator für anthropogene Beeinflussung, kein Befund
Mangan	0,05	0,021	0,017	niedrig, geringe Oxidbildungs-/Verockerungsneigung
Eisen	0,2	0,77	0,67	niedrig, geringe Oxidbildungs-/Verockerungsneigung
Sulfat	250	40,0	39,4	niedrig
Calcium		94,9	91,3	deutlicher Gehalt
Natrium	200	10,1	9,5	niedrig
Kalium		2,5	2,3	niedrig
Magnesium		16,5	15,9	niedrig
Carbonathärte		14,2°dH	25,2°dH	Härtebereich „hart“
Gesamthärte		17,1°dH 30,5°F	16,4°dH 29,3°F	Härtebereich „hart“
Säurekapazität		5,06	5,04	

Parameter	Grenzwert TrinkwV (mg/l)	1. Beprobung Messwert (mg/l)	2. Beprobung Messwert (mg/l)	Bemerkung
LHKW, BTEX, PAK		< Grenz-Grenzwert	< Grenz-Grenzwert	unauffällig
Pflanzenschutzmittel		< Grenz-Grenzwert	< Grenz-Grenzwert	unauffällig
Metaboliten		kein Befund	kein Befund	unauffällig

Die analysierten hydrochemischen Parameter der beiden entnommenen Wasserproben aus dem Luxemburger Sandstein weisen nur geringfügige Verschiebungen über die Dauer des Pumpversuchs auf.

Nach den Untersuchungsergebnissen weist das Tiefengrundwasser bei einem pH-Wert von 7,3 einen leicht alkalischen Charakter auf. Die äußerst geringen Gehalte an Nitrat (<1,0 mg/l) und Nitrit (<0,02 mg/l) unterhalb der stoffspezifischen Nachweisgrenzen sowie die geringen Gehalte an Ammonium (0,12 mg/l) zeigen ein reduzierendes hydrochemisches Milieu im Luxemburger Sandstein an. Außerdem liegt damit ohne diese Verunreinigungsindikatoren ein anthropogen unbeeinflusstes Grundwasser vor. So befinden sich auch die Analyseergebnisse für Metalle und Schwermetalle wie Antimon, Cadmium, Blei, Kupfer, Arsen, Chrom und Zink unter den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung bzw. unterhalb der stoffspezifischen Nachweisgrenzen.

Die anoxischen hydrochemischen Bedingungen werden begleitet von erhöhten, über den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung liegenden Gehalten an Eisen (ca. 0,7 mg/l), woraus sich der Aufbereitungsbedarf des Wassers hinsichtlich dieses Parameters ergibt.

Die Gesamthärte wird mit ca. 30 °fH (ca. 17 °dH) angegeben und entspricht dem Härtegrad „hart“.

Bei Vergleich der am Standort Tubishaff analysierten Grundwasserbeschaffenheit mit aus nahegelegenen, im Luxemburger Sandstein verfil-

terten Brunnen entnommenen Grundwasserproben werden nur geringfügige Unterschiede festgestellt. Am ca. 2 km nördlich gelegenen Standort der ehemaligen Brunnen der Lux Lait in Merl sowie in den ca. 6 km östlich gelegenen SEBES-Brunnen in Scheidhof werden wesentlich höhere Sulfatgehalte (70 bis 80 mg/l) und etwas höhere Chloridgehalte gemessen. Gründe können die im Vergleich zum Standort Tubishaff geringere Deckschichtenmächtigkeit sowie die intensive urbane (Standort Merl) und landwirtschaftliche (Standort Scheidhof) Umfeldnutzung sein.

4 Diskussion der wasserwirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten des erkundeten Standortes Tubishaff

Nach Auswertung der erkundeten hydrogeologischen Standorterkundung ergeben sich nachstehende Ergebnisse hinsichtlich einer Bewirtschaftung des Festgesteinsaquifers Luxemburger Sandstein am Standort Tubishaff:

- Die Wasserführung im Luxemburger Sandstein beschränkt sich auf, aus Klüften generierte Zuflüsse bis aus Tiefen von ca. 120 m unter Gelände. Hier liegt der Luxemburger Sandstein mit Kluftzonen vor. Im Liegenden wird der Sandstein feiner und dichter. Eine nennenswerte Wasserführung ist in diesem Abschnitt nicht mehr vorhanden.

Ein potentieller Brunnen am erkundeten Standort sollte nur die zuflusswirksamen Abschnitte des Luxemburger Sandsteins mit seiner Filterstrecke und damit nur ca. die Hälfte des erkundeten Sandsteinprofils erfassen. Im Vergleich zu Brunnen, die die gesamte Formation des Luxemburger Sandsteins durchteufen, können durch die Reduzierung von Bohr- und Ausbaumetern ca. 25 % an Brunnenbaukosten eingespart werden.

- Die betriebsbedingte Absenkung des Wasserspiegels in einem potentiellen Brunnen am erkundeten Standort sollte sich an der Oberkante des Luxemburger Sandsteins orientieren. Bei tieferen Absenkungen des Wasserspiegels bis in schon an der Oberkante des Luxemburger Sandsteins vorkommende ergiebige Zuflusszonen stellen sich instationäre Entnahmebedingungen ein.

- Außerdem sollte ein direkter Eintrag von Sauerstoff über die Filterstrecke aufgrund des verockerungswirksamen Eisengehaltes im Grundwasser unterbleiben.
- Unter den Bedingungen eines ordnungsgemäßen Brunnenbetriebes kann nach den bisher aus den Erkundungen vorliegenden Ergebnissen eine Ergiebigkeit von bis zu 55 m³/h prognostiziert werden (Abbildung 10). Als Bemessungsförderleistung für ein Brunnenkonzept wird eine Förderleistung von 60 m³/h zugrunde gelegt.

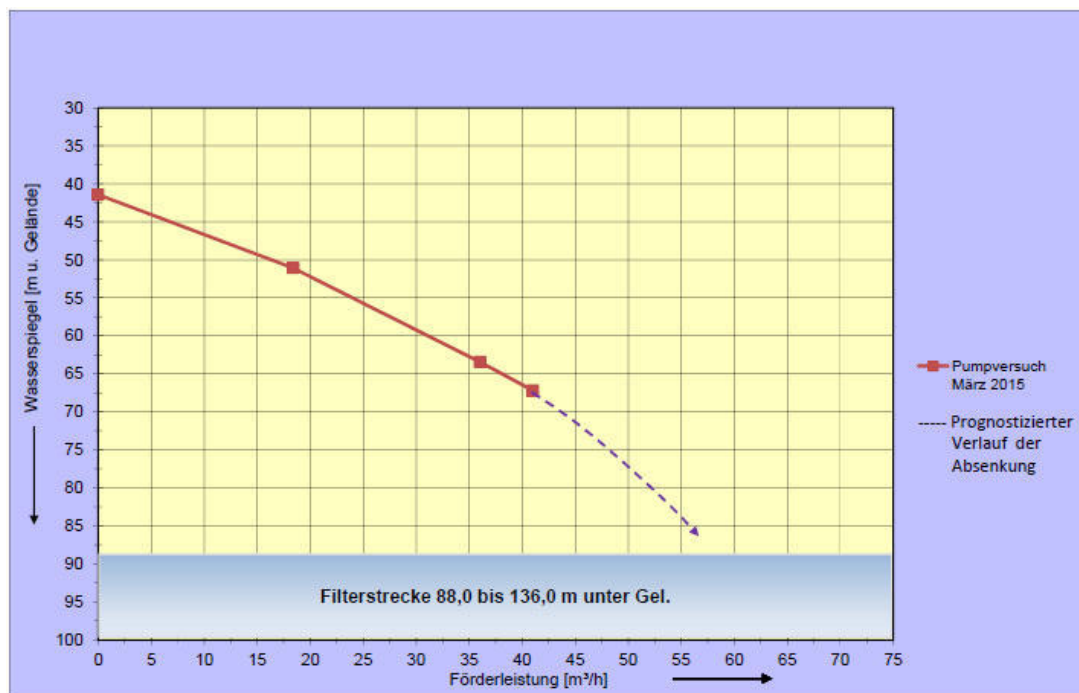


Abb. 10: Ergiebigkeitskurve mit prognostiziertem Absenkungsverlauf

- Hydrochemisch liegt ein leicht alkalisches, „hartes“ Tiefengrundwasser ohne merklichem Oberflächenwassereinfluss (Nitrat <1,0 mg/l) und ohne Verunreinigungsindikatoren vor. Für den mit ca. 0,7 mg/l über dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung liegenden Eisengehalt ergibt sich ein Aufbereitungsbedarf.
- Eisen und Mangan bilden oxydische Verockerungsbeläge und beschleunigen damit die Brunnenalterung. Während des Brunnenbetriebes sollte kein Sauerstoff in die Filterstrecke gelangen, da dies den Prozess der Verockerung beschleunigen würde. Eine entnahmebedingte dauerhafte Entspannung des Druckwasserspiegels bis unter die Oberkante des Luxemburger Sandsteins würde somit zur vorzeitigen Brunnenalterung führen.

- Eine Mobilisierung von in Trennflächen abgelagerten Feinsedimenten tritt bei Brunnen im Festgestein gerade bei hohen Entnahmeraten und nach Schaltvorgängen mit wechselnden Betriebsleistungen noch in den ersten Jahren nach der Errichtung und Inbetriebnahme auf. Für das Abschlagen von durch Trübstoffführungen beeinträchtigtes Wasser ist bei der Anlagenplanung stets eine Spülleitung zu berücksichtigen.
- Der Standort im Stadtgebiet mit intensiver Umfeldnutzung erfordert in einem Brunnenbauwerk eine Abdichtung der Hangendschichten des Entnahmehorizontes „Luxemburger Sandstein“ als Schutz vor Einträgen von oberflächennah zirkulierenden Grundwässern. Hier empfiehlt sich der Einbau eines einzementierten Sperrrohres.

5 Konzipierung eines Fassungsbauwerks

5.1 Grundsätze der Brunnendimensionierung

Die Leistungsfähigkeit eines Brunnens wird einerseits durch das technische Fassungsvermögen andererseits durch den Wasserandrang aus dem Aquifer bestimmt.

Das Fassungsvermögen beschreibt den Volumenstrom, der von einem entsprechend dimensionierten Brunnenbauwerk pro Zeiteinheit und bei vorgegebener maximaler Eintrittsgeschwindigkeit gefasst werden kann. Beim Wasserandrang handelt es sich um die Wassermenge je Zeiteinheit, die aus einem Grundwasserleiter mit einer wassererfüllten Mächtigkeit oder Druckhöhe bei förderbedingter Absenkung unter Ansatz der jeweiligen durch den Durchlässigkeitsbeiwert (k_f) beschriebenen Aquiferparameter einem Brunnen zuströmt. Die Leistungsfähigkeit eines Brunnens ist folglich nahezu ausschließlich durch die hydrogeologischen Standortfaktoren vorgegeben.

Bei der Dimensionierung von Brunnen im Festgestein sind daher wirtschaftliche und technische Faktoren zu beachten. Einerseits werden für Brunnenrohre mit großer Nennweite zur Erfüllung einer ausreichenden

Außendruckfestigkeit meist hohe Wandstärken erforderlich, was sich auf den Preis auswirkt. Andererseits ist der Durchmesser des Brunnenrohres auf den Außendurchmesser der erforderlichen U-Pumpe abzustimmen.

Bei der Planung von Vertikalfilterbrunnen sind die Bemessungskriterien des DVGW-ARBEITSBLATTES W 118 sowie die Ausbaurichtlinien des DVGW-ARBEITSBLATTES W 123 zu berücksichtigen.

5.2 Entwurfdetails

Ausbaudurchmesser

Aufgrund des schwer zu bohrenden kompakten Luxemburger Sandsteins sollte hier ein maximaler Endbohrdurchmesser von ca. 600 mm angesetzt werden. Unter Einbeziehung der technischen Richtlinien der DVGW-ARBEITSBLÄTTER W 123 „Bau- und Ausbau von Vertikalfilterbrunnen“ und W 118 „Bemessung von Vertikalfilterbrunnen“ ergibt sich dann eine maximale Ausbaunennweite von DN 300. Diese weisen an den Verbindungen einen Außendurchmesser von ca. 350 mm auf, wobei sich bei oben genanntem Bohrdurchmesser ausreichende Platzverhältnisse für eine ordnungsgemäße Verfüllung des Ringraums mit Schüttgütern (Filterkies, Abdichtungsmaterialien) ergeben. Dabei können Schüttrohre eingesetzt werden mit denen eine homogene Verfüllung des Ringraums mit Filterkies im Bereich der Filterstrecke ermöglicht wird. Rohre dieser Nennweite bieten auch noch bei kleineren und handelsüblichen Wandstärken <10 mm ausreichende Festigkeiten.

Ebenso bestehen ausreichende Platzverhältnisse für eine, auf die zu realisierende Förderleistung und erforderliche Förderhöhe auszulegende Pumpe. Unter den genannten Erfordernissen wird die Pumpe aus einer Baureihe mit einem Außendurchmesser von ca. 200 mm auszuwählen sein. Somit ergeben sich auch bei Einbau von Abstandshaltern mit Rollen für die zentrische Führung der Steigleitung ausreichende Platzverhältnissen für problemlose Ein- und Ausbauvorgänge sowie gemäß geltenden Regeln der Technik tolerierbare Spaltgeschwindigkeiten des einströmenden Wassers zwischen Brunnenrohr und Pumpenmotor.

Brunnentiefe und Filterstrecke

Die Position der, an die in der Erkundungsbohrung lokalisierten Zuflusszonen anzupassende Filterstrecke, bestimmt auch die Gesamttiefe eines Neubrunnens am Standort Tubishaff. Bei Berücksichtigung der tiefsten Zuflusszonen ergibt sich eine, im Tiefenabschnitt von 89 bis 116 m unter Gelände anzulegende Filterstrecke. Die Pumpe kann in eine innerhalb der Filterstrecke einzubauende Vollrohrstrecke eingebaut werden, so dass der Brunnenwasserspiegel während des Betriebs bis zur Filteroberkante abgesenkt werden kann.

Bohrung

Aufgrund der Lage des Brunnenstandortes im Stadtgebiet mit Wohnbebauung und Kanalisation im Umfeld empfiehlt sich die komplette Abdichtung der Hangendschichten des zu verfilternden Luxemburger Sandsteins mit Sperrrohr und Außenabdichtung. Die Sperrverrohrung dient einerseits der Minimierung der Mantelreibung beim Bohren, da die Bohrung an der Unterkante des Sperrrohres mit kleinerem Durchmesser und evtl. anderem Bohrverfahren neu angesetzt werden kann. Andererseits ermöglicht sie zwei Brunnenausführungsvarianten. Im Schutz der Sperrverrohrungen können die Bohrungen entweder mit einer durchgehenden Innenverkiesung oder Innenabdichtung ausgebaut werden. Die Innenverkiesung bietet spätere Sanierungsmöglichkeiten des Brunnens. Eine Innen- und Außenabdichtung des Brunnens gewährt die größtmögliche Schutzfunktion.

Die zeichnerische Darstellung eines an die hydrogeologischen Standortfaktoren angepassten Brunnenkonzeptes ist als Anlage 7 beigefügt.

5.3 Oberflächenabschluss

Gemäß DVGW-ARBEITSBLATT W 122 werden Brunnen an der Geländeoberfläche mit oberirdischen oder unterirdischen Bauwerken abgeschlossen. Die Abschlussbauwerke enthalten dann die Mess- und Regel-

armaturen sowie Formstücke der Abgangsleitung. Außerdem kann die Elektroinstallation untergebracht werden.

Unterirdische Abschlüsse werden als monolithische Betonfertigteile ausgeführt. Sie sind über einen Einstieg zugänglich und erfordern gemäß den geltenden Arbeitsschutzbestimmungen die Begleitung der Schachtbegehung durch eine Hilfskraft. Dafür bietet diese Bauform Schutz vor Vandalismus und stellt kein Hindernis an der Geländeoberfläche dar.

Oberirdische Abschlüsse werden als Brunnenhaube, in Garagenbauform oder als Brunnenhaus ausgeführt. Beispiele von Bauformen für ein Abschlussbauwerk sind als Anlage 8 beigelegt.

5.4 Zusammenstellung der Anforderungen an ein Fassungskonzept

Die an ein standortgerechtes Fassungskonzept zu stellenden Anforderungen hinsichtlich der Bemessungskriterien werden in Tabelle 8 zusammengefasst.

Tab. 8: Bemessungstechnische und betriebliche Anforderungen an ein Fassungskonzept am Standort Tubishaff

Konzeptdetail	Anforderung	Brunnenkonzept
Brunnen- dimension	<ul style="list-style-type: none"> - Wirtschaftlich unter Beachtung der Faktoren Fassungsvermögen/ Wasserandrang - Bemessungsförderleistung 60 m³/h - Platzbedarf für ordnungsgemäßen Einbau der Kiesschüttung (DVGW-AB W 123) 	<ul style="list-style-type: none"> - Rohrnennweite DN 300 - Endbohrdurchmesser 600 mm
Brunnentiefe	<ul style="list-style-type: none"> - Ausnutzung aller Zuflusszonen >5% Zuflussanteil an Gesamtzufluss 	<ul style="list-style-type: none"> - 120 m
Pumpenposition	<ul style="list-style-type: none"> - Absenkung bis Filteroberkante 	<ul style="list-style-type: none"> - Einbau in „Blindrohr“ zwischen zwei Teilfilterstrecken

Konzeptdetail	Anforderung	Brunnenkonzept
Filterrohrlänge	<ul style="list-style-type: none"> - Einhaltung $V_{kritisch} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ (DVGW-AB W 118) $L_F = \frac{Q}{d_a \cdot v_{krit} \cdot \pi}$ - Abdeckung der Zuflusszonen mit Filterrohr 	<ul style="list-style-type: none"> - erforderliche Längen: <ul style="list-style-type: none"> o bei DN 300: 60 m³/h \Rightarrow 7,1 m - Teilfilterstrecken 89-106 m und 112-118 m
Filteroberkante	<ul style="list-style-type: none"> - Erfassung oberste Zuflusszone an Aquiferoberkante 	<ul style="list-style-type: none"> - Filteroberkante bei 89 m unter Gelände
Filterrohr	<ul style="list-style-type: none"> - Minimale Eintrittswiderstände - Gute Entsandbarkeit - Gute Regeneriereigenschaften 	<ul style="list-style-type: none"> - Wickeldrahtfilter - Möglichst große Schlitzweite
Ausbauwerkstoff	<ul style="list-style-type: none"> - Beständig gegen korrosiv wirkende Wässer, hier mögliche Gehalte an freier Kohlensäure 	<ul style="list-style-type: none"> - Edelstahl 1.4571 nach Stand der Technik
Abdichtung	<ul style="list-style-type: none"> - Beachtung des durch die Nutzungsformen im Umfeld einzustufenden „hohen“ Vulnerabilitätspotentials 	<ul style="list-style-type: none"> - Abdichtung des Ringraums in den Hangendformationen
Oberflächenabschluss	<ul style="list-style-type: none"> - Technische Handhabung, Arbeitssicherheit und Betreiberwünsche 	<ul style="list-style-type: none"> - Unter- oder oberirdische Bauform gemäß Richtlinien des DVGW-AB W 122
Brunnenbetrieb	<ul style="list-style-type: none"> - Ordnungsgemäßer Betrieb gemäß DVGW-AB W 125 zur Minimierung von Brunnenalterungseffekten - Berücksichtigung von Brunnenalterungsprozessen 	<ul style="list-style-type: none"> - Begrenzung der entnahmebeeinflussten Absenkung des Brunnenwasserspiegels bis zur Oberkante der Filterstrecke zur Vermeidung des direkten Sauerstoffzutritts in die Filterstrecke - Einrechnung von Absenkungszuschlägen bei der Brunnenbemessung

6 Grobkostenschätzungen

Die Errichtungskosten für das beschriebene Brunnenkonzept werden in Tabelle 10 nach den Ausführungspositionen grob abgeschätzt.

Tab. 10: Kostenschätzung

Position	Brunnenausbau Variante 1
Vorbereitende Arbeiten, Baustelleneinrichtung	30.000,00
Brunnenbohrung	85.000,00
Brunnenausbau	140.000,00
Brunnenentwicklung, Entsandung, Leistungstest	45.000,00
Abschlussbauwerk	30.000,00
Armaturen, Formstücke	30.000,00
U-Pumpe	15.000,00
Kontrollmessungen	5.000,00
Zwischensumme Brunnenbaukosten	380.000,00
Elektroinstallation	20.000,00
Gestaltung Schutzzone I	15.000,00
Anschlussrohrleitung bis und im Wasserturm	15.000,00
Zwischensumme Nebenleistungen	50.000,00
Gesamtkosten	430.000,00

Die Tabelle berücksichtigt zunächst die reinen Brunnenbaukosten einschließlich Errichtung des Abschlussbauwerkes. Die Gesamtkosten werden als Zwischensummen dargestellt.

Als weiterer Kostenblock werden folgende Nebenarbeiten berücksichtigt:

- Einrichtung der elektrischen Installation und der Steuerungstechnik;
- Anschluss des Brunnens an die Anlagen des Wasserturms;
- Gestaltungsarbeiten für die Schutzzone I (gesonderte Einzäunung) und Wegebau.

Nicht kalkuliert wurden der hinsichtlich des Parameters Eisen bestehende Aufbereitungsbedarf sowie sämtliche Planungskosten.

7 Zusammenfassung

Die Ville de Luxembourg, Services des Eaux ließ im Frühjahr 2015 eine Erkundung der hydrogeologischen Standortfaktoren auf dem Grundstück

des Wasserturms Tubishaff in Cessange mittels einer Aufschlussbohrung durchführen (Abbildungen 11 und 12).



Abb. 11: Standort Wasserturm
Tubishaff



Abb. 12: Abschluss Erkundungsmess-
stelle

Zweck war die Erprobung der Standorteignung für eine Grundwasserentnahme aus dem Luxemburger Sandstein zur Erhöhung des eigenen Gewinnungsdargebotes und für die Schaffung von Redundanzen. Der Standort böte auch den Vorteil einer direkten Einspeisungsmöglichkeit in den Wasserturm Tubishaff als zentrales Verteilerorgan.

Der Luxemburger Sandstein wurde in der Aufschlussbohrung unter mächtigen, überwiegend aus Mergelsteinen bestehenden Hangendformationen bei 89 m unter Gelände angetroffen und bis ca. 140 m unter Gelände aufgeschlossen. Die Formation besteht bis ca. 120 m unter Gelände aus kompaktem Sandstein mit lokalen Kluftzonen. Im Liegenden werden eher feinere Sandsteine ohne Trennflächen angetroffen. Die Grundwasserführung beschränkt sich somit auf die oberen 30 m des Sandsteinaquifers (89 bis ca. 120 m unter Gelände).

Ausgenommen des Eisengehaltes erfüllt das Grundwasser nach hydrochemischen Aspekten die Vorgaben der Trinkwasserverordnung. Aufgrund eines Eisengehaltes von ca. 0,7 mg/l besteht hinsichtlich dieses Parameters ein Aufbereitungsbedarf. Trotz Lage des Erkundungsstandortes im Stadtgebiet liegen wohl infolge der hohen Deckschichtenmächtigkeit keine Indikatoren für direkte Oberflächeneinflüsse oder Verunreinigungen vor.

Nach den Pumpversuchen kann bei Absenkung des gespannten Wasserspiegels des Luxemburger Sandsteins bis zur Oberkante der Formation eine Fassungskapazität von 55 m³/h im Dauerbetrieb prognostiziert werden:

Die Ergebnisse der Versuchsbohrung wurden in ein, unter wirtschaftlichen und hydrogeologischen Aspekten aufgestelltes Konzept für einen Förderbrunnen eingearbeitet. Nach einer Kostenschätzung sind ca. EUR 380.000,00 netto als reine Brunnenbaukosten sowie ca. EUR 50.000,00 netto für den Brunnenanschluss, Elektroinstallationen und eine Gestaltung der Schutzzone I mit Zaunanlage und Zuwegung anzusetzen.

Literaturhinweis

DVGW-MERKBLATT W 110 (2005):

Geophysikalische Untersuchungen in Bohrungen, Brunnen und Grundwassermessstellen – Zusammenstellung von Methoden und Anwendungen. – DVGW-Regelwerk, Bonn, 39 S.

DVGW-ARBEITSBLATT W 118 (2005):

Bemessung von Vertikalfilterbrunnen. – DVGW-Regelwerk, Bonn, 19 S.

DVGW-ARBEITSBLATT W 122 (2013):

Abschlussbauwerke für Brunnen der Wassergewinnung. – DVGW-Regelwerk, Bonn, 31 S.

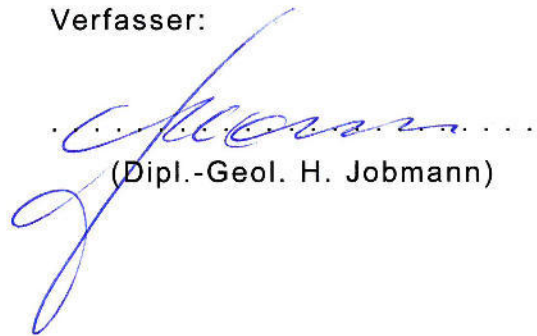
DVGW-ARBEITSBLATT W 123 (2001):

Bau und Ausbau von Vertikalfilterbrunnen. – DVGW-Regelwerk, Bonn, 29 S.

Aufgestellt:

Lohmar, den 01.06.2015
Jo/el *hs* 477005E002

Verfasser:


(Dipl.-Geol. H. Jobmann)

I n h a l t

Erläuterungsbericht

Anlagen:

1	Übersichtskarte	M1 : 20.000	Z.-Nr.: 477/005-001-13-3
2	Geophysikalische Bohrlochuntersuchungen		- - - - -
3	Bohrprofil und Ausbau Versuchsbrunnen	M1 : 250/20	Z.-Nr.: 477/005-006-15-2
4	Pumpversuch im Versuchsbrunnen		- - - - -
5	Darstellung der Ergiebigkeit		- - - - -
6	Hydrochemische Analysen		- - - - -
7	Konzept Förderbrunnen Tubishaff		Z.-Nr.: 477/005-007-15-2
8	Bauformen Abschlussbauwerk		Z.-Nr.: 477/005-008-15-2



Legende

— Kommunale Grenze

© Origine: Administration du Cadastre et de la Topographie, Droits réservés à l'Etat du Grand-Duché de Luxembourg (1998-2000)

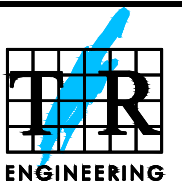


Ville de Luxembourg

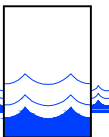
TR-ENGINEERING

Ingénieurs-conseils
86-88, rue de l'Égalité
L-1456 LUXEMBOURG

Tel.: (+352) 49 00 65 1
Fax.: (+352) 49 25 38
e-mail@tr-engineering.lu



BIESKE UND PARTNER



Beratende Ingenieure GmbH

Im Pesch 79 • D-53797 Lohmar • Tel.: +49 2246 9212-0 • Fax: +49 2246 9212-99

Auftraggeber:

Ville de Luxembourg
- Service des Eaux -

Benennung: Erkundungsbohrung Tubishaff, Cessange

Übersichtskarte

bearb. 13.12.2013 Gat

gepr. — — —

Maßstab:

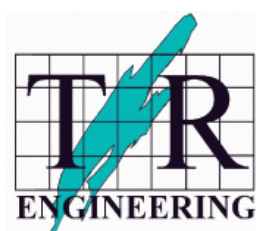
1 : 20.000

Zeichnungs-Nr:

477/005-001-13-3

Geophysikalische Bohrlochuntersuchungen

Erkundungsbohrung Tubishaff, Cessange
(FRE-1-30)





B e r i c h t

zu den bohrlochgeophysikalischen Untersuchungen in der Bohrung Cessange FRE-1-30

Auftraggeber : **GEOMECHANIK
Wasser- und Umwelttechnik GmbH
Memminger Str. 42
D-87789 Woringen**

Projektleitung : **Bieske und Partner
Beratende Ingenieure GmbH
Im Pesch 79
D-53797 Lohmar**

Auftragnehmer : **Bohrlochmessung - Storkow GmbH
Schützenstraße 33
D-15859 Storkow**

Bearbeiter : **Herr Werner Klink
Dipl.-Geologe**

Storkow, den 11.05.2015

K. Baumann
-Geschäftsführer-

1. Lagebezeichnung

- **Land** : Luxemburg
- **Standort** : Luxemburg - Zessingen, Ecke Rue Kohlenberg / Rue Tubis
- **Koordinaten** : N49.58667° E06.10942°

2. Allgemeine Angaben zum Brunnen

- Die zu untersuchende Bohrung wurde im Februar bis März 2015 neu abgeteuft, um sie zum Brunnen auszubauen.
- Für die Auswertung der am 11.03.2015 durchgeführten bohrlochgeophysikalischen Messungen wurde von der Projektleitung ein geologisches Schichtenverzeichnis zur Verfügung gestellt.

3. Angaben zu den geophysikalischen Untersuchungen

- Die durchgeführten bohrlochgeophysikalischen Untersuchungen erfolgten auf der Basis des Angebotes vom 05.01.2015 (Angebots-Nr. 9779).

- **Untersuchungsziel** : Überprüfung des Bohrlochzustandes und Einschätzung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse sowie Zuflussprofilierung im offenen Bohrloch

- **Messdatum** : 11.03.2015
- **Messtechniker** : Herr W. Loos
- **Messbezugspunkt** : Geländeoberkante (GOK)
- **Tiefster Messpunkt** : 140,95 m
- **Messprogramm:**

CAL-X-1/2/CAL-Y-1/2	4-Arm-Kaliber-Log
BA	Bohrlochverlaufs-Log
GR-1/2	Gamma-Ray-Log einschließlich Belegmessfahrt
IL.RA	Induktions-Log, spezifischer elektrischer Widerstand
FEL	Fokussiertes Elektro-Log
FLOW-0-1/2	Impellerflowmeter-Log, in Ruhe einschließlich Beleg- und Kalibrierungsmessfahrt
FLOW-1-1/2	Impellerflowmeter-Log, bei GW- Förderung einschließlich Belegmessfahrt
SAL-0-1/2	Elektrisches Leitfähigkeits-Log, in Ruhe einschließlich Belegmessfahrt
SAL-1-1/2/3	Elektrisches Leitfähigkeits-Log, bei GW-Förderung einschließlich zweier Belegmessfahrten
TEMP-0-1/2	Temperatur-Log, in Ruhe einschließlich Belegmessfahrt

TEMP-1-1/2/3	Temperatur-Log, bei GW-Förderung, einschließlich zweier Belegmessfahrten
TFL-0	Tracer-Fluid-Logging nach erfolgter Grundwasserförderung (SAL/TEMP-2-0, 2-1 ... 2-4)

- Bei der Untersuchung der Bohrung wurde wie folgt vorgegangen:
 1. 09:34-12:05 Uhr BA, CAL-4 (CAL-X-1/2 und CAL-Y-1/2), GR-1/IL.RA, GR-2/FEL
 2. 12:17-12:33 Uhr SAL/TEMP/FLOW-0-1
 3. 12:35-12:48 Uhr SAL/TEMP/FLOW-0-2, Beleg
 4. 12:53- 13:02 Uhr FLOW- Kalibriermessfahrt nicht im Messdiagramm dokumentiert
 5. ab 13:08 Uhr Pumpeneinbau bei 52,3 m
 6. um 13:30 Uhr Einschalten der Pumpe, GW-Förderrate laut Angabe des Auftraggebers: 38,8 m³/h, (nach Bohrlochgeophysik ca. 25 m³/h)
 7. 14:04-14:30 Uhr fünf SAL/TEMP/FLOW-Messfahrten, Messungen wurden nicht dokumentiert, da Messkurven abschnittsweise stark durch Feststoffe im Wasser gestört waren
 8. 14:32-14:40 Uhr SAL/TEMP/FLOW-1-1
 9. 14:42-14:50 Uhr SAL/TEMP/FLOW-1-2, Beleg
 10. 14:55-15:03 Uhr SAL/TEMP-1-3, 2. Beleg
 11. 15:05 Uhr Ausschalten und Ausbau der Pumpe
 12. 15:46-15:57 Uhr SAL/TEMP-2-0, (TFL-0)
 13. 16:15-16:33 Uhr in zwei Etappen Setzen von vier NaCl-Tracerwolken zuerst bei 123 m und 108 m und anschließend bei 81 und 60 m
 14. 16:39-16:49 Uhr SAL/TEMP-2-1, (TFL-0-1)
 15. 16:53-17:03 Uhr SAL/TEMP-2-2, (TFL-0-2)
 16. 17:10-17:21 Uhr SAL/TEMP-2-3, (TFL-0-3)
 17. 17:30-17:42 Uhr SAL/TEMP-2-4, (TFL-0-4)
- Der Pumpenservice während der dynamischen Messungen erfolgte durch den Auftraggeber. Die GW-Förderrate betrug während der SAL/TEMP/FLOW-1-1/2/3-Messungen laut Angabe des Auftraggebers 38,8 m³/h. In Auswertung der Flowmetermessungen wurden Pumpraten von ca. 25 m³/h bestimmt.
- Die Flowmetermesswerte wurden jeweils unter Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit und des Bohrdurchmessers in vertikale Fließraten (FLOW.Q) umgerechnet.
- Um die Aussagesicherheit der hydrodynamischen Messungen zu erhöhen, wurden sowohl im „Ruhezustand“ als auch unter Betriebsbedingungen jeweils mehrere Belegmessungen durchgeführt. Zur Kalibrierung der Flowmetersonde erfolgten außerdem im Bereich der Stahlrohre Kalibriermessungen, die nicht in beiliegendem Messdiagramm dokumentiert wurden.
- Sämtliche SAL-Messungen wurden auf eine Temperatur T = 25 °C umgerechnet.

- Die Tracer-Fluid-Logging-Messungen (TFL-0) erfolgten im Anschluss an die unter GW-Förderbedingungen durchgeführten dynamischen Messungen bei, wobei sich noch keine stationären Verhältnisse im Bohrloch wieder eingestellt hatten.

4. Ergebnisse der geophysikalischen Untersuchungen

- Die während dieser Messkampagne gewonnenen geophysikalischen Mess- und Interpretationsergebnisse wurden im beiliegenden Anlagen ausgewertet und grafisch dargestellt:
 - Anlage 1: Bohrlochmessdiagramm „Geophysikalische Untersuchung der Aufschlussbohrung Cessange FRE-1-30
 - Anlage 2a: Bohrlochverlaufsmessung / Ergebnisse - Bohrung Cessange FRE-1-30
 - Anlage 2b: Bohrlochverlaufsmessung / Horizontalprojektion - Bohrung Cessange FRE-1-30
 - Anlage 2c: Bohrlochverlaufsmessung / Vertikaltalprojektion - Bohrung Cessange FRE-1-30
 - Anlage 3a: Bohrlochverlaufsmessung / Ergebnisse - Bohrung Cessange FRE-1-30, (bezogen auf Rohrschuh)
 - Anlage 3b: Bohrlochverlaufsmessung / Horizontalprojektion - Bohrung Cessange FRE-1-30, (bezogen auf Rohrschuh)
 - Anlage 3c: Bohrlochverlaufsmessung / Vertikaltalprojektion - Bohrung Cessange FRE-1-30, (bezogen auf Rohrschuh)
- Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

4.1 Zustand des Bohrloches

- Das zu untersuchende Bohrloch war mit allen eingesetzten Sonden problemlos bis zur angegebenen Bohrteufe von 140,5 m befahrbar. Nach Bohrlochgeophysik ist das Bohrloch mindestens 141 m tief. Der unterste Messwert wurde in einer Tiefe von 140,95 m registriert.
- Das zu untersuchende Bohrloch weist eine leichte Neigung auf (Anlage 2a - 2c und Anlage 3a - 3c)). Sie beträgt im Bereich der Geländeoberkante schon 0,69 Grad, nimmt bis zur Teufe von 10 m bis auf 1 Grad zu und variiert unterhalb dieser Teufe bis 140,6 m zwischen 0,24 und 1,39 Grad. Da im Bereich des Stahlrohres die Neigungsrichtung nicht bestimmt werden kann, wurde für die Berechnung des Bohrlochverlaufes die direkt unterhalb des Rohrschuhs registrierten Azimutwerte zu Grunde gelegt. Danach beträgt bei einer Teufenreduktion von 0,02 m die horizontale Abweichung im letzten Messpunkt maximal 1,41 m im Winkel von 260,95 Grad. Auf Grund der Unsicherheiten bei der Bestimmung der Neigungsrichtung im Bereich des Stahlrohres wurde als zweite Variante der Bohrungsverlauf unterhalb des Rohrschuhs berechnet (Anlage 3a - 3c). Der Fußpunkt der Bohrung weicht vom Rohrschuh ca. 0,5 m in horizontaler Richtung im Winkel von 245,88 Grad ab.

- Zum Zeitpunkt der Untersuchung befand sich im oberen Bohrungsabschnitt bis zur Teufe von 54,5 m ein Stahlsperrohr, dessen Innendurchmesser 346 mm betrug und das laut Aussage des Auftraggebers zementiert war.
- Nach CAL lässt sich unterhalb des Rohrschuhs der Zustand des offenen Bohrlochs wie folgt charakterisieren:

54,5	-	87,0 m	glatte Bohrlochwand, Durchmesser: 340 mm, unterhalb von 68 m leicht ovaler Bohrlochquerschnitt, Durchmesser variiert in X- und Y-Richtung zwischen: 330 und 360 mm bei 57,2 m geringfügiger, engbegrenzter Kaliberausbruch auf 370 mm
87,0	-	91,3 m	raue, unregelmäßig, teilweise einseitig ausgebrochene Bohrlochwand mit Kalibererweiterung bei 99,6 m bis auf 700 mm
91,3	-	97,5 m	leicht angeraute Bohrlochwand, Durchmesser variiert zwischen 340 - 360 mm
97,5	-	103,5 m	raue und unregelmäßig, teilweise einseitig ausgebrochene Bohrlochwand, Bohrungsdurchmesser variiert zwischen 320 - 480 mm
103,5	-	113,4 mm	leicht angeraute Bohrlochwand, Durchmesser variiert zwischen 320 - 350 mm
113,4	-	115,4 mm	raue und unregelmäßig, teilweise einseitig ausgebrochene Bohrlochwand, Bohrungsdurchmesser variiert zwischen 330 - 490 mm
115,4	-	122,0 m	wellige Bohrlochwand, Durchmesser: 320 - 350 mm
122,0	-	141,0 m	relativ glatte Bohrlochwand, leicht ovaler Bohrlochquerschnitt: 315 - 340 mm

4.2 Lithologische Verhältnisse

- Oberhalb von 54,5 m, im Bereich des Stahlsperrohres, sind auf der Basis der durchgeführten Bohrlochmessungen keine Aussagen zu den geologischen Verhältnissen des umgebenden Gebirges möglich. Unterhalb dieser Teufe lassen sich die anstehenden Gesteine in Anlehnung an das zur Verfügung gestellte geologische Schichtenverzeichnis in Auswertung der GR-, IL.RA- und FEL-Messung und unter Hinzuziehung des Kaliber-Logs wie folgt gliedern:

-	54,5 m	nicht bestimmbar
-	68,6 m	Mergelstein
-	81,5 m	Mergelstein mit Kalkmergelsteinlagen
-	87,0 m	enge Wechsellagerung: Mergelstein und Kalkmergelstein
-	89,0 m	Mergelstein, klüftig?
-	89,6 m	Kalkmergelstein, klüftig
-	93,5 m	Sandstein, im oberen Abschnitt klüftig
-	97,5 m	Sandstein, dicht
-	103,5 m	Sandstein, klüftig
-	108,0 m	Sandstein, zum Liegenden zunehmend feinkörnig
-	113,5 m	Feinsandstein mit feinen Mergelstein-Bändern und -Lagen
-	115,0 m	Sandstein, klüftig
-	115,5 m	Mergelstein, klüftig

- 120,4 m Feinsandstein
 - 120,6 m Mergelstein
 - 128,4 m feine Wechsellagerung: Feinsandstein und Mittelsandstein
 - 140,5 m Feinsandstein
- Nach Bohrlochgeophysik lassen sich im untersuchten Teufenbereich zwei lithologisch unterschiedliche geologische Großeinheiten aushalten.
 - Zwischen Rohrschuh und 89,6 m handelt es sich um einen Mergelstein- / Kalkmergelsteinkomplex, der im oberen Abschnitt, bis zur Teufe von 68,6 m, eine homogene Zusammensetzung aufweist. Nach GR scheint hier der Tongehalt sehr hoch zu sein. Darunter bis 89,6 m folgt eine Wechsellagerung von Mergelstein und Kalkmergelstein. In diesem Abschnitt variieren die Ton- und Kalkgehalte sehr stark. Der gesamte Komplex scheint sehr fest zu sein und wenige Klüfte aufzuweisen. Nur im Basisbereich stellen die rauen Bohrlochwandungen ein Indiz für das Vorhandensein von Kluftstrukturen dar.
 - Im Liegenden des Mergelstein / Kalkmergelsteinkomplexes wurden durch die Bohrung Sandsteine aufgeschlossen. Oberhalb von 103,5 m dominieren gröbere Sandsteine. Mit größerer Teufe nimmt der Feinkornanteil zu. Ab 108,0 m handelt es sich hauptsächlich um Feinsandsteine, in die bis zur Teufe von 120,8 m Mergelstein-Lagen und Mergelstein-Bänder eingeschaltet sind.
 - In den Bereichen 89,0 - 91,3 m, 97,5 - 103,5 m und 113,5 - 115,5 m sind die durch das Kaliber-Log angezeigten Kalibererweiterungen als Indiz für das Vorhandensein von offenen Kluftzonen zu werten.

4.3 Hydrodynamische und physikochemische Verhältnisse

- Zu Beginn der Untersuchung wurde der Wasserspiegel im Bohrloch bei 41,65 m gelotet. Mittels Flowmeter waren unter diesen Randbedingungen keine Wasserbewegungen im Bohrloch nachweisbar. Die durchgeführten Messungen wurden durch die im Wasser befindlichen Feststoffpartikel streckenweise stark gestört. Außerdem waren die Fließbewegungen, die im „Ruhezustand“ im Bohrloch stattfanden, zu gering, sodass sie durch das Flowmeter nicht erkannt werden können. Die stufenförmigen SAL/TEMP-0-1- und SAL/TEMP-0-2-Messungen lassen jedoch vermuten, dass sich nach dem in der Vergangenheit erfolgten Pumpenbetrieb im Bohrloch ein Gleichgewichtszustand eingestellt hat. Danach, wenn fanden nur noch sehr geringe Fließbewegungen im Bohrloch statt.
- Das Tracer-Fluid-Logging (SAL/TEMP-2-0 bis 2-4) wurde nach den dynamischen Untersuchungen unter Betriebsbedingungen durchgeführt. Die erste Messfahrt (SAL/TEMP-2-0) wurde ca. 41 Minuten nach dem Ausschalten der Unterwasserpumpe gestartet. Während des Tracer-Fluid-Loggings herrschten instationäre Randbedingungen. Der zu Beginn der einzelnen SAL/TEMP-Messungen registrierte Wasserspiegel änderte sich während der Untersuchungszeit wie folgt:
 - SAL/TEMP-2-0 (41 Minuten nach Ausschalten der Pumpe): 43,0 m
 - SAL/TEMP-2-1 (94 Minuten nach Ausschalten der Pumpe): 42,5 m
 - SAL/TEMP-2-2 (108 Minuten nach Ausschalten der Pumpe): 42,4 m
 - SAL/TEMP-2-3 (125 Minuten nach Ausschalten der Pumpe): 42,35 m
 - SAL/TEMP-2-4 (145 Minuten nach Ausschalten der Pumpe): 42,3 m
- Die Fließvorgänge im Bohrloch lassen sich unter diesen Randbedingungen ohne Grundwasserförderung bei leicht ansteigendem Wasserspiegel wie folgt beschreiben:

0	-	54,5 m	vertikale Fließbewegungen im Bereich des Stahlsperrohres wurden nicht festgestellt, das Untersuchungsprogramm war auch nicht auf die Klärung von Fließvorgängen in diesem Teufenbereich ausgerichtet
54,5	-	89,0 m	Grundwasserzuflüsse nicht nachweisbar
89,0	-	93,5 m	Grundwasserzuflüsse nicht quantifizierbar
93,5	-	97,5 m	von oben nach unten gerichtete Wasserbewegung nicht quantifizierbar
97,5	-	103,5 m	mögliche Grundwasserzuflüsse oder Wasserverluste
103,5	-	113,5 m	0,2 m ³ /h von oben nach unten gerichtete Wasserbewegung
113,5	-	116,3 m	0,2 m ³ /h Grundwasserverlust
116,3	-	140,5 m	von oben nach unten gerichtete Wasserbewegung nicht nachweisbar

- Im Untersuchungszeitraum von ca. 41 Minuten bis ca. 2,5 h nach dem Ausschalten der Pumpe fanden zwischen 89,0 und 116,3 m von oben nach unten gerichtete Wasserbewegungen von insgesamt ca. 200 l/h statt. Oberhalb und unterhalb dieser Teufen waren keine Wasserbewegungen nachweisbar.
- Unter Betriebsbedingungen bei einer GW-Förderrate von 25 m³/h stellten sich die Anströmverhältnisse im Bereich des offenen Bohrloches wie folgt dar:

Teufe [m]			Grundwasserzulauf bei GW-Förderung von 25 m ³ /h	
			[%]	[m ³ /h]
54,5 m	-	89,0 m	Grundwasserzuflüsse nicht nachweisbar	
89,0 m	-	93,5 m	14	3,5
93,5 m	-	97,5 m	0	0,0
97,5 m	-	103,5 m	54	13,5
103,5 m	-	113,5 m	0	0,0
113,5 m	-	116,3 m	30,5	7,6
116,3 m	-	134,5 m	0	0,0
134,5 m	-	135,2 m	1,5*	0,4*
135,2 m	-	137,8 m	0	0,0
137,8 m	-	138,5 m	1,5*	0,4*
138,5 m	-	140,5 m	0	0,0

* In Summe beträgt der Grundwasserzulauf in diesen beiden Bohrungsabschnitten 1,5 % der Förderrate bzw. 0,4 m³/h

- Die untersuchte Bohrung weist eine eher mäßige Ergiebigkeit auf. Bei einer GW-Förderrate von 25 m³/h sank der Wasserspiegel im Bohrloch von 41,65 m um 9,6 m auf 51,45 m. Das entspricht einer spezifischen Ergiebigkeit von 2,6 m³/h/1 m Absenkung.
- Durch die Flowmetermessungen konnten 3 Zuflussbereiche unterschiedlicher Ergiebigkeit ausgehalten werden. Die Speisung des Bohrloches erfolgt offensichtlich über offene Kluftzonen. An Poren gebundene Grundwasserzuflüsse spielen anscheinend nur eine untergeordnete Rolle. Sie sind so gering, dass sie im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen nicht nachgewiesen werden konnten.

- Die höchsten Zuflussraten von 54 und 30,5 % der Gesamtförderrate waren in den Bereichen von 97,5 - 103,5 m und 113,5 - 116,3 m zu verzeichnen. Der Anteil des eintretenden Grundwassers im Bereich von 89,0 - 93,5 m betrug ca. 14% des geförderten Wassers. Durch die SAL-Messung wurden ferner im Bereich von 134,5 - 138,5 m zwei Zuflusszonen geringer Ergiebigkeit von insgesamt 1,5 % festgestellt, die jedoch erst bei stärkerer Wasserspiegelabsenkung aktiviert wurden.
- In folgenden Bohrungsabschnitten wurden keine Wassereintritte festgestellt: 54,5 - 89,0 m, 93,5 - 97,5 m, 103,5 - 113,5 m, 116,3 - 134,5 m, 135,2 - 137,8 m, 138,5 - 140,5 m
- Aussagen zum Mineralisationsgrad der in unterschiedlichen Teufen ins Bohrloch eintretenden Wässer sind mit großen Unsicherheiten behaftet, da aus dem Verlauf der SAL-Messkurven vermutet wird, dass die im Bohrloch befindlichen Wässer noch stark von Bohrprozess beeinflusst sind und somit nicht repräsentativ für die in unterschiedlichen Tiefen im Gebirge gespeicherten Grundwässer sind. Es wird vermutet, dass die elektrische Leitfähigkeit der Grundwässer im umgebenden Gebirge zwischen 0,5 und 0,6 mS/cm (bezogen auf T = 25 °C) variiert.

B1m

BOHRLOCHMESSUNG - STORKOW GMBH

Schützenstraße 33
D - 15859 Storkow

Tel./Fax: 033678-436 30 / 436 31
E-Mail: geophysik@bohrlochmessung-storkow.de

Geophysikalische Untersuchung
der Aufschlussbohrung
Cessange FRE-1-30

Auftraggeber: GEOMECHANIK Wasser- und Umwelttechnik GmbH

Projekt: Bohrung Tubishaff

Standort: Zessingen, Ecke Rue Kohlenberg / Rue Tubis

Kreis/Stadtbezirk: Stadt Luxemburg

Land: Luxemburg

Messbezugspunkt: GOK

geogr. Breite [°]: N49.58667

Teufenmaßstab

Messbezugsp. über NN:

geogr. Länge [°]: E06.10942

1:200

Datum der Bearbeitung: 12.05.2015

Bearbeiter: Fr. S. Mücke / Dipl.-Geologe W. Klink

Beicht Nr.: Anlage Nr.: 1

Bohrloch- und Einsatzdaten:

Messensatz-Nr.: 1

Messdatum: 11.03.2015

Auftrags-Nr.: 150234

Ausführender: Hr. W. Loos

Beobachter:

Messwagen/Apparatur: M44 / Antares

Bohrtiefe [m]: 140,50

Rohrschuh n. Bohrm. [m]: 54,30

Rohrschuh n. Blm. [m]: 54,50

Bohrdurchmesser [mm]: 311

Verrohrung: 346 mm

Spülung: Wasser

Messbereich von [m]: -1,40

Messbereich bis [m]: 140,95

Bemerkungen:

- GOK: Geländeoberkante

- Der Pumpenservice während der dynamischen Messungen (SAL/TEMP/FLOW-1) erfolgte durch den Auftraggeber.

- Pumpentiefe: 52,3 m, GW-Förderate nach Bohrlochgeophysik 25 m³/h, GW-Förderung erfolgte im Zeitraum von 13:30 - 15:00 Uhr

- Das Tracer-Fluid-Logging erfolgte unter GW-Förderung, nach den durchgeführten dynamischen Messungen nach WSP-Wiederanstieg. Als Tracer wurde NaCl verwendet.

Mess- und Gerätedaten:

Einzel-Nr.

Messverfahren

Typ

Nr.

Spacing [cm]

Quellen-Nr.

strecke von / bis

rich-tung

geschw. [m/min]

Teufenschritt [cm]

Glättung [Punkte]

Bemerkungen

1 CAL-X-1

4-Arm-Kalber-Log

CAR4

3

-1,40 140,70

auf

6,0

5

in X-Richtung

1 CAL-Y-1

4-Arm-Kalber-Log

CAR4

3

-1,40 140,70

auf

6,0

5

in Y-Richtung

1 CAL-X-2

4-Arm-Kalber-Log

CaK

25

-0,40 140,95

auf

6,0

5

in X-Richtung

1 CAL-Y-2

4-Arm-Kalber-Log

CaK

25

-0,40 140,95

auf

6,0

5

in Y-Richtung

1 BA-DV

4-Arm-Kalber-Log, Neigung

CAR4

3

-1,29 140,61

auf

6,0

5

1 CAL-3D

4-Arm-Kalber-Log, 3D-Darstellung

CAR4

3

-1,09 140,95

auf

6,0

5

1 GR-1

Gamma-Ray-Log

GRILF

3

47,95 140,01

auf

4,0

5

1 GR-2

Gamma-Ray-Log

GRFEL

14

49,05 141,05

auf

4,0

5

Belagmessung

1 IL-RA

Induktions-Log, spez. elektr. Widerstand

GRILF

3

48,06 140,76

auf

4,0

5

1 FEL

Fokussiertes Elektro-Log

GRFEL

14

48,20 140,45

auf

4,0

5

1 FLOW-Q-0-1

Impellerflowmeter-Log, vertikale Fließrate

STpF1

2

41,60 140,50

ab

10,0

5

(12:17 - 12:33 Uhr) Nullmessung

1 FLOW-Q-0-2

Impellerflowmeter-Log, vertikale Fließrate

STpF1

2

41,60 140,70

ab

10,0

5

(12:35 - 12:45 Uhr) Nullmessung, Belag

1 FLOW-Q-1-1

Impellerflowmeter-Log, vertikale Fließrate

STpF1

2

60,10 140,50

ab

10,0

5

(14:32 - 14:40 Uhr) GW-Förderate: 25 m³/h

1 FLOW-Q-1-2

Impellerflowmeter-Log, vertikale Fließrate

STpF1

2

60,15 140,65

ab

10,0

5

(14:42 - 15:03 Uhr) GW-Förderate: 25 m³/h, Belag

1 SIT-0-1

Elektrisches Leitfähigkeits-/Temperatur-Log

STpF1

2

37,39 138,84

ab

10,0

5

(12:17 - 12:27 Uhr) Nullmessung

1 SIT-0-2

Elektrisches Leitfähigkeits-/Temperatur-Log

STpF1

2

98,72 140,72

ab

10,0

5

(12:42 - 12:45) Nullmessung, Belag

1 SIT-1-1

Elektrisches Leitfähigkeits-/Temperatur-Log

STpF1

2

60,33 138,83

ab

10,0

5

(14:32 - 14:40 Uhr) GW-Förderate: 25 m³/h

1 SIT-1-2

Elektrisches Leitfähigkeits-/Temperatur-Log

STpF1

2

60,38 138,98

ab

10,0

5

(14:42 - 14:50 Uhr) GW-Förderate: 25 m³/h, 1. Belag

1 SIT-1-3

Elektrisches Leitfähigkeits-/Temperatur-Log

STpF1

2

60,38 138,68

ab

10,0

5

(14:52 - 15:03 Uhr) GW-Förderate: 25 m³/h, 2. Belag

1 SIT-2-0

Elektrisches Leitfähigkeits-/Temperatur-Log

STpF1

2

39,72 140,03

ab

10,0

5

(15:46 - 15:57 Uhr) TFL-0-Nullmessung

1 SIT-2-1

Elektrisches Leitfähigkeits-/Temperatur-Log

STpF1

2

41,08 139,28

ab

10,0

5

(16:39 - 16:49 Uhr) TFL-0

1 SIT-2-2

Elektrisches Leitfähigkeits-/Temperatur-Log

STpF1

2

39,38 138,87

ab

10,0

5

(16:53 - 17:03 Uhr) TFL-0

1 SIT-2-3

Elektrisches Leitfähigkeits-/Temperatur-Log

STpF1

2

39,91 138,66

ab

10,0

5

(17:10 - 17:21 Uhr) TFL-0

1 SIT-2-4

Elektrisches Leitfähigkeits-/Temperatur-Log

STpF1

2

40,00 139,65

ab

10,0

5

(17:30 - 17:42 Uhr) TFL-0

Teufe

1:200

CAL-X-1

mm

CAL-Y-1

mm

CAL-X-2

mm

CAL-Y-2

mm

BA-DV

mm

Stahlspernmohr

0

700

CAL.3D

FEL

Ohmm

IL-RA

Ohmm

GR-1

API

GR-2

API

-100

1300

0

140

Lithologie nach Bohrdokumentation

Lithologie nach Bohrlochgeophysik

FLOW-Q-0-1

m³/h

FLOW-Q-0-2

m³/h

FLOW-Q-1-1

m³/h

FLOW-Q-1-2

m³/h

Hydrodynamische Verhältnisse

SAL-0-1

m³/om

SAL-0-2

m³/om

SAL-1-1

m³/om

SAL-1-2

m³/om

SAL-1-3

m³/om

SAL-2-0

m³/om

Wasser aus dem Bohrprozess

Wasser aus dem untersten Grundwasserzulaufhorizont

TEMP-0-1

°C

TEMP-0-2

°C

TEMP-1-1

°C

TEMP-1-2

°C

TEMP-1-3

°C

TEMP-2-0

°C

TEMP-2-1

°C

TEMP-2-2

°C

TEMP-2-3

°C

TEMP-2-4

°C

12

1200

0

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100

110

120

130

140

150

0,00m

GOK

0,00m

GOK

6,00m

S, X

37,00m

Sst, Tel

39,00m

Tel

50,00m

Mat, Kat

54,50m

Mat

66,00m

Mat mit Kiesel-Lagen

81,00m

Mat

87,00m

Mat, Kat

88,00m

Mat, Kat

89,00m

Mat, Kat

93,00m

Mat, Kat

97,00m

Mat, Kat

103,00m

Mat, Kat

109,00m

Mat, Kat

113,00m

Mat, Kat

115,00m

Mat, Kat

121,00m

Mat

126,00m

Mat

127,00m

Mat

136,00m

Mat

140,00m

Ende

Untersuchungstiefe

0,00m

GOK

0,00m

GOK

6,00m

S, X

37,00m

Sst, Tel

39,00m

Tel

50,00m

Mat, Kat

54,50m

Mat

66,00m

Mat mit Kiesel-Lagen

81,00m

Mat

87,00m

Mat, Kat

88,00m

Mat, Kat

89,00m

Mat, Kat

93,00m

Mat, Kat

97,00m

Mat, Kat

103,00m

Mat, Kat

109,00m

Mat, Kat

113,00m

Mat, Kat

115,00m

Mat, Kat

121,00m

Mat

126,00m

Mat

127,00m

Mat

136,00m

Mat

140,00m

Ende

Untersuchungstiefe

0,00m

GOK

0,00m

GOK

6,00m

S, X

37,00m

Sst, Tel

39,00m

Tel

50,00m

Mat, Kat

54,50m

Mat

66,00m

Mat mit Kiesel-Lagen

81,00m

Mat

87,00m

Mat, Kat

88,00m

Mat, Kat

89,00m

Mat, Kat

93,00m

Mat, Kat

97,00m

Mat, Kat

103,00m

Mat, Kat

109,00m

Mat, Kat

113,00m

Mat, Kat

115,00m

Mat, Kat

121,00m

Mat

126,00m

Mat

127,00m

Mat

136,00m

Mat

140,00m

Ende

Untersuchungstiefe

0,00m

GOK

0,00m

GOK

6,00m

S, X

37,00m

Sst, Tel

39,00m

Tel

50,00m

Mat, Kat

54,50m

Mat

66,00m

Mat mit Kiesel-Lagen

81,00m

Mat

87,00m

Mat, Kat

88,00m

Mat, Kat

89,00m

Mat, Kat

93,00m

Mat, Kat

97,00m

Mat, Kat

103,00m

Mat, Kat

109,00m

Mat, Kat

113,00m

Mat, Kat

115,00m

Mat, Kat

121,00m

Mat

126,00m

Mat

127,00m

Mat

136,00m

Mat

140,00m

Ende

Untersuchungstiefe

0,00m

GOK

0,00m

GOK

6,00m

S, X

37,00m

Sst, Tel

39,00m

Tel

50,00m

Mat, Kat

54,50m

Mat

66,00m

Mat mit Kiesel-Lagen

81,00m

Mat

87,00m

Mat, Kat

88,00m

Mat, Kat

89,00m

Mat, Kat

93,00m

Mat, Kat

97,00m

Mat, Kat

103,00m

Mat, Kat

109,00m

Mat, Kat

113,00m

Mat, Kat

115,00m

Mat, Kat

121,00m

Mat

126,00m

Mat

127,00m

Mat

136,00m

Mat

140,00m

Ende

Untersuchungstiefe

0,00m

GOK

0,00m

GOK

6,00m

S, X

37,00m

Sst, Tel

39,00m

Tel

50,00m

Mat, Kat

54,50m

Mat

66,00m

Mat mit Kiesel-Lagen

81,00m

Mat

87,00m

Mat, Kat

88,00m

Mat, Kat

89,00m

Mat, Kat

93,00m

Mat, Kat

97,00m

Mat, Kat

103,00m

Mat, Kat

109,00m

Mat, Kat

113,00m

Mat, Kat

115,00m

Mat, Kat

121,00m

Mat

126,00m

Mat

127,00m

Mat

136,00m

Mat

140,00m

Ende

Untersuchungstiefe

0,00m

GOK

0,00m

GOK

6,00m

S, X

37,00m

Sst, Tel

39,00m

Tel

50,00m

Mat, Kat

54,50m

Mat

66,00m

Mat mit Kiesel-Lagen

81,00m

Mat

87,00m

Mat, Kat

88,00m

Mat, Kat

89,00m

Mat, Kat

93,00m

Mat, Kat

97,00m

Mat, Kat

103,00m

Mat, Kat

109,00m

Mat, Kat

113,00m

Mat, Kat

115,00m

Mat, Kat

121,00m

Mat

126,00m

Mat

127,00m

Mat

136,00m

Mat

140,00m

Ende

Untersuchungstiefe

0,00m

GOK

0,00m

GOK

6,00m

S, X

37,00m

Sst, Tel

39,00m

Tel

50,00m

Mat, Kat

54,50m

Mat

66,00m

Mat mit Kiesel-Lagen

81,00m

Mat

87,00m

Mat, Kat

88,00m

Mat, Kat

89,00m

Mat, Kat

93,00m

Mat, Kat

97,00m

Mat, Kat

103,00m

Mat, Kat

109,00m

Mat, Kat

113,00m

Mat, Kat

115,00m

Mat, Kat

121,00m

Mat

126,00m

Mat

127,00m

Mat

136,00m

Mat

140,00m

Ende

Untersuchungstiefe

0,00m

GOK

0,00m

GOK

6,00m

S, X

37,00m

Sst, Tel

39,00m

Tel

50,00m

Mat, Kat

54,50m

Mat

66,00m

Mat mit Kiesel-Lagen

81,00m

Mat

87,00m

Mat, Kat

88,00m

Mat, Kat

89,00m

Mat, Kat

93,00m

Mat, Kat

97,00m

Mat, Kat

103,00m

Mat, Kat

109,00m

Mat, Kat

113,00m

Mat, Kat

115,00m

Mat, Kat

121,00m

Mat

126,00m

Mat

127,00m

Mat

136,00m

Mat

140,00m

Ende

Untersuchungstiefe

0,00m

GOK

0,00m

GOK

6,00m

S, X

37,00m

Sst, Tel

39,00m

Tel

50,00m

Mat, Kat

54,50m

Mat

66,00m

Mat mit Kiesel-Lagen

81,00m

Mat

87,00m

Mat, Kat

88,00m

Mat, Kat

89,00m

Mat, Kat

93,00m

Mat, Kat

97,00m

Mat, Kat

103,00m

Mat, Kat

109,00m

Mat, Kat

113,00m

Mat, Kat

115,00m

Mat, Kat

121,00m

Mat

126,00m

Mat

127,00m

Mat

136,00m

Mat

140,00m

Ende

Untersuchungstiefe

0,00m

GOK

0,00m

GOK

6,00m

S, X

37,00m

Sst, Tel

39,00m

Tel

50,00m

Mat, Kat

54,50m

Mat

66,00m

Mat mit Kiesel-Lagen

81,00m

Mat

87,00m

Mat, Kat

88,00m

Mat, Kat

89,00m

Mat, Kat

93,00m

Mat, Kat

97,00m

Mat, Kat

103,00m

Mat, Kat

109,00m

Mat, Kat

113,00m

Mat, Kat

115,00m

Mat, Kat

121,00m

Mat

126,00m

Mat

127,00m

Mat

136,00m

Mat

140,00m

Ende

Untersuchungstiefe

0,00m

GOK

0,00m

GOK

6,00m

S, X

37,00m

Sst, Tel

39,00m

Tel

50,00m

Mat, Kat

54,50m

Mat

66,00m

Mat mit Kiesel-Lagen

81,00m

Mat

87,00m

Mat, Kat

88,00m

Mat, Kat

89,00m

Mat, Kat

93,00m

Mat, Kat

97,00m

Mat, Kat

103,00m

Mat, Kat

109,00m

Mat, Kat

113,00m

Mat, Kat

115,00m

Mat, Kat

121,00m

Mat

126,00m

Mat

127,00m

Mat

136,00m

Mat

140,00m

Ende

Untersuchungstiefe

0,00m

GOK

0,00m

GOK

6,00m

S, X

37,00m

Sst, Tel

39,00m

Tel

50,00m

Mat, Kat

54,50m

Mat

66,00m

Mat mit Kiesel-Lagen

81,00m

Mat

87,00m

Mat, Kat

88,00m

Mat, Kat

89,00m

Mat, Kat

93,00m

Mat, Kat

97,00m

Mat, Kat

103,00m

Mat, Kat

109,00m

Mat, Kat

113,00m

Mat, Kat

115,00m

Mat, Kat

121,00m

Mat

126,00m

Mat

127,00m

Mat

136,00m

Mat

140,00m

Ende

Untersuchungstiefe

0,00m

GOK

0,00m

GOK

6,00m

S, X

37,00m

Sst, Tel

39,00m

Tel

50,00m

Mat, Kat

54,50m

Mat

66,00m

Mat mit Kiesel-Lagen

81,00m

Mat

87,00m

Mat, Kat

88,00m

Mat, Kat

89,00m

Mat, Kat

93,00m

Mat, Kat

97,00m

Mat, Kat

103,00m

Mat, Kat

109,00m

Mat, Kat

113,00m

Mat, Kat

115,00m

Mat, Kat

121,00m

Mat

126,00m

Mat

127,00m

Mat

136,00m

Mat

140,00m

Ende

Untersuchungstiefe

0,00m

GOK

0,00m

GOK

6,00m

S, X

37,00m

Sst, Tel

39,00m

Tel

50,00m

Mat, Kat

54,50m

Mat

66,00m

Mat mit Kiesel-Lagen

81,00m

Mat

87,00m

Mat, Kat

88,00m

Mat, Kat

89,00m

Mat, Kat

93,00m

Mat, Kat

97,00m

Mat, Kat

103,00m

Mat, Kat

109,00m

Mat, Kat

113,00m

Mat, Kat

115,00m

Mat, Kat

121,00m

Mat

126,00m

Mat

127,00m

Mat

136,00m

Mat

140,00m

Ende

Untersuchungstiefe

0,00m

GOK

0,00m

GOK

6,00m

S, X

37,00m

Sst, Tel

39,00m

Tel

50,00m

Mat, Kat

54,50m

Mat

66,00m

Mat mit Kiesel-Lagen

81,00m

Mat

87,00m

Mat, Kat

88,00m

Mat, Kat

89,00m

Mat, Kat

93,00m

Mat, Kat

97,00m

Mat, Kat

103,00m

Mat, Kat

109,00m

Mat, Kat

113,00m

Mat, Kat

115,00m

Mat, Kat

121,00m

Mat

126,00m

Mat

127,00m

Mat

136,00m

Mat

140,00m

Ende

Untersuchungstiefe

0,00m

GOK

0,00m

GOK

6,00m

S, X

37,00m

Sst, Tel

39,00m

Tel

50,00m

Mat, Kat

54,50m

Mat

66,00m

Mat mit Kiesel-Lagen

81,00m

Mat

87,00m

Mat, Kat

88,00m

Mat, Kat

89,00m

Mat, Kat

93,00m

Mat, Kat

97,00m

Mat, Kat

103,00m

Mat, Kat

109,00m

Mat, Kat

113,00m

Mat, Kat

115,00m

Mat, Kat

121,00m

Mat

126,00m

Mat

127,00m

Mat

136,00m

Mat

140,00m

Ende

Untersuchungstiefe

0,00m

GOK

0,00m

GOK

6,00m

S, X

37,00m

Sst, Tel

39,00m

Tel

50,00m

Mat, Kat

54,50m

Mat

66,00m

Mat mit Kiesel-Lagen

81,00m

Mat

87,00m

Mat, Kat

88,00m

Mat, Kat

89,00m

Mat, Kat

93,00m

Mat, Kat

97,00m

Mat, Kat

103,00m

Mat, Kat

109,00m

Mat, Kat

113,00m

Mat, Kat

115,00m

Mat, Kat

121,00m

Mat

126,00m

Mat

127,00m

Mat

136,00m

Mat

140,00m

Ende

Untersuchung



BOHRLOCHMESSUNG - STORKOW GmbH
 Schützenstraße 33
 D-15859 Storkow

Anlage: 2a

Tel./Fax: 033678 43630 / 43631
 e-Mail: geophysik@blm-storkow.de

Bohrlochverlaufsmessung / Ergebnisse

Projekt:	Bohrung Tubishaff	Datum:	11.03.2015
Bohrung:	Cessange FRE-1-30	Messtechniker:	Herr W. Loos
Auftraggeber:	GEOMECHANIK Woringen	Messapparatur:	M44 / Antares
Auftragsnr:	150234	Bearbeiter/Datum:	W. Klink/11.05.15
Bezugspunkt:	GOK		

flache Teufe [m]	Neigung [Grad]	Azimut [Grad]	E-Abw. [m]	N-Abw. [m]	wahre Teufe [m]	Teufenred. [m]	horiz. Abw. [m]	Richtung [Grad]
0.00	0.69	270.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	270.00
1.00	0.60	270.00	-0.01	0.00	1.00	0.00	0.01	270.00
2.00	0.67	270.00	-0.02	0.00	2.00	0.00	0.02	270.00
3.00	0.72	270.00	-0.03	0.00	3.00	0.00	0.03	270.00
4.00	0.77	270.00	-0.05	0.00	4.00	0.00	0.05	270.00
5.00	0.79	270.00	-0.06	0.00	5.00	0.00	0.06	270.00
6.00	0.83	270.00	-0.08	0.00	6.00	0.00	0.08	270.00
7.00	0.87	270.00	-0.09	0.00	7.00	0.00	0.09	270.00
8.00	0.95	270.00	-0.11	0.00	8.00	0.00	0.11	270.00
9.00	0.96	270.00	-0.12	0.00	9.00	0.00	0.12	270.00
10.00	1.01	270.00	-0.14	0.00	10.00	0.00	0.14	270.00
11.00	1.03	270.00	-0.16	0.00	11.00	0.00	0.16	270.00
12.00	1.03	270.00	-0.18	0.00	12.00	0.00	0.18	270.00
13.00	1.04	270.00	-0.20	0.00	13.00	0.00	0.20	270.00
14.00	1.08	270.00	-0.22	0.00	14.00	0.00	0.22	270.00
15.00	1.09	270.00	-0.23	0.00	15.00	0.00	0.23	270.00
16.00	1.09	270.00	-0.25	0.00	16.00	0.00	0.25	270.00
17.00	1.08	270.00	-0.27	0.00	17.00	0.00	0.27	270.00
18.00	1.05	270.00	-0.29	0.00	18.00	0.00	0.29	270.00
19.00	1.01	270.00	-0.31	0.00	19.00	0.00	0.31	270.00
20.00	1.00	270.00	-0.33	0.00	20.00	0.00	0.33	270.00
21.00	1.04	270.00	-0.34	0.00	21.00	0.00	0.34	270.00
22.00	1.07	270.00	-0.36	0.00	22.00	0.00	0.36	270.00
23.00	1.07	270.00	-0.38	0.00	23.00	0.00	0.38	270.00
24.00	1.09	270.00	-0.40	0.00	24.00	0.00	0.40	270.00
25.00	1.09	270.00	-0.42	0.00	25.00	0.00	0.42	270.00
26.00	1.02	270.00	-0.44	0.00	26.00	0.00	0.44	270.00
27.00	0.95	270.00	-0.45	0.00	27.00	0.00	0.45	270.00
28.00	0.96	270.00	-0.47	0.00	28.00	0.00	0.47	270.00
29.00	0.96	270.00	-0.49	0.00	29.00	0.00	0.49	270.00
30.00	1.00	270.00	-0.50	0.00	30.00	0.00	0.50	270.00
31.00	1.01	270.00	-0.52	0.00	31.00	0.00	0.52	270.00
32.00	0.95	270.00	-0.54	0.00	32.00	0.00	0.54	270.00

flache Teufe [m]	Neigung [Grad]	Azimut [Grad]	E-Abw. [m]	N-Abw. [m]	wahre Teufe [m]	Teufenred. [m]	horiz. Abw. [m]	Richtung [Grad]
33.00	0.99	270.00	-0.56	0.00	33.00	0.00	0.56	270.00
34.00	0.99	270.00	-0.57	0.00	34.00	0.00	0.57	270.00
35.00	0.98	270.00	-0.59	0.00	34.99	0.01	0.59	270.00
36.00	0.97	270.00	-0.61	0.00	35.99	0.01	0.61	270.00
37.00	0.99	270.00	-0.62	0.00	36.99	0.01	0.62	270.00
38.00	0.98	270.00	-0.64	0.00	37.99	0.01	0.64	270.00
39.00	0.92	270.00	-0.66	0.00	38.99	0.01	0.66	270.00
40.00	0.91	270.00	-0.67	0.00	39.99	0.01	0.67	270.00
41.00	0.89	270.00	-0.69	0.00	40.99	0.01	0.69	270.00
42.00	0.88	270.00	-0.70	0.00	41.99	0.01	0.70	270.00
43.00	0.86	270.00	-0.72	0.00	42.99	0.01	0.72	270.00
44.00	0.85	270.00	-0.73	0.00	43.99	0.01	0.73	270.00
45.00	0.76	270.00	-0.75	0.00	44.99	0.01	0.75	270.00
46.00	0.75	270.00	-0.76	0.00	45.99	0.01	0.76	270.00
47.00	0.75	270.00	-0.77	0.00	46.99	0.01	0.77	270.00
48.00	0.75	270.00	-0.79	0.00	47.99	0.01	0.79	270.00
49.00	0.77	270.00	-0.80	0.00	48.99	0.01	0.80	270.00
50.00	0.81	270.00	-0.81	0.00	49.99	0.01	0.81	270.00
51.00	0.87	270.00	-0.83	0.00	50.99	0.01	0.83	270.00
52.00	0.90	270.00	-0.84	0.00	51.99	0.01	0.84	270.00
53.00	0.88	270.00	-0.86	0.00	52.99	0.01	0.86	270.00
54.00	0.89	270.00	-0.88	0.00	53.99	0.01	0.88	270.00
55.00	0.97	270.00	-0.89	0.00	54.99	0.01	0.89	270.00
56.00	1.11	270.00	-0.91	0.00	55.99	0.01	0.91	270.00
57.00	1.06	270.00	-0.93	0.00	56.99	0.01	0.93	270.00
58.00	1.03	268.39	-0.95	0.00	57.99	0.01	0.95	269.97
59.00	1.01	264.70	-0.97	0.00	58.99	0.01	0.97	269.87
60.00	0.99	266.19	-0.98	0.00	59.99	0.01	0.98	269.81
61.00	0.98	266.82	-1.00	0.00	60.99	0.01	1.00	269.76
62.00	0.97	267.50	-1.02	0.00	61.99	0.01	1.02	269.72
63.00	1.02	268.86	-1.04	-0.01	62.99	0.01	1.04	269.71
64.00	1.03	274.54	-1.05	0.00	63.99	0.01	1.05	269.79
65.00	1.02	276.56	-1.07	0.00	64.99	0.01	1.07	269.90
66.00	1.00	276.43	-1.09	0.00	65.99	0.01	1.09	270.01
67.00	1.10	280.76	-1.11	0.00	66.99	0.01	1.11	270.19
68.00	1.03	279.36	-1.12	0.01	67.99	0.01	1.12	270.34
69.00	1.10	278.65	-1.14	0.01	68.99	0.01	1.14	270.47
70.00	1.06	259.49	-1.16	0.01	69.99	0.01	1.16	270.30
71.00	0.89	225.42	-1.17	0.00	70.99	0.01	1.17	269.77
72.00	0.81	210.71	-1.18	-0.02	71.99	0.01	1.18	269.18
73.00	0.97	206.07	-1.19	-0.03	72.99	0.01	1.19	268.45
74.00	1.00	204.31	-1.19	-0.05	73.99	0.01	1.20	267.70
75.00	1.08	202.29	-1.20	-0.07	74.99	0.01	1.20	266.88
76.00	1.00	203.15	-1.21	-0.08	75.99	0.01	1.21	266.14
77.00	1.02	204.86	-1.22	-0.10	76.99	0.01	1.22	265.41
78.00	0.97	204.95	-1.22	-0.11	77.99	0.01	1.23	264.72
79.00	0.92	205.72	-1.23	-0.13	78.99	0.01	1.24	264.08
80.00	1.05	205.00	-1.24	-0.14	79.99	0.01	1.25	263.36
81.00	1.02	204.85	-1.25	-0.16	80.99	0.01	1.26	262.67
82.00	1.04	203.72	-1.25	-0.18	81.99	0.01	1.27	261.97
83.00	0.97	203.59	-1.26	-0.19	82.99	0.01	1.27	261.32

flache Teufe [m]	Neigung [Grad]	Azimut [Grad]	E-Abw. [m]	N-Abw. [m]	wahre Teufe [m]	Teufenred. [m]	horiz. Abw. [m]	Richtung [Grad]
84.00	1.04	200.89	-1.27	-0.21	83.99	0.01	1.28	260.62
85.00	1.04	198.92	-1.27	-0.23	84.99	0.01	1.29	259.91
86.00	1.07	195.67	-1.28	-0.24	85.99	0.01	1.30	259.17
87.00	1.03	192.24	-1.28	-0.26	86.99	0.01	1.31	258.44
88.00	0.98	189.15	-1.28	-0.28	87.99	0.01	1.31	257.75
89.00	0.86	164.83	-1.28	-0.29	88.99	0.01	1.31	257.09
90.00	1.01	159.55	-1.27	-0.31	89.99	0.01	1.31	256.33
91.00	1.27	186.22	-1.28	-0.33	90.99	0.01	1.32	255.43
92.00	1.18	174.15	-1.27	-0.35	91.99	0.01	1.32	254.54
93.00	1.15	165.43	-1.27	-0.37	92.99	0.01	1.32	253.67
94.00	1.01	160.30	-1.26	-0.39	93.99	0.01	1.32	252.91
95.00	0.91	157.19	-1.26	-0.40	94.99	0.01	1.32	252.22
96.00	0.89	149.31	-1.25	-0.42	95.99	0.01	1.32	251.57
97.00	0.80	144.14	-1.24	-0.43	96.99	0.01	1.31	250.98
98.00	0.73	138.90	-1.23	-0.44	97.99	0.01	1.31	250.47
99.00	0.81	143.08	-1.22	-0.45	98.99	0.01	1.30	249.87
100.00	0.79	136.89	-1.21	-0.46	99.99	0.01	1.30	249.31
101.00	0.36	107.37	-1.21	-0.46	100.99	0.01	1.29	249.14
102.00	0.54	135.11	-1.20	-0.47	101.99	0.01	1.29	248.76
103.00	0.73	140.24	-1.19	-0.48	102.99	0.01	1.29	248.22
104.00	0.76	154.28	-1.19	-0.49	103.99	0.01	1.28	247.63
105.00	0.59	104.21	-1.18	-0.49	104.99	0.01	1.28	247.35
106.00	0.48	73.79	-1.17	-0.49	105.99	0.01	1.27	247.31
107.00	0.47	85.71	-1.16	-0.49	106.99	0.01	1.26	247.19
108.00	0.54	78.07	-1.15	-0.49	107.99	0.01	1.25	247.11
109.00	0.55	77.74	-1.14	-0.48	108.99	0.01	1.24	247.03
110.00	0.41	64.05	-1.14	-0.48	109.99	0.01	1.23	247.05
111.00	0.41	72.87	-1.13	-0.48	110.99	0.01	1.23	247.01
112.00	0.39	76.83	-1.12	-0.48	111.99	0.01	1.22	246.96
113.00	0.38	62.65	-1.12	-0.47	112.99	0.01	1.21	246.98
114.00	0.33	75.28	-1.11	-0.47	113.99	0.01	1.21	246.94
115.00	0.24	47.87	-1.11	-0.47	114.99	0.01	1.20	247.01
116.00	0.39	57.10	-1.10	-0.47	115.99	0.01	1.20	247.07
117.00	0.52	61.40	-1.09	-0.46	116.99	0.01	1.19	247.11
118.00	0.71	49.37	-1.09	-0.45	117.99	0.01	1.18	247.29
119.00	0.62	16.27	-1.08	-0.44	118.99	0.01	1.17	247.70
120.00	0.71	11.70	-1.08	-0.43	119.98	0.02	1.16	248.21
121.00	0.56	5.99	-1.08	-0.42	120.98	0.02	1.16	248.64
122.00	1.08	348.23	-1.08	-0.40	121.98	0.02	1.16	249.57
123.00	1.25	330.68	-1.09	-0.38	122.98	0.02	1.16	250.63
124.00	1.12	300.86	-1.11	-0.37	123.98	0.02	1.17	251.37
125.00	1.05	322.58	-1.12	-0.36	124.98	0.02	1.18	252.22
126.00	0.85	321.37	-1.13	-0.35	125.98	0.02	1.18	252.89
127.00	1.04	310.76	-1.14	-0.34	126.98	0.02	1.19	253.63
128.00	1.21	305.95	-1.16	-0.32	127.98	0.02	1.21	254.42
129.00	1.16	301.58	-1.18	-0.31	128.98	0.02	1.22	255.12
130.00	1.39	294.52	-1.20	-0.30	129.98	0.02	1.24	255.84
131.00	1.23	300.72	-1.22	-0.29	130.98	0.02	1.25	256.53
132.00	1.07	330.63	-1.23	-0.28	131.98	0.02	1.26	257.35
133.00	1.11	299.11	-1.25	-0.27	132.98	0.02	1.27	257.93
134.00	1.45	279.58	-1.27	-0.26	133.98	0.02	1.30	258.34

flache Teufe [m]	Neigung [Grad]	Azimut [Grad]	E-Abw. [m]	N-Abw. [m]	wahre Teufe [m]	Teufenred. [m]	horiz. Abw. [m]	Richtung [Grad]
135.00	1.29	274.29	-1.29	-0.26	134.98	0.02	1.32	258.61
136.00	1.23	288.57	-1.31	-0.25	135.98	0.02	1.34	259.07
137.00	0.90	305.87	-1.33	-0.24	136.98	0.02	1.35	259.56
138.00	0.90	300.49	-1.34	-0.24	137.98	0.02	1.36	259.99
139.00	1.08	285.26	-1.36	-0.23	138.98	0.02	1.38	260.32
140.00	1.27	281.46	-1.38	-0.23	139.98	0.02	1.40	260.65
140.60	1.20	296.30	-1.39	-0.22	140.58	0.02	1.41	260.95

Ergebnisse bzgl. des ersten Messpunktes (flache Teufe: 0.00 m):

Die horizontale Abweichung im letzten Messpunkt beträgt 1.41 m
im Winkel von 260.95 Grad.

Die Teufenreduktion beträgt 0.02 m.

**BOHRLOCHMESSUNG - STORKOW GmbH**

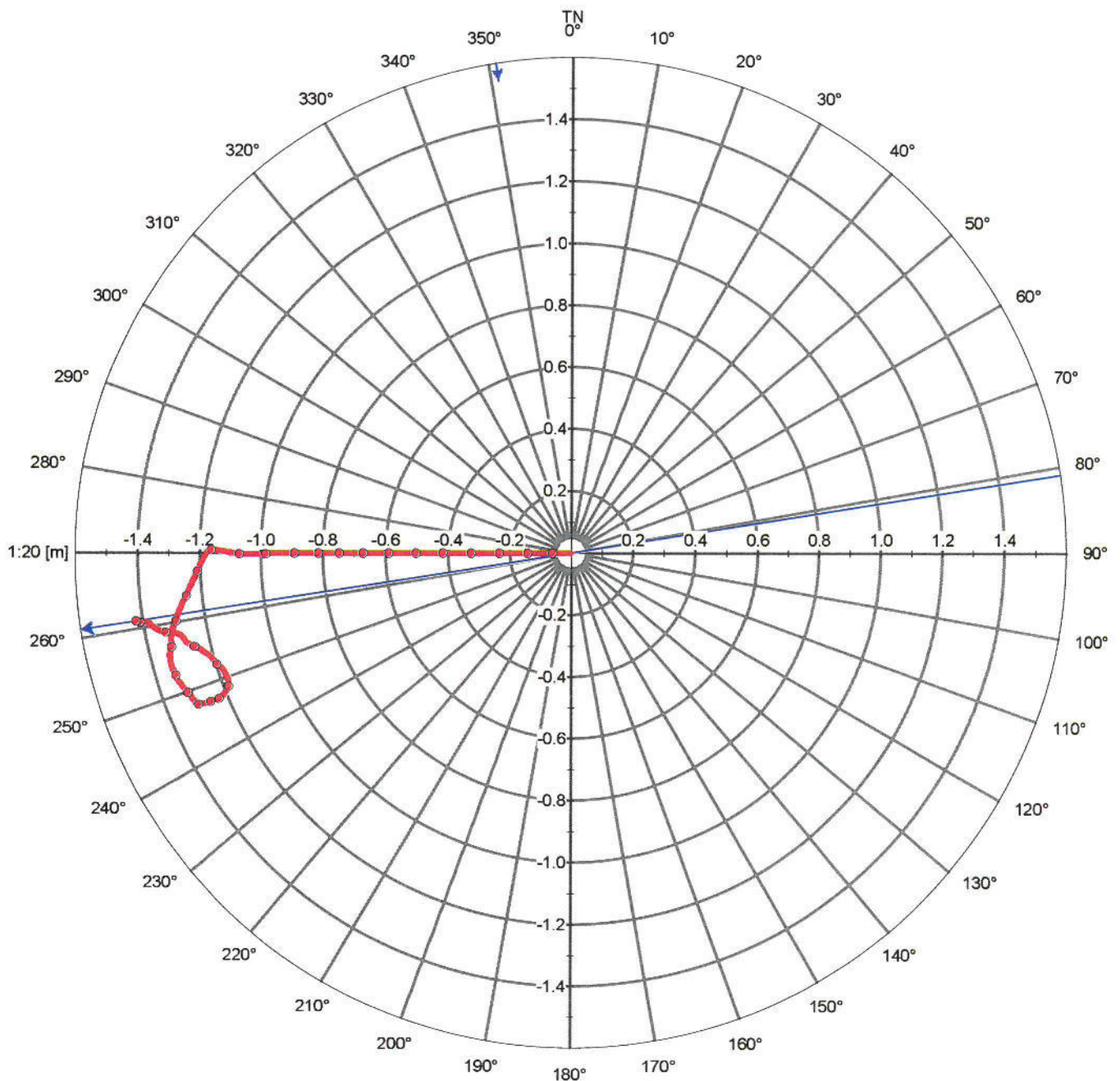
Schützenstraße 33
D-15859 Storkow

Anlage: 2b

Tel./Fax: 033678 436 30 / 436 31
e-Mail: geophysik@bohrlochmessung-storkow.de

Bohrlochverlaufsmessung / Horizontalprojektion

Projekt:	Bohrung Tubishaff	Datum:	11.03.2015
Bohrung:	Cessange FRE-1-30	Messtechniker:	Herr W. Loos
Auftraggeber:	GEOMECHANIK Woringen	Messapparatur:	M44 / Antraes
Auftragsnr.:	150234	Bearbeiter/Datum:	W. Klink / 11.05.2015
Bezugspunkt:	GOK		





BOHRLOCHMESSUNG - STORKOW GmbH

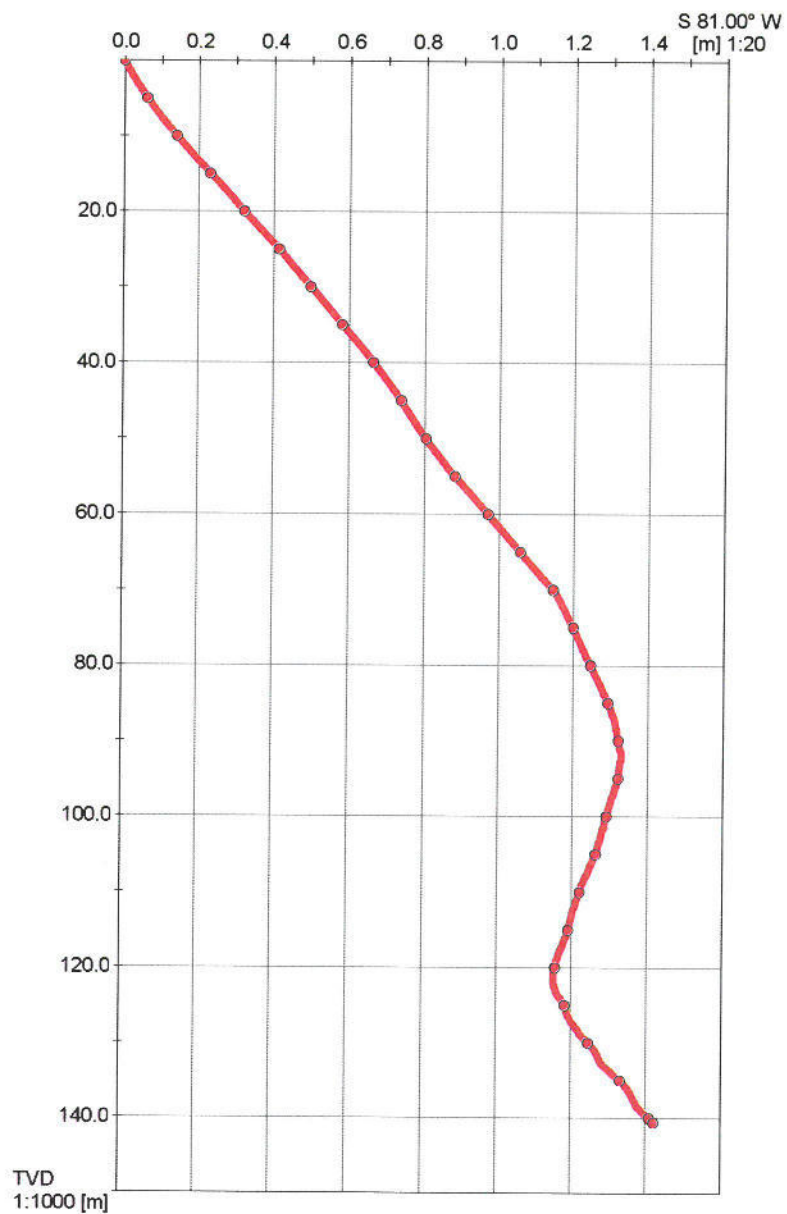
Schützenstraße 33
D-15859 Storkow

Anlage: 2c

Tel./Fax: 033678 436 30 / 436 31
e-Mail: geophysik@bohrlochmessung-storkow.de

Bohrlochverlaufsmessung / Vertikalprojektion

Projekt:	Bohrung Tubishaff	Datum:	11.03.2015
Bohrung:	Cessange FRE-1-30	Messtechniker:	Herr W. Loos
Auftraggeber:	GEOMECHANIK Woringen	Messapparatur:	M44 / Antraes
Auftragsnr.:	150234	Bearbeiter/Datum:	W. Klink / 11.05.2015
Bezugspunkt:	GOK		





BOHRLOCHMESSUNG - STORKOW GmbH
Schützenstraße 33
D-15859 Storkow

Anlage: 3a

Tel./Fax: 033678 43630 / 43631
e-Mail: geophysik@blm-storkow.de

Bohrlochverlaufsmessung / Ergebnisse (bezogen auf Rohrschuh)

Projekt:	Bohrung Tubishaff	Datum:	11.03.2015
Bohrung:	Cessange FRE-1-30	Messtechniker:	Herr W. Loos
Auftraggeber:	GEOMECHANIK Woringen	Messapparatur:	M44 / Antares
Auftragsnr:	150234	Bearbeiter/Datum:	W. Klink/11.05.15
Bezugspunkt:	GOK		

flache Teufe [m]	Neigung [Grad]	Azimut [Grad]	E-Abw. [m]	N-Abw. [m]	wahre Teufe [m]	Teufenred. [m]	horiz. Abw. [m]	Richtung [Grad]
57.75	1.00	269.38	0.00	0.00	57.75	0.00	0.00	269.38
58.75	1.00	265.63	-0.02	0.00	58.75	0.00	0.02	265.63
59.75	1.00	265.88	-0.03	0.00	59.75	0.00	0.03	265.75
60.75	0.97	266.64	-0.05	0.00	60.75	0.00	0.05	266.04
61.75	0.98	267.65	-0.07	0.00	61.75	0.00	0.07	266.44
62.75	1.00	268.72	-0.09	0.00	62.75	0.00	0.09	266.90
63.75	1.03	273.91	-0.10	0.00	63.75	0.00	0.10	268.11
64.75	1.03	275.82	-0.12	0.00	64.75	0.00	0.12	269.24
65.75	1.02	276.95	-0.14	0.00	65.75	0.00	0.14	270.22
66.75	1.07	280.10	-0.16	0.00	66.75	0.00	0.16	271.38
67.75	1.05	279.85	-0.18	0.01	67.75	0.00	0.18	272.26
68.75	1.08	281.96	-0.19	0.01	68.75	0.00	0.19	273.19
69.75	1.04	268.96	-0.21	0.01	69.75	0.00	0.21	272.83
70.75	0.96	227.97	-0.23	0.00	70.75	0.00	0.23	269.82
71.75	0.81	211.98	-0.23	-0.01	71.75	0.00	0.23	266.90
72.75	1.00	209.00	-0.24	-0.03	72.75	0.00	0.24	263.39
73.75	0.88	202.23	-0.25	-0.04	73.75	0.00	0.25	260.31
74.75	1.10	202.89	-0.25	-0.06	74.75	0.00	0.26	256.78
75.75	1.02	203.69	-0.26	-0.08	75.75	0.00	0.27	253.79
76.75	1.01	204.76	-0.27	-0.09	76.75	0.00	0.28	251.09
77.75	1.00	204.50	-0.28	-0.11	77.75	0.00	0.30	248.65
78.75	0.91	205.94	-0.28	-0.12	78.75	0.00	0.31	246.65
79.75	1.02	205.35	-0.29	-0.14	79.75	0.00	0.32	244.56
80.75	1.06	205.77	-0.30	-0.15	80.75	0.00	0.34	242.60
81.75	1.00	203.96	-0.31	-0.17	81.75	0.00	0.35	240.82
82.75	1.04	203.71	-0.31	-0.19	82.75	0.00	0.36	239.10
83.75	0.99	202.20	-0.32	-0.20	83.75	0.00	0.38	237.53
84.75	1.04	200.48	-0.33	-0.22	84.75	0.00	0.39	235.94
85.75	1.06	194.09	-0.33	-0.24	85.75	0.00	0.41	234.20
86.75	0.98	197.07	-0.34	-0.25	86.75	0.00	0.42	232.80
87.75	1.06	188.46	-0.34	-0.27	87.75	0.00	0.43	231.09
88.75	0.89	180.81	-0.34	-0.29	88.75	0.00	0.44	229.55
89.75	0.99	196.84	-0.34	-0.31	89.75	0.00	0.46	228.39

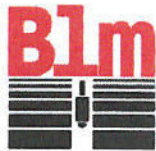
flache Teufe [m]	Neigung [Grad]	Azimut [Grad]	E-Abw. [m]	N-Abw. [m]	wahre Teufe [m]	Teufenred. [m]	horiz. Abw. [m]	Richtung [Grad]
90.75	1.20	173.65	-0.34	-0.33	90.74	0.01	0.47	226.30
91.75	1.20	181.06	-0.34	-0.35	91.74	0.01	0.49	224.56
92.75	1.09	160.17	-0.34	-0.36	92.74	0.01	0.50	222.58
93.75	1.07	158.55	-0.33	-0.38	93.74	0.01	0.50	220.67
94.75	0.96	155.24	-0.32	-0.40	94.74	0.01	0.51	218.95
95.75	0.81	151.49	-0.31	-0.41	95.74	0.01	0.52	217.49
96.75	0.91	131.19	-0.30	-0.42	96.74	0.01	0.52	215.73
97.75	0.72	153.35	-0.30	-0.43	97.74	0.01	0.52	214.51
98.75	0.79	144.93	-0.29	-0.44	98.74	0.01	0.53	213.10
99.75	0.83	141.61	-0.28	-0.45	99.74	0.01	0.53	211.64
100.75	0.47	124.37	-0.27	-0.46	100.74	0.01	0.53	210.76
101.75	0.40	144.19	-0.27	-0.46	101.74	0.01	0.54	210.08
102.75	0.75	152.51	-0.26	-0.48	102.74	0.01	0.54	208.93
103.75	0.76	154.73	-0.26	-0.49	103.74	0.01	0.55	207.81
104.75	0.68	119.04	-0.25	-0.49	104.74	0.01	0.55	206.58
105.75	0.45	83.60	-0.24	-0.49	105.74	0.01	0.55	205.90
106.75	0.48	81.74	-0.23	-0.49	106.74	0.01	0.54	205.16
107.75	0.50	71.67	-0.22	-0.49	107.74	0.01	0.54	204.48
108.75	0.59	66.27	-0.21	-0.48	108.74	0.01	0.53	203.74
109.75	0.43	70.08	-0.21	-0.48	109.74	0.01	0.52	203.14
110.75	0.36	66.88	-0.20	-0.48	110.74	0.01	0.52	202.67
111.75	0.42	71.96	-0.19	-0.48	111.74	0.01	0.52	202.05
112.75	0.39	67.93	-0.19	-0.48	112.74	0.01	0.51	201.50
113.75	0.31	66.01	-0.18	-0.47	113.74	0.01	0.51	201.06
114.75	0.26	70.64	-0.18	-0.47	114.74	0.01	0.50	200.67
115.75	0.36	44.32	-0.17	-0.47	115.74	0.01	0.50	200.38
116.75	0.52	43.78	-0.17	-0.46	116.74	0.01	0.49	199.96
117.75	0.69	18.22	-0.16	-0.45	117.74	0.01	0.48	200.00
118.75	0.55	28.64	-0.16	-0.44	118.74	0.01	0.47	199.82
119.75	0.76	14.85	-0.16	-0.43	119.74	0.01	0.45	199.97
120.75	0.57	12.86	-0.15	-0.42	120.74	0.01	0.45	200.13
121.75	0.96	356.88	-0.15	-0.40	121.74	0.01	0.43	201.00
122.75	1.21	316.15	-0.17	-0.39	122.74	0.01	0.42	203.61
123.75	1.15	303.58	-0.19	-0.37	123.74	0.01	0.42	206.31
124.75	1.07	314.82	-0.20	-0.36	124.74	0.01	0.41	208.79
125.75	0.93	328.78	-0.21	-0.35	125.74	0.01	0.40	210.79
126.75	0.91	318.66	-0.22	-0.34	126.74	0.01	0.40	212.95
127.75	1.24	309.55	-0.23	-0.32	127.74	0.01	0.40	216.06
128.75	1.12	316.73	-0.25	-0.31	128.74	0.01	0.40	218.84
129.75	1.40	294.17	-0.27	-0.30	129.74	0.01	0.40	222.20
130.75	1.25	297.20	-0.29	-0.29	130.74	0.01	0.41	225.16
131.75	1.11	327.52	-0.30	-0.27	131.74	0.01	0.40	227.85
132.75	1.04	318.63	-0.31	-0.26	132.74	0.01	0.40	230.40
133.75	1.45	283.00	-0.34	-0.25	133.74	0.01	0.42	233.14
134.75	1.32	276.52	-0.36	-0.25	134.74	0.01	0.44	235.22
135.75	1.25	280.17	-0.38	-0.25	135.74	0.01	0.45	237.17
136.75	0.97	312.88	-0.39	-0.23	136.74	0.01	0.46	239.22
137.75	0.91	307.11	-0.41	-0.22	137.74	0.01	0.46	241.04
138.75	0.95	294.77	-0.42	-0.22	138.74	0.01	0.47	242.65
139.75	1.29	281.03	-0.44	-0.21	139.74	0.01	0.49	244.28
140.60	1.20	296.30	-0.46	-0.21	140.59	0.01	0.50	245.88

flache Teufe [m]	Neigung [Grad]	Azimut [Grad]	E-Abw. [m]	N-Abw. [m]	wahre Teufe [m]	Teufenred. [m]	horiz. Abw. [m]	Richtung [Grad]
------------------------	-------------------	------------------	---------------	---------------	-----------------------	-------------------	-----------------------	--------------------

Ergebnisse bzgl. des ersten Messpunktes (flache Teufe: 57.75 m):

Die horizontale Abweichung im letzten Messpunkt beträgt 0.50 m
im Winkel von 245.88 Grad.

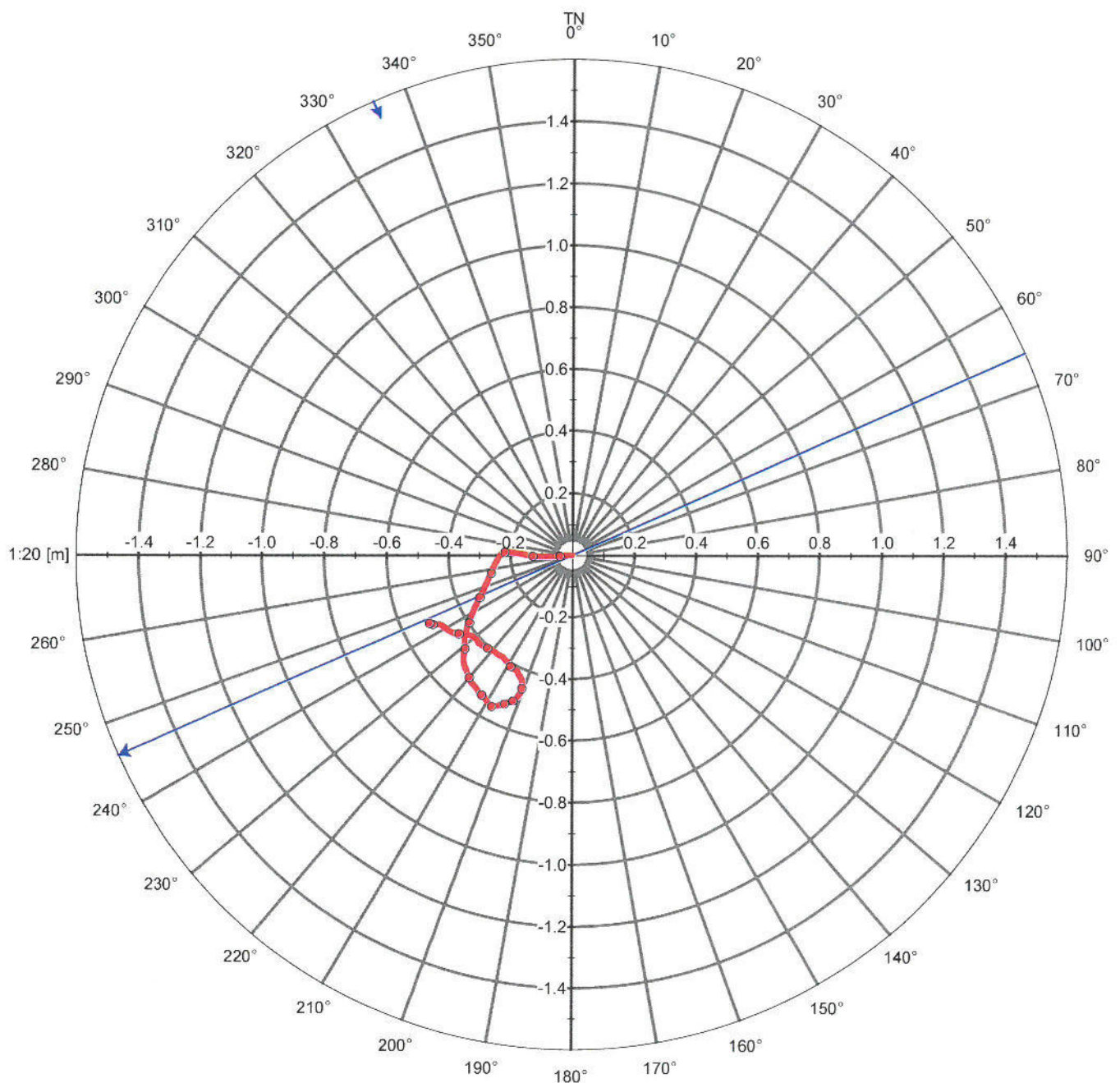
Die Teufenreduktion beträgt 0.01 m.

**BOHRLOCHMESSUNG - STORKOW GmbH**Schützenstraße 33
D-15859 Storkow

Anlage: 3b

Tel./Fax: 033678 436 30 / 436 31
e-Mail: geophysik@bohrlochmessung-storkow.de**Bohrlochverlaufsmessung / Horizontalprojektion (bezogen auf Rohrschuh)**

Projekt:	Bohrung Tubishaff	Datum:	11.03.2015
Bohrung:	Cessange FRE-1-30	Messtechniker:	Herr W. Loos
Auftraggeber:	GEOMECHANIK Woringen	Messapparatur:	M44 / Antraes
Auftragsnr.:	150234	Bearbeiter/Datum:	W. Klink / 11.05.2015
Bezugspunkt:	GOK		



**BOHRLOCHMESSUNG - STORKOW GmbH**

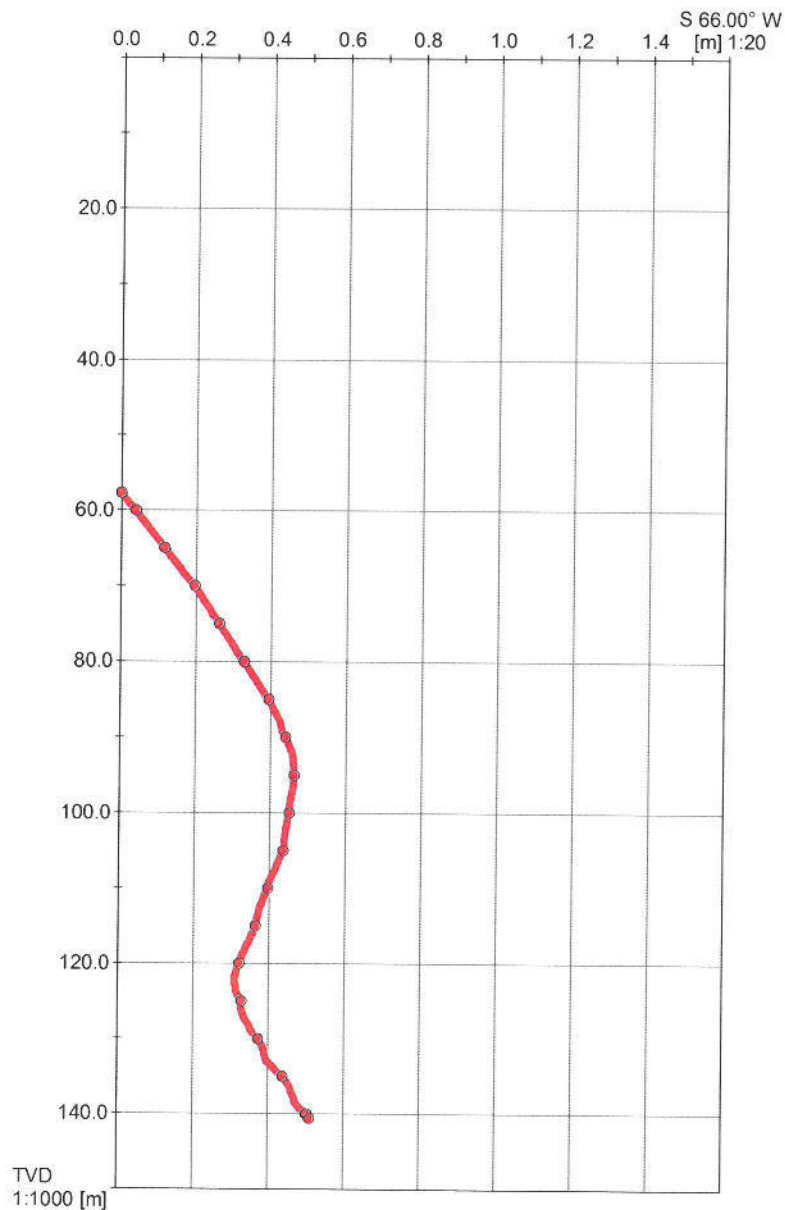
Schützenstraße 33
D-15859 Storkow

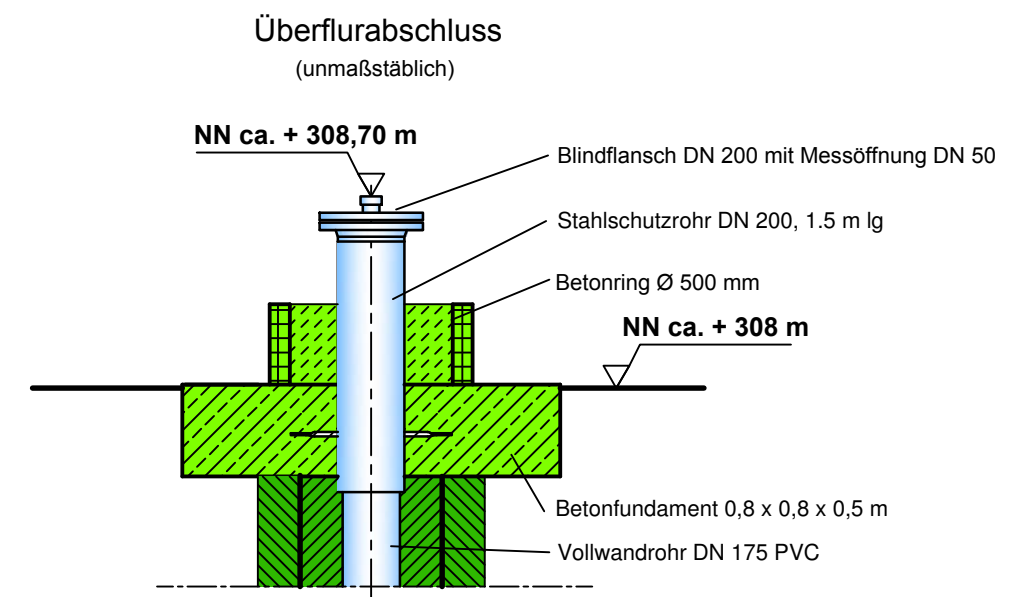
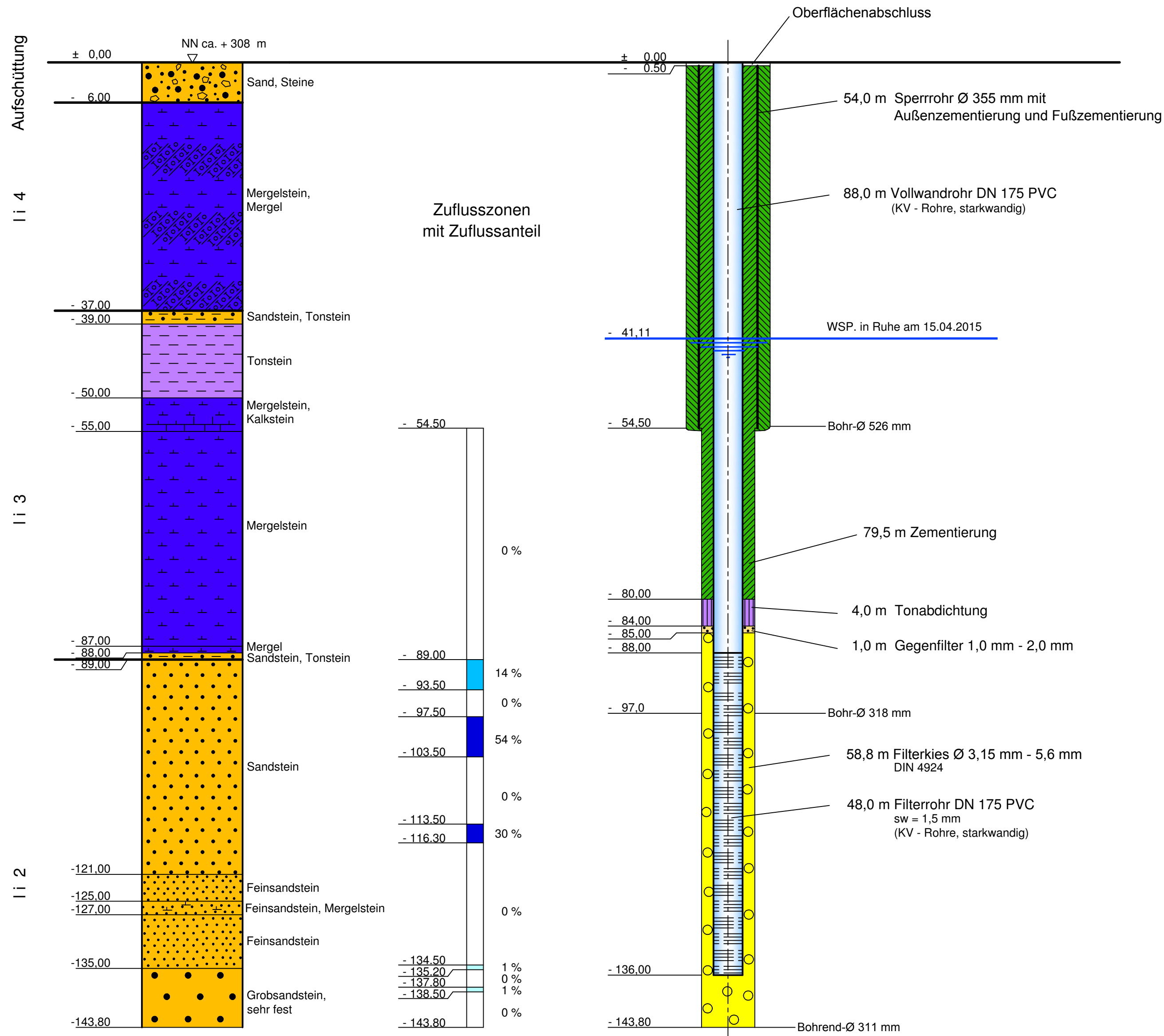
Anlage: 3c

Tel./Fax: 033678 436 30 / 436 31
e-Mail: geophysik@bohrlochmessung-storkow.de

Bohrlochverlaufsmessung / Vertikalprojektion (bezogen auf Rohrschuh)

Projekt:	Bohrung Tubishaff	Datum:	11.03.2015
Bohrung:	Cessange FRE-1-30	Messtechniker:	Herr W. Loos
Auftraggeber:	GEOMECHANIK Woringen	Messapparatur:	M44 / Antraes
Auftragsnr.:	150234	Bearbeiter/Datum:	W. Klink / 11.05.2015
Bezugspunkt:	GOK		





Anlage 3

Dokumentation



Ville de Luxembourg

TR-ENGINEERING

Ingénieurs-conseils
86-88, rue de l'Égalité
L-1456 LUXEMBOURG

Tel.: (+352) 49 00 65 1
Fax.: (+352) 49 25 38
e-mail@tr-engineering.lu



BIESKE UND PARTNER

Beratende Ingenieure GmbH

Im Pesch 79 · D-53797 Lohmar · Tel.: +492246/9212-0 · Fax: +492246/9212-99

Auftraggeber:

Ville de Luxembourg
- Services des Eaux -

Benennung: Erkundungsbohrung Tubishaff, Cessange

Bohrung und Ausbau Versuchsbrunnen

bearb. 22.05.2015 wj

gepr. --

Maßstab:

H 1 : 500 L 1 : 20

Zeichnungs-Nr.:

477/005-006-15-2

Pumpversuch im Versuchsbrunnen

Erkundungsbohrung Tubishaff, Cessange (FRE-1-30)



PUMPVERSUCHSPROTOKOLLE

Seite: 1

Bauvorhaben: Cessange
Bohrung: FRE-1-130

Beginn: 23.03.15
Ende: 30.03.15

Baustellenführer:

Eingebaute Pumpe: SP 60-8
Pumpenart: 41,51 m, Sonde ab GOK: 79,85 m
Ruhewasserspiegel: ~~{GOK}~~ -0,00

Einbautiefe: 81,3 m
Fabrikat:

Pumpbrunnen

Datum	Zeit	Wsp Abs [m] ab GOK	Leistung [l/s]	pH- Wert	Wasser temp [°C]	CO2- Wert	Leit- fähigk. [mS]	Bemerkungen
23.03.2015	09:55:52	41,41	0,00	0,00	0,0	0,0	0	WS ü. Sonde
23.03.2015	09:56:52	41,41	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-38,44
23.03.2015	09:57:52	41,41	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-38,44
23.03.2015	09:58:52	41,41	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-38,40
23.03.2015	09:59:52	44,34	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-35,51
23.03.2015	10:00:52	50,06	11,00	0,00	0,0	0,0	0	-29,79, Start Pumpversuch
23.03.2015	10:01:52	46,21	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-33,64
23.03.2015	10:02:52	47,04	6,00	0,00	0,0	0,0	0	-32,81
23.03.2015	10:03:52	47,04	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-32,81
23.03.2015	10:04:52	47,03	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-32,82
23.03.2015	10:05:52	46,86	5,40	0,00	0,0	0,0	0	-32,99
23.03.2015	10:06:52	47,01	4,90	0,00	0,0	0,0	0	-32,84
23.03.2015	10:07:52	47,11	5,10	0,00	0,0	0,0	0	-32,74
23.03.2015	10:08:52	47,16	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-32,69
23.03.2015	10:09:52	47,22	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-32,63
23.03.2015	10:10:52	47,29	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-32,56
23.03.2015	10:11:52	47,34	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-32,51
23.03.2015	10:12:52	47,41	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-32,44
23.03.2015	10:13:52	47,46	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-32,39
23.03.2015	10:14:52	47,49	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-32,36
23.03.2015	10:15:52	47,50	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-32,35
23.03.2015	10:20:52	47,71	0,00	8,10	13,6	0,0	490	-32,14, trüb
23.03.2015	10:25:52	47,81	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-32,04
23.03.2015	10:30:52	47,92	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-31,93
23.03.2015	10:35:52	48,03	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-31,82
23.03.2015	10:40:52	48,09	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-31,76
23.03.2015	10:45:52	48,18	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-31,67
23.03.2015	10:50:52	48,22	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-31,63
23.03.2015	10:55:52	48,28	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-31,57
23.03.2015	11:00:52	48,35	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-31,50, leicht trüb
23.03.2015	11:30:52	48,63	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-31,22
23.03.2015	12:00:52	48,84	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-31,01
23.03.2015	12:30:52	49,02	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-30,83
23.03.2015	13:00:52	49,14	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-30,71
23.03.2015	13:30:52	49,28	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-30,57
23.03.2015	14:00:52	49,39	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-30,46
23.03.2015	14:30:52	49,42	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-30,43
23.03.2015	15:00:52	49,66	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-30,19
23.03.2015	15:30:52	49,72	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-30,13
23.03.2015	16:00:52	49,77	0,00	0,00	0,0	0,0	0	-30,08

Pumpbrunnen

Datum	Zeit	Wsp Abs [m] ab GOK	Leistung [l/s]	pH- Wert	Wasser temp [°C]	CO2- Wert	Leit- fähigk. [mS]	Bemerkungen
23.03.2015	16:30:52	49,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,96
23.03.2015	17:00:52	49,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,91
23.03.2015	17:30:52	49,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,89
23.03.2015	18:00:52	50,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,83, klar
23.03.2015	18:30:52	50,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,76
23.03.2015	19:00:52	50,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,75
23.03.2015	19:30:52	50,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,56
23.03.2015	20:00:52	50,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,48
23.03.2015	20:30:52	50,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,44
23.03.2015	21:00:52	50,48	0,00	8,12	13,50	0,00	492,00	-29,37
23.03.2015	21:30:52	50,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,37
23.03.2015	22:00:52	50,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,36
23.03.2015	22:30:52	50,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,30
23.03.2015	23:00:52	50,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,29
23.03.2015	23:30:52	50,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,24
24.03.2015	00:00:52	50,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,17
24.03.2015	00:30:52	50,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,13
24.03.2015	01:00:52	50,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,14
24.03.2015	01:30:52	50,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,07
24.03.2015	02:00:52	50,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,06
24.03.2015	02:30:52	50,81	0,00	7,89	13,50	0,00	488,00	-29,04
24.03.2015	03:00:52	50,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,00
24.03.2015	03:30:52	50,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-28,99
24.03.2015	04:00:52	50,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-28,96
24.03.2015	04:30:52	50,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-28,98
24.03.2015	05:00:52	50,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-28,97
24.03.2015	05:30:52	50,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-28,92
24.03.2015	06:00:52	50,94	0,00	7,90	13,50	0,00	488,00	-28,91
24.03.2015	06:30:52	50,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-28,89
24.03.2015	07:00:52	50,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-28,89
24.03.2015	07:30:52	51,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-28,84
24.03.2015	08:00:52	51,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-28,81
24.03.2015	08:30:52	51,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-28,79
24.03.2015	09:00:52	51,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-28,78
24.03.2015	09:30:52	51,04	0,00	7,94	13,50	0,00	487,00	-28,81
24.03.2015	10:00:52	55,80	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-24,05, Probenahme
24.03.2015	10:01:52	56,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-23,02
24.03.2015	10:02:52	57,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-22,46
24.03.2015	10:03:52	57,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-21,89
24.03.2015	10:04:52	58,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-21,58
24.03.2015	10:05:52	58,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-21,27
24.03.2015	10:06:52	58,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-21,06
24.03.2015	10:07:52	59,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-20,83
24.03.2015	10:08:52	59,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-20,71
24.03.2015	10:09:52	59,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-20,56
24.03.2015	10:10:52	59,38	0,00	8,04	13,50	0,00	487,00	-20,47, trüb
24.03.2015	10:11:52	59,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-20,39
24.03.2015	10:12:52	59,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-20,33

Pumpbrunnen

Datum	Zeit	Wsp Abs [m] ab GOK	Leistung [l/s]	pH- Wert	Wasser temp [°C]	CO2- Wert	Leit- fähigk. [mS]	Bemerkungen
24.03.2015	10:13:52	59,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-20,24
24.03.2015	10:14:52	59,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-20,15
24.03.2015	10:15:52	59,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-20,10
24.03.2015	10:20:52	60,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-19,82
24.03.2015	10:25:52	60,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-19,64
24.03.2015	10:30:52	60,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-19,50
24.03.2015	10:35:52	60,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-19,39
24.03.2015	10:40:52	60,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-19,25
24.03.2015	10:45:52	60,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-19,18
24.03.2015	10:50:52	60,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-19,12
24.03.2015	10:55:52	60,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-19,07
24.03.2015	11:00:52	60,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-19,02, trüb
24.03.2015	11:30:52	61,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-18,64
24.03.2015	12:00:52	61,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-18,30, leicht trüb
24.03.2015	12:30:52	61,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-18,16
24.03.2015	13:00:52	61,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-17,96
24.03.2015	13:30:52	62,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-17,85
24.03.2015	14:00:52	62,10	0,00	7,90	13,50	0,00	489,00	-17,75
24.03.2015	14:30:52	62,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-17,62
24.03.2015	15:00:52	62,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-17,51
24.03.2015	15:30:52	62,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-17,46
24.03.2015	16:00:52	62,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-17,39, klar
24.03.2015	16:30:52	62,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-17,29
24.03.2015	17:00:52	62,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-17,19
24.03.2015	17:30:52	62,69	0,00	7,88	13,50	0,00	483,00	-17,16
24.03.2015	18:00:52	62,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-17,12
24.03.2015	18:30:52	62,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-17,06
24.03.2015	19:00:52	62,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-17,05
24.03.2015	19:30:52	62,85	0,00	7,88	13,50	0,00	486,00	-17,00
24.03.2015	20:00:52	62,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,96
24.03.2015	20:30:52	62,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,94
24.03.2015	21:00:52	62,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,92
24.03.2015	21:30:52	62,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,89
24.03.2015	22:00:52	62,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,88
24.03.2015	22:30:52	63,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,82
24.03.2015	23:00:52	63,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,82
24.03.2015	23:30:52	63,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,76
25.03.2015	00:00:52	63,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,71
25.03.2015	00:30:52	63,09	0,00	7,88	13,50	0,00	485,00	-16,76
25.03.2015	01:00:52	63,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,66
25.03.2015	01:30:52	63,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,69
25.03.2015	02:00:52	63,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,65
25.03.2015	02:30:52	63,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,57
25.03.2015	03:00:52	63,28	0,00	7,90	13,50	0,00	484,00	-16,57
25.03.2015	03:30:52	63,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,54
25.03.2015	04:00:52	63,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,57
25.03.2015	04:30:52	63,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,50
25.03.2015	05:00:52	63,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,53

Pumpbrunnen

Datum	Zeit	Wsp Abs [m] ab GOK	Leistung [l/s]	pH- Wert	Wasser temp [°C]	CO2- Wert	Leit- fähigk. [mS]	Bemerkungen
25.03.2015	05:30:52	63,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,49
25.03.2015	06:00:52	63,38	0,00	7,86	13,50	0,00	488,00	-16,47
25.03.2015	06:30:52	63,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,44
25.03.2015	07:00:52	63,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,48
25.03.2015	07:30:52	63,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,45
25.03.2015	08:00:52	63,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,42
25.03.2015	08:30:52	63,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,41
25.03.2015	09:00:52	63,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-16,41
25.03.2015	09:30:52	63,45	0,00	7,89	13,50	0,00	489,00	-16,40
25.03.2015	10:00:52	64,97	11,40	0,00	0,00	0,00	0,00	-14,88, volle Pumpleistung
25.03.2015	10:01:52	65,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-14,44
25.03.2015	10:02:52	65,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-14,22
25.03.2015	10:03:52	65,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-14,13
25.03.2015	10:04:52	65,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-14,05
25.03.2015	10:05:52	65,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,96
25.03.2015	10:06:52	65,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,93
25.03.2015	10:07:52	65,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,91
25.03.2015	10:08:52	66,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,84
25.03.2015	10:09:52	65,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,86
25.03.2015	10:10:52	66,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,80
25.03.2015	10:11:52	66,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,82
25.03.2015	10:12:52	66,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,81
25.03.2015	10:13:52	66,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,75
25.03.2015	10:14:52	66,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,77
25.03.2015	10:15:52	66,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,71
25.03.2015	10:20:52	66,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,69
25.03.2015	10:25:52	66,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,62
25.03.2015	10:30:52	66,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,63, leicht trüb
25.03.2015	10:35:52	66,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,62
25.03.2015	10:40:52	66,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,59
25.03.2015	10:45:52	66,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,56
25.03.2015	10:50:52	66,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,52
25.03.2015	10:55:52	66,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,56
25.03.2015	11:00:52	66,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,51
25.03.2015	11:30:52	66,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,44
25.03.2015	12:00:52	66,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,40, klar
25.03.2015	12:30:52	66,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,36
25.03.2015	13:00:52	66,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,32
25.03.2015	13:30:52	66,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,32
25.03.2015	14:00:52	66,60	0,00	7,01	13,40	0,00	486,00	-13,25
25.03.2015	14:30:52	66,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,25
25.03.2015	15:00:52	66,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,22
25.03.2015	15:30:52	66,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,20
25.03.2015	16:00:52	66,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,20
25.03.2015	16:30:52	66,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,17
25.03.2015	17:00:52	66,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,10
25.03.2015	17:30:52	66,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,09
25.03.2015	18:00:52	66,75	0,00	7,05	13,40	0,00	489,00	-13,10

Pumpbrunnen

Datum	Zeit	Wsp Abs [m] ab GOK	Leistung [l/s]	pH- Wert	Wasser temp [°C]	CO2- Wert	Leit- fähigk. [mS]	Bemerkungen
25.03.2015	18:30:52	66,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,04
25.03.2015	19:00:52	66,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,05
25.03.2015	19:30:52	66,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,04
25.03.2015	20:00:52	66,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,03
25.03.2015	20:30:52	66,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,03
25.03.2015	21:00:52	66,84	0,00	7,12	13,30	0,00	484,00	-13,01
25.03.2015	21:30:52	66,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,00
25.03.2015	22:00:52	66,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,02
25.03.2015	22:30:52	66,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,99
25.03.2015	23:00:52	66,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,99
25.03.2015	23:30:52	66,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-13,00
26.03.2015	00:00:52	66,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,96
26.03.2015	00:30:52	66,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,96
26.03.2015	01:00:52	66,91	0,00	7,08	13,20	0,00	485,00	-12,94
26.03.2015	01:30:52	66,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,92
26.03.2015	02:00:52	66,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,90
26.03.2015	02:30:52	66,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,94
26.03.2015	03:00:52	66,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,91
26.03.2015	03:30:52	66,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,92
26.03.2015	04:00:52	66,96	0,00	7,06	13,20	0,00	485,00	-12,89
26.03.2015	04:30:52	66,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,91
26.03.2015	05:00:52	66,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,90
26.03.2015	05:30:52	66,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,91
26.03.2015	06:00:52	66,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,88
26.03.2015	06:30:52	66,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,89
26.03.2015	07:00:52	67,01	0,00	7,11	13,20	0,00	484,00	-12,84
26.03.2015	07:30:52	66,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,88
26.03.2015	08:00:52	66,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,86
26.03.2015	08:30:52	66,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,86
26.03.2015	09:00:52	66,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,89
26.03.2015	09:30:52	66,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,88
26.03.2015	10:00:52	67,01	0,00	7,01	13,30	0,00	488,00	-12,84
26.03.2015	10:30:52	66,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,87
26.03.2015	11:00:52	67,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,84
26.03.2015	11:30:52	67,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,83
26.03.2015	12:00:52	67,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,84
26.03.2015	12:30:52	66,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,87
26.03.2015	13:00:52	67,02	0,00	7,04	13,30	0,00	486,00	-12,83
26.03.2015	13:30:52	67,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,82
26.03.2015	14:00:52	67,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,83
26.03.2015	14:30:52	67,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,83
26.03.2015	15:00:52	67,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,83
26.03.2015	15:30:52	67,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,83
26.03.2015	16:00:52	67,07	0,00	6,97	13,40	0,00	488,00	-12,78
26.03.2015	16:30:52	67,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,82
26.03.2015	17:00:52	67,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,82
26.03.2015	17:30:52	67,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,80
26.03.2015	18:00:52	67,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,75

Pumpbrunnen

Datum	Zeit	Wsp Abs [m] ab GOK	Leistung [l/s]	pH- Wert	Wasser temp [°C]	CO2- Wert	Leit- fähigk. [mS]	Bemerkungen
26.03.2015	18:30:52	67,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,77
26.03.2015	19:00:52	67,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,73
26.03.2015	19:30:52	67,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,74
26.03.2015	20:00:52	67,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,75
26.03.2015	20:30:52	67,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,74
26.03.2015	21:00:52	67,11	0,00	7,01	13,40	0,00	488,00	-12,74
26.03.2015	21:30:52	67,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,76
26.03.2015	22:00:52	67,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,75
26.03.2015	22:30:52	67,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,75
26.03.2015	23:00:52	67,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,72
26.03.2015	23:30:52	67,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,75
27.03.2015	00:00:52	67,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,76
27.03.2015	00:30:52	67,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,78
27.03.2015	01:00:52	67,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,75
27.03.2015	01:30:52	67,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,74
27.03.2015	02:00:52	67,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,75
27.03.2015	02:30:52	67,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,74
27.03.2015	03:00:52	67,13	0,00	7,04	13,40	0,00	489,00	-12,72
27.03.2015	03:30:52	67,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,73
27.03.2015	04:00:52	67,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,69
27.03.2015	04:30:52	67,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,71
27.03.2015	05:00:52	67,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,69
27.03.2015	05:30:52	67,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,72
27.03.2015	06:00:52	67,16	0,00	7,09	13,40	0,00	486,00	-12,69
27.03.2015	06:30:52	67,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,68
27.03.2015	07:00:52	67,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,68
27.03.2015	07:30:52	67,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,66
27.03.2015	08:00:52	67,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,66
27.03.2015	08:30:52	67,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,64
27.03.2015	09:00:52	67,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,66
27.03.2015	09:30:52	67,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-12,70, Probenahme
27.03.2015	10:00:52	57,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-21,92, Wiederanstieg
27.03.2015	10:01:52	55,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-24,24
27.03.2015	10:02:52	54,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-25,57
27.03.2015	10:03:52	53,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-26,47
27.03.2015	10:04:52	52,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-27,12
27.03.2015	10:05:52	52,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-27,61
27.03.2015	10:06:52	51,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-27,99
27.03.2015	10:07:52	51,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-28,30
27.03.2015	10:08:52	51,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-28,56
27.03.2015	10:09:52	51,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-28,77
27.03.2015	10:10:52	50,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-28,95
27.03.2015	10:11:52	50,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,11
27.03.2015	10:12:52	50,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,25
27.03.2015	10:13:52	50,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,38
27.03.2015	10:14:52	50,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,49
27.03.2015	10:15:52	50,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,60
27.03.2015	10:30:52	49,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-30,59

Pumpbrunnen

Datum	Zeit	Wsp Abs [m] ab GOK	Leistung [l/s]	pH- Wert	Wasser temp [°C]	CO2- Wert	Leit- fähigk. [mS]	Bemerkungen
27.03.2015	11:00:52	48,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-31,61
27.03.2015	11:30:52	47,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-32,23
27.03.2015	12:00:52	47,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-32,70
27.03.2015	12:30:52	46,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-33,07
27.03.2015	13:00:52	46,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-33,38
27.03.2015	13:30:52	46,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-33,65
27.03.2015	14:00:52	45,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-33,88
27.03.2015	14:30:52	45,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-34,09
27.03.2015	15:00:52	45,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-34,29
27.03.2015	15:30:52	45,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-34,46
27.03.2015	16:00:52	45,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-34,62
27.03.2015	16:30:52	45,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-34,77
27.03.2015	17:00:52	44,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-34,91
27.03.2015	17:30:52	44,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-35,03
27.03.2015	18:00:52	44,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-35,16
27.03.2015	18:30:52	44,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-35,27
27.03.2015	19:00:52	44,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-35,38
27.03.2015	19:30:52	44,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-35,48
27.03.2015	20:00:52	44,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-35,58
27.03.2015	20:30:52	44,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-35,68
27.03.2015	21:00:52	44,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-35,76
27.03.2015	21:30:52	44,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-35,84
27.03.2015	22:00:52	43,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-35,93
27.03.2015	22:30:52	43,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-36,01
27.03.2015	23:00:52	43,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-36,09
27.03.2015	23:30:52	43,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-36,16
28.03.2015	00:00:52	43,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-36,23
28.03.2015	00:30:52	43,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-36,30
28.03.2015	01:00:52	43,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-36,36
28.03.2015	01:30:52	43,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-36,42
28.03.2015	02:00:52	43,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-36,49
28.03.2015	02:30:52	43,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-36,54
28.03.2015	03:00:52	43,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-36,60
28.03.2015	03:30:52	43,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-36,65
28.03.2015	04:00:52	43,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-36,71
28.03.2015	04:30:52	43,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-36,76
28.03.2015	05:00:52	43,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-36,81
28.03.2015	05:30:52	43,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-36,85
28.03.2015	06:00:52	42,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-36,90
28.03.2015	06:30:52	42,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-36,94
28.03.2015	07:00:52	42,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-36,99
28.03.2015	07:30:52	42,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,03
28.03.2015	08:00:52	42,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,07
28.03.2015	08:30:52	42,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,11
28.03.2015	09:00:52	42,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,14
28.03.2015	09:30:52	42,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,19
28.03.2015	10:00:52	42,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,22
28.03.2015	10:30:52	42,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,26

Pumpbrunnen

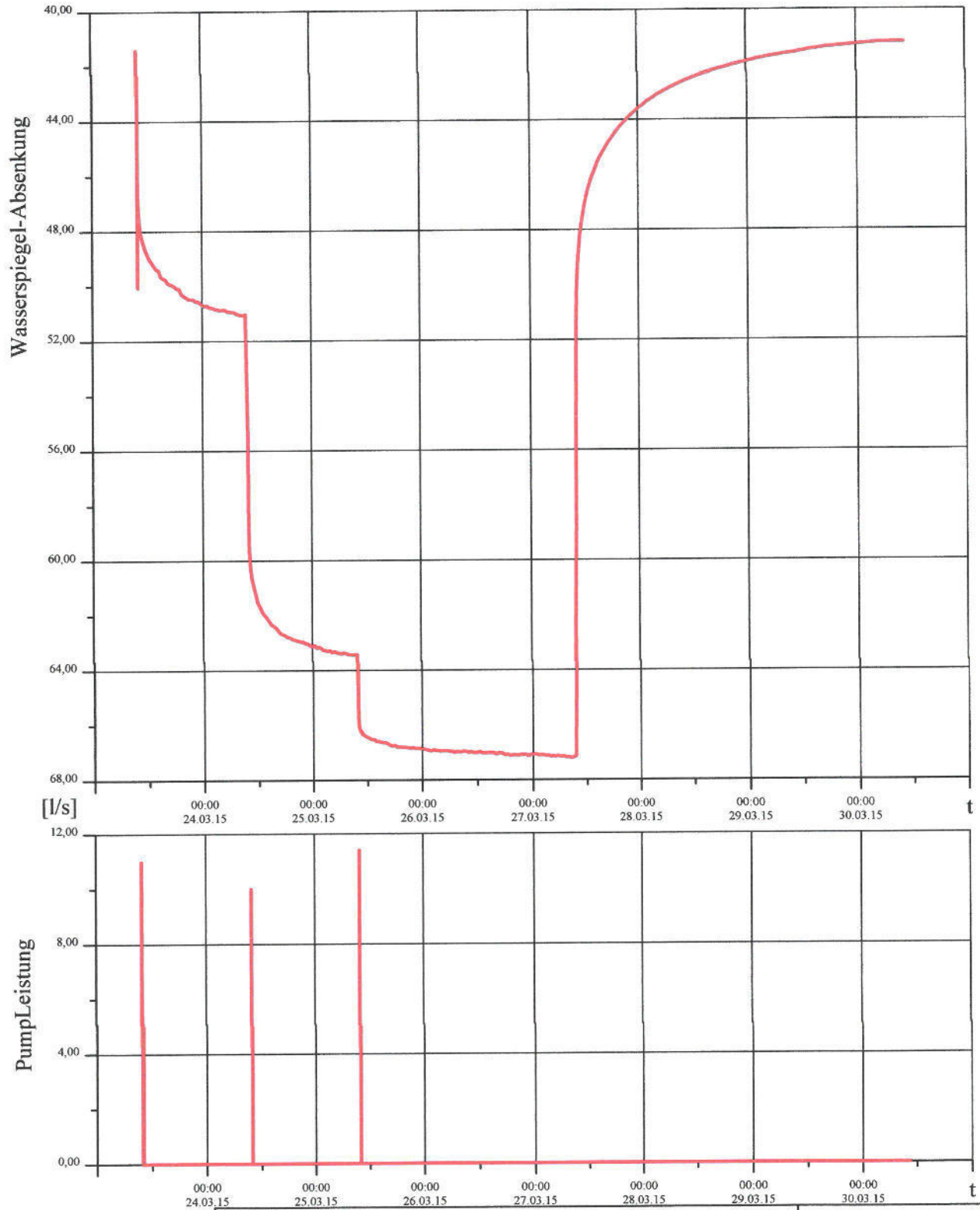
Datum	Zeit	Wsp Abs [m] ab GOK	Leistung [l/s]	pH- Wert	Wasser temp [°C]	CO2- Wert	Leit- fähigk. [mS]	Bemerkungen
28.03.2015	11:00:52	42,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,29
28.03.2015	11:30:52	42,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,33
28.03.2015	12:00:52	42,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,36
28.03.2015	12:30:52	42,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,39
28.03.2015	13:00:52	42,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,42
28.03.2015	13:30:52	42,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,45
28.03.2015	14:00:52	42,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,48
28.03.2015	14:30:52	42,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,51
28.03.2015	15:00:52	42,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,54
28.03.2015	15:30:52	42,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,56
28.03.2015	16:00:52	42,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,59
28.03.2015	16:30:52	42,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,62
28.03.2015	17:00:52	42,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,64
28.03.2015	17:30:52	42,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,67
28.03.2015	18:00:52	42,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,69
28.03.2015	18:30:52	42,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,71
28.03.2015	19:00:52	42,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,73
28.03.2015	19:30:52	42,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,75
28.03.2015	20:00:52	42,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,77
28.03.2015	20:30:52	42,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,80
28.03.2015	21:00:52	42,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,83
28.03.2015	21:30:52	42,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,85
28.03.2015	22:00:52	41,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,86
28.03.2015	22:30:52	41,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,89
28.03.2015	23:00:52	41,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,91
28.03.2015	23:30:52	41,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,93
29.03.2015	00:00:52	41,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,95
29.03.2015	00:30:52	41,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,97
29.03.2015	01:00:52	41,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,99
29.03.2015	01:30:52	41,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,01
29.03.2015	02:00:52	41,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,03
29.03.2015	02:30:52	41,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,05
29.03.2015	03:00:52	41,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,07
29.03.2015	03:30:52	41,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,08
29.03.2015	04:00:52	41,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,10
29.03.2015	04:30:52	41,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,11
29.03.2015	05:00:52	41,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,13
29.03.2015	05:30:52	41,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,14
29.03.2015	06:00:52	41,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,16
29.03.2015	06:30:52	41,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,17
29.03.2015	07:00:52	41,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,18
29.03.2015	07:30:52	41,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,19
29.03.2015	08:00:52	41,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,21
29.03.2015	08:30:52	41,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,22
29.03.2015	09:00:52	41,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,24
29.03.2015	09:30:52	41,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,25
29.03.2015	10:00:52	41,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,26
29.03.2015	10:30:52	41,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,27

Pumpbrunnen

Datum	Zeit	Wsp Abs [m] ab GOK	Leistung [l/s]	pH- Wert	Wasser temp [°C]	CO2- Wert	Leit- fähigk. [mS]	Bemerkungen
29.03.2015	11:00:52	41,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,29
29.03.2015	11:30:52	41,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,30
29.03.2015	12:00:52	41,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,32
29.03.2015	12:30:52	41,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,33
29.03.2015	13:00:52	41,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,35
29.03.2015	13:30:52	41,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,36
29.03.2015	14:00:52	41,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,38
29.03.2015	14:30:52	41,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,39
29.03.2015	15:00:52	41,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,40
29.03.2015	15:30:52	41,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,41
29.03.2015	16:00:52	41,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,43
29.03.2015	16:30:52	41,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,44
29.03.2015	17:00:52	41,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,45
29.03.2015	17:30:52	41,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,46
29.03.2015	18:00:52	41,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,46
29.03.2015	18:30:52	41,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,47
29.03.2015	19:00:52	41,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,48
29.03.2015	19:30:52	41,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,49
29.03.2015	20:00:52	41,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,50
29.03.2015	20:30:52	41,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,50
29.03.2015	21:00:52	41,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,51
29.03.2015	21:30:52	41,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,52
29.03.2015	22:00:52	41,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,52
29.03.2015	22:30:52	41,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,53
29.03.2015	23:00:52	41,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,54
29.03.2015	23:30:52	41,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,54
30.03.2015	00:00:52	41,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,55
30.03.2015	00:30:52	41,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,56
30.03.2015	01:00:52	41,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,57
30.03.2015	01:30:52	41,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,57
30.03.2015	02:00:52	41,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,58
30.03.2015	02:30:52	41,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,59
30.03.2015	03:00:52	41,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,60
30.03.2015	03:30:52	41,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,61
30.03.2015	04:00:52	41,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,61
30.03.2015	04:30:52	41,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,62
30.03.2015	05:00:52	41,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,62
30.03.2015	05:30:52	41,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,63
30.03.2015	06:00:52	41,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,62
30.03.2015	06:30:52	41,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,62
30.03.2015	07:00:52	41,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,62
30.03.2015	07:30:52	41,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,63
30.03.2015	08:00:52	41,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,63
30.03.2015	08:30:52	41,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,63
30.03.2015	09:00:52	41,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,63
30.03.2015	09:30:52	41,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,64
30.03.2015	10:00:52	41,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,63
30.03.2015	10:30:52	41,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-38,63

Absenkkurve für Brunnen:

ab GOK



Bauvorhaben:
Cessange
Bohrung: FRE-I-130

Abt
Daimlerstraße 2
87719 Mindelheim

Bearbeiter

Datum

Zeichnungs-Nr.

Projekt-Nr.

Darstellung der Ergiebigkeit

Erkundungsbohrung Tubishaff, Cessange
(FRE-1-30)

Ville de Luxembourg, Services des Eaux
Erkundungsbohrung Tubishaff (FRE-1-30)

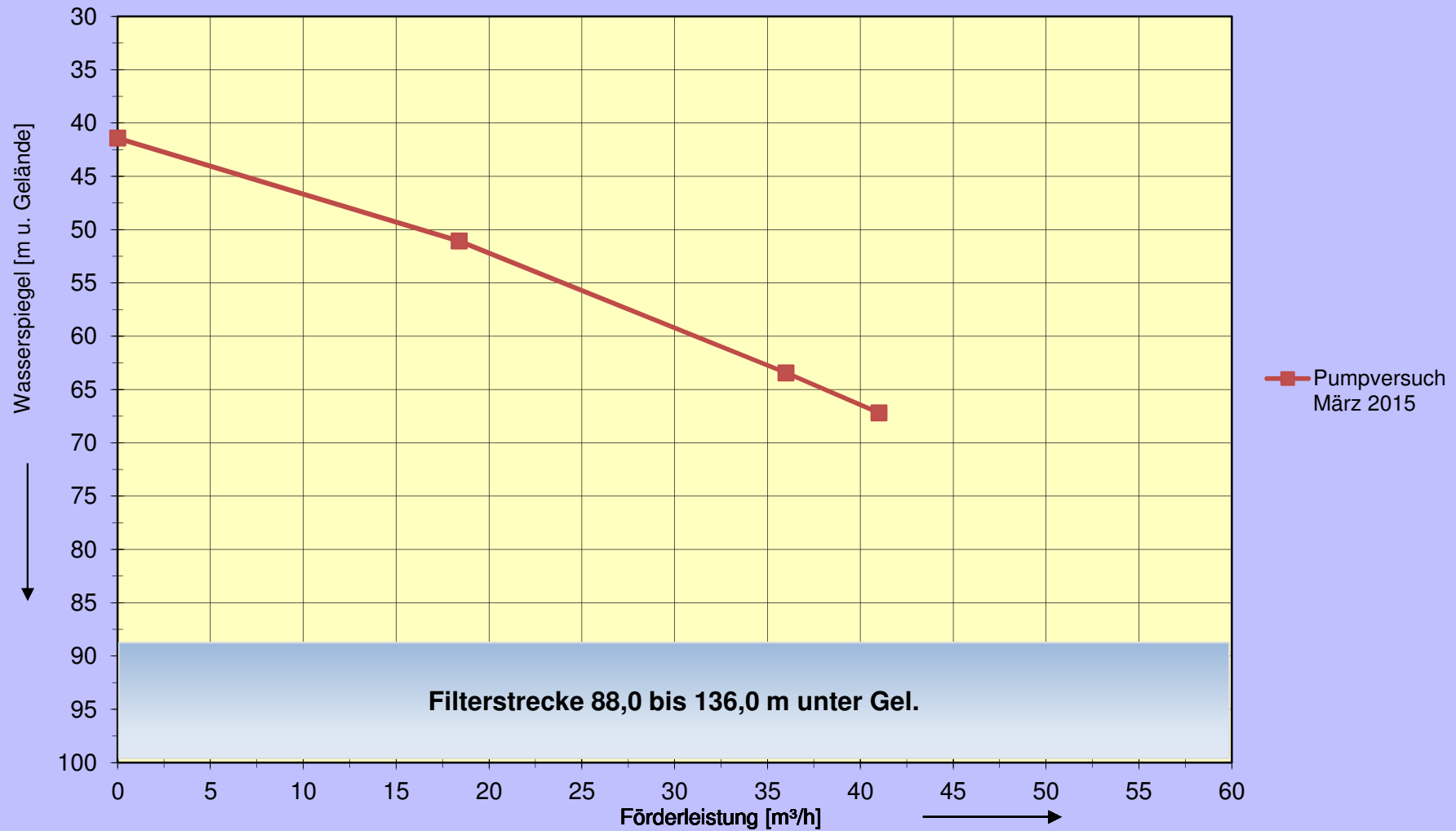
22.03. - 28.03.2015: Pumpversuch im Versuchsbrunnen DN 175

Messstellenausbau DN 175

Pumpstufen	Förderleistung [m³/h]	Absenkung [m]	GWS [m u. Gel.]	GWS [NN + m]
	0,00	0,00	41,41	266,59
1	18,36	9,66	51,07	256,93
2	36,00	22,03	63,44	244,56
3	41,04	25,78	67,19	240,81

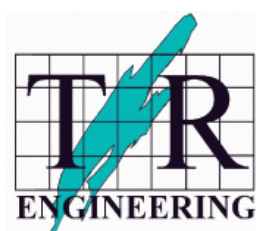
Stufe	Förderleistung [m³/h]	Absenkung [m]	spez. Ergiebigkeit E [m³ / (h x m)]
Stufe 1	18,4	9,66	1,90
Stufe 2	36,0	22,03	1,63
Stufe 3	41,0	25,78	1,59

Ville de Luxembourg, Services des Eaux
Erkundungsbohrung Tubishaff (FRE-1-30)
Pumpversuch 23. - 28.03.2015: Ergiebigkeitsgrafik



Hydrochemische Analysen

Erkundungsbohrung Tubishaff, Cessange
(FRE-1-30)



Wasserprobe 25.03.2015
(Mitte Pumpversuch)

Dr. Blasy - Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: +49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 7214
eMail: bbec@agrolab.de www.agrolab.de

Dr. Blasy-Dr. Busse Moosstr. 6A, 82279 Eching

VILLE DE LUXEMBOURG
Herr Christen
338, RUE DE ROLLINGERGRUND
2442 LUXEMBOURG
LUXEMBURG

Datum 31.03.2015
Kundennr. 40011859

PRÜFBERICHT 836718 - 627062

Auftrag **836718 Pumpversuch**
Analysennr. **627062 Trinkwasser**
Projekt **11019 Trinkwasseruntersuchung**
Probeneingang **26.03.2015**
Probenahme **25.03.2015 09:00**
Probenehmer **Auftraggeber**
Kunden-Probenbezeichnung **FT01 forage de reconnaissance Tubishof**
Entnahmestelle **Ville de Luxembourg**
Objektkennzahl **FT01 forage de reconnaissance Tubishof**
Objektkennzahl **88987820**

Indikatorparameter der Anlage 3 TrinkwV / EÜV / chemisch-technische und hygienische Parameter

Einheit Ergebnis Best.-Gr. TrinkwV
Luxemburg Methode

Sensorische Prüfungen

Färbung (vor Ort)		farblos			EN ISO 7887
Geruch (vor Ort)		ohne			DEV B1/2
Trübung (vor Ort)		klar			DIN EN ISO 7027 (C 2)

Physikalisch-chemische Parameter

Temperatur (Labor)	°C	13,0	0		DIN 38404-4 (C 4)
Wassertemperatur (vor Ort)	°C	13,5			DIN 38404-4 (C 4)
Leitfähigkeit bei 20°C (Labor)	µS/cm	490	1	2500	EN 27888
Leitfähigkeit bei 20°C (vor Ort)	µS/cm	490	1		EN 27888
Leitfähigkeit bei 25°C (Labor)	µS/cm	550	1	2790	EN 27888
pH-Wert (Labor)		7,30	0	6,5 - 9,5	DIN 38404-5 (C 5)
pH-Wert (vor Ort)		7,90	0	6,5 - 9,5	DIN 38404-5 (C 5)
Trübung (Labor)	NTU	11	0,02	1	DIN EN ISO 7027 (C 2)

Kationen

Calcium (Ca)	mg/l	94,9	0,5		DIN EN ISO 11885 (E 22)
Magnesium (Mg)	mg/l	16,5	0,5		DIN EN ISO 11885 (E 22)
Natrium (Na)	mg/l	10,1	0,5	200	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Kalium (K)	mg/l	2,5	0,5		DIN EN ISO 11885 (E 22)
Ammonium (NH ₄)	mg/l	0,12	0,01	0,5	E DIN ISO 15923-1 (D 42)

Anionen

Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	5,06	0,05		DIN 38409-7 (H 7)
Chlorid (Cl)	mg/l	4,9	1	250	E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Sulfat (SO ₄)	mg/l	40,0	1	250	E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Nitrat (NO ₃)	mg/l	<1,0	1	50	E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Nitrit (NO ₂)	mg/l	<0,02	0,02	0,5 ⁴⁾	E DIN ISO 15923-1 (D 42)

Anorganische Bestandteile

Mangan (Mn)	mg/l	0,021	0,005	0,05	DIN EN ISO 11885 (E 22)
-------------	------	--------------	-------	------	-------------------------

Dr. Blasy - Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: +49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 7214
eMail: bbec@agrolab.de www.agrolab.de



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Datum 31.03.2015

Kundennr. 40011859

PRÜFBERICHT 836718 - 627062

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	TrinkwV Luxemburg	Methode
Eisen (Fe)	mg/l	0,77	0,005	0,2	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Aluminium (Al)	mg/l	0,17	0,02	0,2	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Zink (Zn)	mg/l	<0,05	0,05		DIN EN ISO 11885 (E 22)

Gasförmige Komponenten

Basekapazität bis pH 8,2	mmol/l	0,57	0,01		DIN 38409-7 (H 7)
--------------------------	--------	------	------	--	-------------------

BTEX-Aromaten

Ethylbenzol	mg/l	<0,0001	0,0001		DIN 38407-9 (F 9)
Toluol	mg/l	0,0002	0,0001		DIN 38407-9 (F 9)
o-Xylol	mg/l	<0,0001	0,0001		DIN 38407-9 (F 9)
m,p-Xylol	mg/l	<0,00010	0,0001		DIN 38407-9 (F 9)

Berechnete Werte

Carbonathärte (°f)	°f	25,3	0,25		keine Angabe
Gesamthärte (°f)	°f	30,5	0,5		keine Angabe
Gesamthärte	°dH	17,1	0,3		keine Angabe
Summe Erdalkalien	mmol/l	3,05	0,05		DIN 38409-6 (H 6)
Gesamthärte (als Calciumcarbonat)	mmol/l	3,05	0,05		keine Angabe
Härtebereich		hart			keine Angabe
Carbonathärte	°dH	14,2	0,14		keine Angabe
Gesamtmineralisation (berechnet)	mg/l	478	10		keine Angabe
pH-Wert (berechnet)		7,30		6,5 - 9,5	keine Angabe
pH-Wert n. Carbonatsätt. (pHC)		7,24			keine Angabe
Sättigungs-pH (n.Langelier,pHL)		7,21			keine Angabe
Delta-pH-Wert: pH(ber.) - pHC		0,06			keine Angabe
Sättigungsindex		0,08			keine Angabe
Kohlenstoffdioxid, gelöst	mg/l	26			keine Angabe
Kohlenstoffdioxid, zugehörig	mg/l	30			keine Angabe
Calcitlösekapazität (CaCO ₃)	mg/l	-6		5	DIN 38404-10-R3 (C 10-R3)
Pufferungsintensität	mmol/l	1,25			keine Angabe
Kupferquotient S		12,14			DIN EN 12502
Lochkorrosionsquotient S1		0,20			DIN EN 12502
Zinkgerieselquotient S2		60,18			DIN EN 12502

Mikrobiologische Untersuchungen

Clostridium perfringens	KBE/100ml	0	0	0	TrinkwV 2001 (2013), Anl. 5
Coliforme, thermotolerant	KBE/100ml	0	0	0	EN ISO 9308-1 (mod.)
Koloniezahl bei 22°C	KBE/1ml	296	0	100	ISO 6222 / TrinkwV 2001
Koloniezahl bei 36°C	KBE/1ml	0	0	20	ISO 6222 / TrinkwV 2001
Coliforme Keime	KBE/100ml	0	0	0	DIN EN ISO 9308-1 (K 12)
E. coli	KBE/100ml	0	0	0	DIN EN ISO 9308-1 (K 12)

4) Am Wasserwerksausgang gilt ein Grenzwert von 0,1 mg/l.

TrinkwV: zulässiger Höchstwert / geforderter Bereich der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001 - aktueller Stand
DIN 50930: geforderter Bereich der DIN 50930 "Korrosionsverhalten von metallischen Werkstoffen gegenüber Wasser"

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Das Zeichen "<....(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

TrinkwV Luxemburg: gemäß "Réglement grand-ducal du 7 octobre 2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine" des Großherzogtums Luxemburg

Dr. Blasy - Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: +49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 7214
eMail: bbec@agrolab.de www.agrolab.de



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Datum 31.03.2015
Kundennr. 40011859

PRÜFBERICHT 836718 - 627062

Nachfolgende Parameter sind grenzwertüberschreitend bzw. liegen ausserhalb des geforderten Bereichs

Analysenparameter	Wert	Einheit	
Trübung (Labor)	11	NTU	Höchstwert überschritten
Eisen (Fe)	0,77	mg/l	Höchstwert überschritten
Koloniezahl bei 22°C	296	KBE/1ml	Höchstwert überschritten

Dr. Blasy-Dr. Busse Herr J. Werner, Tel. 08143/79-196

FAX: 08143/7214, E-Mail: Jan.Werner@agrolab.de

Kundenbetreuung

Beginn der Prüfungen: 26.03.2015

Ende der Prüfungen: 31.03.2015

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekannten Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

Dr. Blasy - Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: +49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 7214
eMail: bbec@agrolab.de www.agrolab.de



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Dr. Blasy-Dr. Busse Moosstr. 6A, 82279 Eching

VILLE DE LUXEMBOURG
Herr Christen
338, RUE DE ROLLINGERGRUND
2442 LUXEMBOURG
LUXEMBURG

Datum 31.03.2015
Kundenr. 40011859

PRÜFBERICHT 836718 - 627062

Auftrag 836718 Pumpversuch
Analysennr. 627062 Trinkwasser
Projekt 11019 Trinkwasseruntersuchung
Probeneingang 26.03.2015
Probenahme 25.03.2015 09:00
Probenehmer Auftraggeber
Kunden-Probenbezeichnung FT01 forage de reconnaissance Tubishof
Entnahmestelle Ville de Luxembourg
Objektkennzahl FT01 forage de reconnaissance Tubishof
88987820

Chemische Parameter der Anlage 2 Teil I und II TrinkwV (ohne Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte)

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	TrinkwV Luxemburg	Methode
Anionen					
Bromat (BrO ₃)	mg/l	<0,002 (NWG)	0,005	0,01	DIN EN ISO 15061 (D 34):2001
Cyanide, gesamt	mg/l	<0,005	0,005	0,05	DIN 38405-13 (D 13)
Fluorid (F)	mg/l	0,07	0,02	1,5	DIN EN ISO 10304-1 (D 20)
Nitrat (NO ₃)	mg/l	<1,0	1	50	E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Nitrit (NO ₂)	mg/l	<0,02	0,02	0,5 ⁴⁾	E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Nitrat/50 + Nitrit/3	mg/l	0,0		1	keine Angabe

Anorganische Bestandteile

Antimon (Sb)	mg/l	<0,0005	0,0005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Arsen (As)	mg/l	<0,001	0,001	0,01	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei (Pb)	mg/l	<0,001	0,001	0,025 ²⁾	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Bor (B)	mg/l	0,04	0,02	1	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0003	0,0003	0,003	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Cr)	mg/l	<0,005	0,005	0,05	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,005	0,005	2 ³⁾	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Nickel (Ni)	mg/l	<0,002	0,002	0,02 ³⁾	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,0002	0,0002	0,001	DIN EN 1483 (E 12-4)
Selen (Se)	mg/l	<0,0005	0,0005	0,01	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe

Trichlormethan	mg/l	<0,0001	0,0001		DIN EN ISO 10301 (F 4)
Bromdichlormethan	mg/l	<0,0002	0,0002		DIN EN ISO 10301 (F 4)
Dibromchlormethan	mg/l	<0,0002	0,0002		DIN EN ISO 10301 (F 4)
Tribrommethan	mg/l	<0,0003	0,0003		DIN EN ISO 10301 (F 4)
Summe THM (Einzelstoffe)	mg/l	0		0,05 ⁵⁾	keine Angabe
Trichlorethen	mg/l	<0,0001	0,0001	0,01	DIN EN ISO 10301 (F 4)
Tetrachlorethen	mg/l	<0,0001	0,0001	0,01	DIN EN ISO 10301 (F 4)
Tetrachlorethen und Trichlorethen	mg/l	0	0,0002	0,01	keine Angabe
Vinylchlorid	mg/l	<0,0001	0,0001	0,0005	DIN 38413-2 (P 2)

Dr. Blasy - Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: +49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 7214
eMail: bbec@agrolab.de www.agrolab.de

Datum 31.03.2015
Kundennr. 40011859

PRÜFBERICHT 836718 - 627062

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	TrinkwV Luxemburg	Methode
1,2-Dichlorethan	mg/l	<0,0005	0,0005	0,003	DIN EN ISO 10301 (F 4)
BTEX-Aromaten					
Benzol	mg/l	<0,0001	0,0001	0,001	DIN 38407-9 (F 9)
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)					
Benzo(b)fluoranthen	mg/l	<0,000002	0,000002		DIN EN ISO 17993 (F 18)
Benzo(k)fluoranthen	mg/l	<0,000002	0,000002		DIN EN ISO 17993 (F 18)
Benzo(ghi)perylene	mg/l	<0,000002	0,000002		DIN EN ISO 17993 (F 18)
Indeno(123-cd)pyren	mg/l	<0,000002	0,000002		DIN EN ISO 17993 (F 18)
PAK-Summe (TrinkwV 2001)	mg/l	0		0,0001	DIN EN ISO 17993 (F 18)
Benzo(a)pyren	mg/l	<0,000002	0,000002	0,00001	DIN EN ISO 17993 (F 18)

- 2) Ab 1. Dezember 2013 gilt für Blei der reduzierte Grenzwert von 0,01 mg/l (bis 30.11.13 galt ein Grenzwert von 0,025 mg/l). Grundlage für den Grenzwert ist eine für die wöchentliche Wasseraufnahme durch den Verbraucher repräsentative Probe.
3) Grundlage für den Grenzwert ist eine für die wöchentliche Wasseraufnahme durch den Verbraucher repräsentative Probe.
4) Am Wasserwerksausgang gilt ein Grenzwert von 0,1 mg/l.
5) Werden am Wasserwerksausgang 0,01 mg/l eingehalten, erübrigt sich die Überprüfung im Versorgungsnetz.

TrinkwV: zulässiger Höchstwert / geforderter Bereich der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001 - aktueller Stand
DIN 50930: geforderter Bereich der DIN 50930 "Korrosionsverhalten von metallischen Werkstoffen gegenüber Wasser"
Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Das Zeichen "<...(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

TrinkwV Luxemburg: gemäß "Règlement grand-ducal du 7 octobre 2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine" des Großherzogtums Luxemburg

Im Rahmen des Untersuchungsumfangs sind die geltenden Grenzwerte eingehalten.

Hinweis zu den Berechnungsparametern Nitrat/50 + Nitrit/3, Tetrachlorethen+Trichlorethen, Summe THM, PAK-Summe:

Zur Berechnung werden nur die tatsächlich gemessenen Werte verwendet. Einzelwerte, die kleiner als die Bestimmungsgrenze sind, werden gleich 0 gesetzt.

Dr. Blasy-Dr. Busse Herr J. Werner, Tel. 08143/79-196

FAX: 08143/7214, E-Mail: Jan.Werner@agrolab.de

Kundenbetreuung

Beginn der Prüfungen: 26.03.2015

Ende der Prüfungen: 31.03.2015

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekannten Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

Dr. Blasy - Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: +49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 7214
eMail: bbec@agrolab.de www.agrolab.de



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Dr. Blasy-Dr. Busse Moosstr. 6A, 82279 Eching

VILLE DE LUXEMBOURG
Herr Christen
338, RUE DE ROLLINGERGRUND
2442 LUXEMBOURG
LUXEMBURG

Datum 31.03.2015
Kundennr. 40011859

PRÜFBERICHT 836718 - 627062

Auftrag 836718 Pumpversuch
Analysennr. 627062 Trinkwasser
Projekt 11019 Trinkwasseruntersuchung
Probeneingang 26.03.2015
Probenahme 25.03.2015 09:00
Probenehmer Auftraggeber
Kunden-Probenbezeichnung FT01 forage de reconnaissance Tubishof
Entnahmestelle Ville de Luxembourg
Objektkennzahl FT01 forage de reconnaissance Tubishof
88987820

Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte (PSM, Anlage 2 Teil I Nr. 10 TrinkwV)

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	TrinkwV Luxemburg	Methode
Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel (PSM)					
Mesotrione	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005		DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Prosulfocarb	mg/l	<0,00005	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 6468 (F 1)
Atrazin	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Atrazin-2-Hydroxy	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Azoxystrobin	mg/l	<0,00002 (NWG)	0,00003	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Bentazon	mg/l	<0,00002 (NWG)	0,00003	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Chloridazon	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Chlortoluron	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Cyanazin	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Desethylatrazin	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Desethylterbuthylazin	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Desisopropylatrazin	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Diflufenican	mg/l	<0,000030 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Dimethenamid	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Dimethoat	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Diuron	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Epoxiconazol	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Fluazifop	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Flufenacet	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Flurtamone	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Flusilazol	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Foramsulfuron	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Haloxifop	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Haloxifop-methyl (R/S)	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Isoproturon	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Isoxaben	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Linuron	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
MCPA	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Mecoprop (MCP)	mg/l	<0,00001 (NWG)	0,00003	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)

Seite 6 von 7

Ust./VAT-ID-Nr:
DE 128 944 188

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. Seb. Maier
Dr. Paul Wimmer

Eine Zweigniederlassung
der AGROLAB Labor GmbH
84079 Bruckberg,
AG Landshut, HRB 7131



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14289-01-00

Durch die DAKKS nach
DIN EN ISO/IEC 17025
akkreditiertes
Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt
für die in der Urkunde
aufgeführten
Prüfverfahren.

Dr. Blasy - Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: +49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 7214
eMail: bbec@agrolab.de www.agrolab.de



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Datum 31.03.2015

Kundennr. 40011859

PRÜFBERICHT 836718 - 627062

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	TrinkwV Luxemburg	Methode
Metazachlor	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Methabenzthiazuron	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Metolachlor (R/S)	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Metosulam	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Metsulfuron-Methyl	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Nicosulfuron	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Pethoxamid	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Prochloraz	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Propachlor	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Quinmerac	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Simazin	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Sulcotrion	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Tebuconazol	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Tembotrion	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005		DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Terbuthylazin	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D)	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Glyphosat	mg/l	<0,00001 (NWG)	0,00003	0,0001	E DIN ISO 16308
PSM-Summe	mg/l	0	0,00005	0,0005	keine Angabe

nicht relevante PSM-Metabolite

Metazachlor-Säure (BH479-4)	mg/l	<0,00001 (NWG)	0,000025		DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Metazachlor-Sulfonsäure (BH479-8)	mg/l	<0,00001 (NWG)	0,000025		DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Metolachlor-Säure (R/S)	mg/l	<0,00001 (NWG)	0,000025		DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Metolachlor-Sulfonsäure (R/S)	mg/l	<0,00001 (NWG)	0,000025		DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
N,N-Dimethylsulfamid (DMS)	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005		DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Propachlor-Carbonsäure (Propachlor-OA)	mg/l	<0,00001 (NWG)	0,00003		DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
2,6-Dichlorbenzamid	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005		DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)

TrinkwV: zulässiger Höchstwert / geforderter Bereich der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001 - aktueller Stand
DIN 50930: geforderter Bereich der DIN 50930 "Korrosionsverhalten von metallischen Werkstoffen gegenüber Wasser"
Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Das Zeichen "<....(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

TrinkwV Luxemburg: gemäß "Règlement grand-ducal du 7 octobre 2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine" des Großherzogtums Luxemburg

Im Rahmen des Untersuchungsumfangs sind die geltenden Grenzwerte eingehalten.

Hinweis zu Desisopropylatrazin:

= Desethylsimazin (=Atrazin-desisopropyl)

Hinweis zu PSM-Summe:

Zur Berechnung werden nur die tatsächlich gemessenen Werte verwendet. Einzelwerte, die kleiner als die Bestimmungsgrenze sind, werden gleich 0 gesetzt.

Dr. Blasy-Dr. Busse Herr J. Werner, Tel. 08143/79-196

FAX: 08143/7214, E-Mail: Jan.Werner@agrolab.de

Kundenbetreuung

Beginn der Prüfungen: 26.03.2015

Ende der Prüfungen: 31.03.2015

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekannten Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

Dr. Blasy - Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: +49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 7214
eMail: bbec@agrolab.de www.agrolab.de

Datum 31.03.2015
Kundennr. 40011859
Auftragsnr. 836718

Anmerkungen zum Prüfbericht

Analysenr. 627062

Für die als "nicht relevante Metaboliten" (nrM) eingestuften Stoffe gilt der Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,1 µg/l nicht, sondern es ist jeweils der (vorerst) dauerhaft duldbare "gesundheitliche Orientierungswert" (GOW) heranzuziehen.

Nach einer Bewertung des Umweltbundesamtes [4] gelten folgende GOW:

nicht relevante Metaboliten" (nrM)	GOW	Einheit	Bewertungsgrundlage
Metazachlor-Säure (BH479-4)	0,0010	mg/l	[1]
Metazachlor-Sulfonsäure (BH479-8)	0,0030	mg/l	[1]
Metolachlor-Säure (R/S)	0,0030	mg/l	[1]
Metolachlor-Sulfonsäure (R/S)	0,0030	mg/l	[1]
N,N-Dimethylsulfamid (DMS)	0,0010	mg/l	[1]
2,6- Dichlorbenzamid	0,0030	mg/l	[1]

Es gibt dann noch einen "vorübergehend hinnehmbaren Vorsorge-Maßnahmenwert" (VMW) von 10 µg/l. Bis zum VMW dürfen die GOWs zeitlich begrenzt überschritten werden.

Bei Bedarf sollten Sie sich an die zuständige Gesundheitsbehörde wenden.

- [1] nrM - Empfehlung des Bundesumweltamtes vom 04.04.2008
[4] GOW für nrM -Wirkstofftabelle, Stand 31.01.2012,
http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwassertoxikologie/tabelle_gow_nrm.pdf

Wasserprobe 27.03.2015
(Ende Pumpversuch)

Dr. Blasy - Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: +49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 7214
eMail: bbec@agrolab.de www.agrolab.de



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Dr. Blasy-Dr. Busse Moosstr. 6A, 82279 Eching

VILLE DE LUXEMBOURG
Herr Christen
338, RUE DE ROLLINGERGRUND
2442 LUXEMBOURG
LUXEMBURG

Datum 08.04.2015
Kundennr. 40011859

PRÜFBERICHT 836726 - 629543

Auftrag **836726 Pumpversuch**
Analysennr. **629543 Trinkwasser**
Projekt **11019 Trinkwasseruntersuchung**
Probeneingang **28.03.2015**
Probenahme **27.03.2015 09:30**
Probenehmer **Auftraggeber**
Kunden-Probenbezeichnung **836726 - FT01 forage de reconnaissance Tubishof**
Entnahmestelle **Ville de Luxembourg**
Objektkennzahl **FT01 forage de reconnaissance Tubishof**
88987820

Hinweis:

Abweichung: Die Probe zur Untersuchung von Leichtflüchtern enthält Luft. Mit Minderbefund ist zu rechnen.

Indikatorparameter der Anlage 3 TrinkwV / EÜV / chemisch-technische und hygienische Parameter

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	TrinkwV Luxemburg	Methode
Sensorische Prüfungen					
Färbung (vor Ort)		farblos			EN ISO 7887
Geruch (vor Ort)		ohne			DEV B1/2
Geschmack organoleptisch (vor Ort)		ohne			DEV B1/2
Trübung (vor Ort)		klar			DIN EN ISO 7027 (C 2)
Physikalisch-chemische Parameter					
Temperatur (Labor)	°C	10,0	0		DIN 38404-4 (C 4)
Wassertemperatur (vor Ort)	°C	13,4			DIN 38404-4 (C 4)
Leitfähigkeit bei 20°C (Labor)	µS/cm	480	1	2500	EN 27888
Leitfähigkeit bei 25°C (Labor)	µS/cm	540	1	2790	EN 27888
Leitfähigkeit bei 25°C (vor Ort)	µS/cm	490	1		EN 27888
pH-Wert (Labor)		7,21	0	6,5 - 9,5	DIN 38404-5 (C 5)
pH-Wert (vor Ort)		7,09	0	6,5 - 9,5	DIN 38404-5 (C 5)
Trübung (Labor)	NTU	2,9	0,02	1	DIN EN ISO 7027 (C 2)
Kationen					
Calcium (Ca)	mg/l	91,3	0,5		DIN EN ISO 11885 (E 22)
Magnesium (Mg)	mg/l	15,9	0,5		DIN EN ISO 11885 (E 22)
Natrium (Na)	mg/l	9,5	0,5	200	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Kalium (K)	mg/l	2,3	0,5		DIN EN ISO 11885 (E 22)
Ammonium (NH ₄)	mg/l	0,12	0,01	0,5	E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Anionen					
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	5,04	0,05		DIN 38409-7 (H 7)
Chlorid (Cl)	mg/l	4,4	1	250	E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Sulfat (SO ₄)	mg/l	39,4	1	250	E DIN ISO 15923-1 (D 42)

Seite 1 von 7

Ust./VAT-ID-Nr:
DE 128 944 188

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. Seb. Maier
Dr. Paul Wimmer

Eine Zweigniederlassung
der AGROLAB Labor GmbH
84079 Bruckberg,
AG Landshut, HRB 7131



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14289-01-00

Durch die DAKKS nach
DIN EN ISO/IEC 17025
akkreditiertes
Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt
für die in der Urkunde
aufgeführten
Prüfverfahren.

Dr. Blasy - Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: +49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 7214
eMail: bbec@agrolab.de www.agrolab.de



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Datum 08.04.2015

Kundennr. 40011859

PRÜFBERICHT 836726 - 629543

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	TrinkwV Luxemburg	Methode
Nitrat (NO ₃)	mg/l	<1,0	1	50	E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Nitrit (NO ₂)	mg/l	<0,02	0,02	0,5 ⁴⁾	E DIN ISO 15923-1 (D 42)

Anorganische Bestandteile

Mangan (Mn)	mg/l	0,017	0,005	0,05	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Eisen (Fe)	mg/l	0,67	0,005	0,2	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Aluminium (Al)	mg/l	<0,02	0,02	0,2	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Zink (Zn)	mg/l	<0,05	0,05		DIN EN ISO 11885 (E 22)

Gasförmige Komponenten

Basekapazität bis pH 8,2	mmol/l	0,64	0,01		DIN 38409-7 (H 7)
--------------------------	--------	------	------	--	-------------------

BTEX-Aromaten

Ethylbenzol	mg/l	<0,0001	0,0001		DIN 38407-9 (F 9)
Toluol	mg/l	<0,0001	0,0001		DIN 38407-9 (F 9)
o-Xylol	mg/l	<0,0001	0,0001		DIN 38407-9 (F 9)
m,p-Xylol	mg/l	<0,00010	0,0001		DIN 38407-9 (F 9)

Berechnete Werte

Carbonathärte (°f)	°f	25,2	0,25		keine Angabe
Gesamthärte (°f)	°f	29,3	0,5		keine Angabe
Gesamthärte	°dH	16,4	0,3		keine Angabe
Summe Erdalkalien	mmol/l	2,93	0,05		DIN 38409-6 (H 6)
Gesamthärte (als Calciumcarbonat)	mmol/l	2,93	0,05		keine Angabe
Härtebereich		hart			keine Angabe
Carbonathärte	°dH	14,1	0,14		keine Angabe
Gesamtmineralisation (berechnet)	mg/l	470	10		keine Angabe
pH-Wert (berechnet)		7,25		6,5 - 9,5	keine Angabe
pH-Wert n. Carbonatsätt. (pHC)		7,24			keine Angabe
Sättigungs-pH (n.Langelier,pHL)		7,23			keine Angabe
Delta-pH-Wert: pH(ber.) - pHC		0,01			keine Angabe
Sättigungsindex		0,02			keine Angabe
Kohlenstoffdioxid, gelöst	mg/l	30			keine Angabe
Kohlenstoffdioxid, zugehörig	mg/l	30			keine Angabe
Calcitlösekapazität (CaCO ₃)	mg/l	-1		5	DIN 38404-10-R3 (C 10-R3)
Pufferungsintensität	mmol/l	1,37			keine Angabe
Kupferquotient S		12,30			DIN EN 12502
Lochkorrosionsquotient S1		0,19			DIN EN 12502
Zinkgieselquotient S2		58,55			DIN EN 12502

Mikrobiologische Untersuchungen

Clostridium perfringens	KBE/100ml	0	0	0	TrinkwV 2001 (2013), Anl. 5
Coliforme, thermotolerant	KBE/100ml	0	0	0	EN ISO 9308-1 (mod.)
Koloniezahl bei 22°C	KBE/1ml	0	0	100	ISO 6222 / TrinkwV 2001
Koloniezahl bei 36°C	KBE/1ml	1	0	20	ISO 6222 / TrinkwV 2001
Coliforme Keime	KBE/100ml	0	0	0	DIN EN ISO 9308-1 (K 12)
E. coli	KBE/100ml	0	0	0	DIN EN ISO 9308-1 (K 12)

4) Am Wasserwerksausgang gilt ein Grenzwert von 0,1 mg/l.

TrinkwV: zulässiger Höchstwert / geforderter Bereich der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001 - aktueller Stand
DIN 50930: geforderter Bereich der DIN 50930 "Korrosionsverhalten von metallischen Werkstoffen gegenüber Wasser"
Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Das Zeichen "<....(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

TrinkwV Luxemburg: gemäß "Règlement grand-ducal du 7 octobre 2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine" des Großherzogtums Luxemburg

Dr. Blasy - Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: +49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 7214
eMail: bbec@agrolab.de www.agrolab.de

Datum 08.04.2015
Kundennr. 40011859

PRÜFBERICHT 836726 - 629543

Nachfolgende Parameter sind grenzwertüberschreitend bzw. liegen ausserhalb des geforderten Bereichs

Analysenparameter	Wert	Einheit	
Trübung (Labor)	2,9	NTU	Höchstwert überschritten
Eisen (Fe)	0,67	mg/l	Höchstwert überschritten

Dr. Blasy-Dr. Busse Frau Stephanie Solle, Tel. 08143/79-148

FAX: 08143/7214, E-Mail: stephanie.solle@agrolab.de

Kundenbetreuung

Beginn der Prüfungen: 28.03.2015

Ende der Prüfungen: 08.04.2015

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekannten Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

Dr. Blasy - Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: +49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 7214
eMail: bbec@agrolab.de www.agrolab.de

Dr. Blasy-Dr. Busse Moosstr. 6A, 82279 Eching

VILLE DE LUXEMBOURG
Herr Christen
338, RUE DE ROLLINGERGRUND
2442 LUXEMBOURG
LUXEMBURG

Datum 08.04.2015
Kundennr. 40011859

PRÜFBERICHT 836726 - 629543

Auftrag	836726 Pumpversuch
Analysennr.	629543 Trinkwasser
Projekt	11019 Trinkwasseruntersuchung
Probeneingang	28.03.2015
Probenahme	27.03.2015 09:30
Probenehmer	Auftraggeber
Kunden-Probenbezeichnung	836726 - FT01 forage de reconnaissance Tubishof
Entnahmestelle	Ville de Luxembourg
.	FT01 forage de reconnaissance Tubishof
Objektkennzahl	88987820

Hinweis:

Abweichung: Die Probe zur Untersuchung von Leichtflüchtern enthält Luft. Mit Minderbefund ist zu rechnen.

Chemische Parameter der Anlage 2 Teil I und II TrinkwV (ohne Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte)

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	TrinkwV Luxemburg	Methode
Anionen					
Bromat (BrO ₃)	mg/l	<0,002 (NWG)	0,005	0,01	DIN EN ISO 15061 (D 34):2001
Cyanide, gesamt	mg/l	<0,005	0,005	0,05	DIN 38405-13 (D 13)
Fluorid (F)	mg/l	0,06	0,02	1,5	DIN EN ISO 10304-1 (D 20)
Nitrat (NO ₃)	mg/l	<1,0	1	50	E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Nitrit (NO ₂)	mg/l	<0,02	0,02	0,5 ⁴⁾	E DIN ISO 15923-1 (D 42)
Nitrat/50 + Nitrit/3	mg/l	0,0		1	keine Angabe

Anorganische Bestandteile

Antimon (Sb)	mg/l	<0,0005	0,0005	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Arsen (As)	mg/l	<0,001	0,001	0,01	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Blei (Pb)	mg/l	<0,001	0,001	0,025 ²⁾	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Bor (B)	mg/l	0,04	0,02	1	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0003	0,0003	0,003	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Chrom (Cr)	mg/l	<0,005	0,005	0,05	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,005	0,005	2 ³⁾	DIN EN ISO 11885 (E 22)
Nickel (Ni)	mg/l	<0,002	0,002	0,02 ³⁾	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,0002	0,0002	0,001	DIN EN 1483 (E 12-4)
Selen (Se)	mg/l	<0,0005	0,0005	0,01	DIN EN ISO 17294-2 (E 29)

Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe

Trichlormethan	mg/l	<0,0001	0,0001		DIN EN ISO 10301 (F 4)
Bromdichlormethan	mg/l	<0,0002	0,0002		DIN EN ISO 10301 (F 4)
Dibromchlormethan	mg/l	<0,0002	0,0002		DIN EN ISO 10301 (F 4)
Tribrommethan	mg/l	<0,0003	0,0003		DIN EN ISO 10301 (F 4)
Summe THM (Einzelstoffe)	mg/l	0		0,05 ⁵⁾	keine Angabe
Trichlorethen	mg/l	<0,0001	0,0001	0,01	DIN EN ISO 10301 (F 4)

Seite 4 von 7

Dr. Blasy - Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: +49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 7214
eMail: bbec@agrolab.de www.agrolab.de



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Datum 08.04.2015

Kundennr. 40011859

PRÜFBERICHT 836726 - 629543

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	TrinkwV Luxemburg	Methode
Tetrachlorethen	mg/l	<0,0001	0,0001	0,01	DIN EN ISO 10301 (F 4)
Tetrachlorethen und Trichlorethen	mg/l	0	0,0002	0,01	keine Angabe
Vinylchlorid	mg/l	<0,0001	0,0001	0,0005	DIN 38413-2 (P 2)
1,2-Dichlorethan	mg/l	<0,0005	0,0005	0,003	DIN EN ISO 10301 (F 4)

BTEX-Aromaten

Benzol	mg/l	<0,0001	0,0001	0,001	DIN 38407-9 (F 9)
--------	------	---------	--------	-------	-------------------

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Benzo(b)fluoranthren	mg/l	<0,000002	0,000002		DIN EN ISO 17993 (F 18)
Benzo(k)fluoranthren	mg/l	<0,000002	0,000002		DIN EN ISO 17993 (F 18)
Benzo(ghi)perylene	mg/l	<0,000002	0,000002		DIN EN ISO 17993 (F 18)
Indeno(123-cd)pyren	mg/l	<0,000002	0,000002		DIN EN ISO 17993 (F 18)
PAK-Summe (TrinkwV 2001)	mg/l	0		0,0001	DIN EN ISO 17993 (F 18)
Benzo(a)pyren	mg/l	<0,000002	0,000002	0,00001	DIN EN ISO 17993 (F 18)

- 2) Ab 1. Dezember 2013 gilt für Blei der reduzierte Grenzwert von 0,01 mg/l (bis 30.11.13 galt ein Grenzwert von 0,025 mg/l). Grundlage für den Grenzwert ist eine für die wöchentliche Wasseraufnahme durch den Verbraucher repräsentative Probe.
- 3) Grundlage für den Grenzwert ist eine für die wöchentliche Wasseraufnahme durch den Verbraucher repräsentative Probe.
- 4) Am Wasserwerksausgang gilt ein Grenzwert von 0,1 mg/l.
- 5) Werden am Wasserwerksausgang 0,01 mg/l eingehalten, erübrigt sich die Überprüfung im Versorgungsnetz.

TrinkwV: zulässiger Höchstwert / geforderter Bereich der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001 - aktueller Stand
DIN 50930: geforderter Bereich der DIN 50930 "Korrosionsverhalten von metallischen Werkstoffen gegenüber Wasser"
Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.
Das Zeichen "<....(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

TrinkwV Luxemburg: gemäß "Réglement grand-ducal du 7 octobre 2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine" des Großherzogtums Luxemburg

Im Rahmen des Untersuchungsumfangs sind die geltenden Grenzwerte eingehalten.

Hinweis zu den Berechnungsparametern Nitrat/50 + Nitrit/3, Tetrachlorethen+Trichlorethen, Summe THM, PAK-Summe:

Zur Berechnung werden nur die tatsächlich gemessenen Werte verwendet. Einzelwerte, die kleiner als die Bestimmungsgrenze sind, werden gleich 0 gesetzt.

Dr. Blasy-Dr. Busse Frau Stephanie Solle, Tel. 08143/79-148

FAX: 08143/7214, E-Mail: stephanie.solle@agrolab.de

Kundenbetreuung

Beginn der Prüfungen: 28.03.2015

Ende der Prüfungen: 08.04.2015

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekannten Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

Dr. Blasy - Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: +49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 7214
eMail: bbec@agrolab.de www.agrolab.de

Dr. Blasy-Dr. Busse Moosstr. 6A, 82279 Eching

VILLE DE LUXEMBOURG
Herr Christen
338, RUE DE ROLLINGERGRUND
2442 LUXEMBOURG
LUXEMBURG

Datum 08.04.2015
Kundennr. 40011859

PRÜFBERICHT 836726 - 629543

Auftrag 836726 Pumpversuch
Analysennr. 629543 Trinkwasser
Projekt 11019 Trinkwasseruntersuchung
Probeneingang 28.03.2015
Probenahme 27.03.2015 09:30
Probenehmer Auftraggeber
Kunden-Probenbezeichnung 836726 - FT01 forage de reconnaissance Tubishof
Entnahmestelle Ville de Luxembourg
Objektkennzahl FT01 forage de reconnaissance Tubishof
88987820

Hinweis:

Abweichung: Die Probe zur Untersuchung von Leichtflüchtern enthält Luft. Mit Minderbefund ist zu rechnen.

Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte (PSM, Anlage 2 Teil I Nr. 10 TrinkwV)

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	TrinkwV Luxemburg	Methode
Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel (PSM)					
Mesotrione	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005		DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Prosulfocarb	mg/l	<0,00005	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 6468 (F 1)
Atrazin	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Atrazin-2-Hydroxy	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Azoxystrobin	mg/l	<0,00002 (NWG)	0,00003	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Bentazon	mg/l	<0,00002 (NWG)	0,00003	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Chloridazon	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Chlortoluron	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Cyanazin	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Desethylatrazin	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Desethylterbuthylazin	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Desisopropylatrazin	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Diflufenican	mg/l	<0,000030 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Dimethenamid	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Dimethoat	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Diuron	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Epoxiconazol	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Fluazifop	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Flufenacet	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Flurtamone	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Flusilazol	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Foramsulfuron	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Haloxifop	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Haloxifop-methyl (R/S)	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Isoproturon	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
Isoxaben	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)

Seite 6 von 7

Dr. Blasy - Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: +49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 7214
eMail: bbec@agrolab.de www.agrolab.de



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Datum 08.04.2015

Kundennr. 40011859

PRÜFBERICHT 836726 - 629543

	Einheit	Ergebnis	Best.-Gr.	TrinkwV Luxemburg	Methode
<i>Linuron</i>	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>MCPA</i>	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Mecoprop (MCP)</i>	mg/l	<0,00001 (NWG)	0,00003	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Metazachlor</i>	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Methabenzthiazuron</i>	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Metolachlor (R/S)</i>	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Metosulam</i>	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Metsulfuron-Methyl</i>	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Nicosulfuron</i>	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Pethoxamid</i>	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Prochloraz</i>	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Propachlor</i>	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Quinmerac</i>	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Simazin</i>	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Sulcotrion</i>	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Tebuconazol</i>	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Tembotrion</i>	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005		DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Terbutylazin</i>	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D)</i>	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005	0,0001	DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Glyphosat</i>	mg/l	<0,00001 (NWG)	0,00003	0,0001	E DIN ISO 16308
PSM-Summe	mg/l	0	0,00005	0,0005	keine Angabe

nicht relevante PSM-Metabolite

<i>Metazachlor-Säure (BH479-4)</i>	mg/l	<0,00001 (NWG)	0,000025		DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Metazachlor-Sulfonsäure (BH479-8)</i>	mg/l	<0,00001 (NWG)	0,000025		DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Metolachlor-Säure (R/S)</i>	mg/l	<0,00001 (NWG)	0,000025		DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Metolachlor-Sulfonsäure (R/S)</i>	mg/l	<0,00001 (NWG)	0,000025		DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>N,N-Dimethylsulfamid (DMS)</i>	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005		DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>Propachlor-Carbonsäure (Propachlor-OA)</i>	mg/l	<0,00001 (NWG)	0,00003		DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)
<i>2,6-Dichlorbenzamid</i>	mg/l	<0,00003 (NWG)	0,00005		DIN EN ISO 11369 (F 12) (mod.)

TrinkwV: zulässiger Höchstwert / geforderter Bereich der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001 - aktueller Stand
DIN 50930: geforderter Bereich der DIN 50930 "Korrosionsverhalten von metallischen Werkstoffen gegenüber Wasser"
Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Das Zeichen "<....(NWG)" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

TrinkwV Luxemburg: gemäß "Règlement grand-ducal du 7 octobre 2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine" des Großherzogtums Luxemburg

Im Rahmen des Untersuchungsumfangs sind die geltenden Grenzwerte eingehalten.

Hinweis zu Desisopropylatrazin:

= Desethylsimazin (=Atrazin-desisopropyl)

Hinweis zu PSM-Summe:

Zur Berechnung werden nur die tatsächlich gemessenen Werte verwendet. Einzelwerte, die kleiner als die Bestimmungsgrenze sind, werden gleich 0 gesetzt.

Dr. Blasy-Dr. Busse Frau Stephanie Solle, Tel. 08143/79-148

FAX: 08143/7214, E-Mail: stephanie.solle@agrolab.de

Kundenbetreuung

Beginn der Prüfungen: 28.03.2015

Ende der Prüfungen: 08.04.2015

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekannten Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

Seite 7 von 7

Ust./VAT-ID-Nr:
DE 128 944 188

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. Seb. Maier
Dr. Paul Wimmer

Eine Zweigniederlassung
der AGROLAB Labor GmbH
84079 Bruckberg,
AG Landshut, HRB 7131



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14289-01-00

Durch die DAKKS nach
DIN EN ISO/IEC 17025
akkreditiertes
Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt
für die in der Urkunde
aufgeführten
Prüfverfahren.

Dr. Blasy - Dr. Busse

Niederlassung der AGROLAB-Labor GmbH, Bruckberg
Moosstraße 6 a, 82279 Eching am Ammersee, Germany
Tel.: +49 (08143) 7901, Fax: +49 (08143) 7214
eMail: bbec@agrolab.de www.agrolab.de

Datum 08.04.2015
Kundennr. 40011859
Auftragsnr. 836726

Anmerkungen zum Prüfbericht

Analysenr. 629543

Für die als "nicht relevante Metaboliten" (nrM) eingestuften Stoffe gilt der Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,1 µg/l nicht, sondern es ist jeweils der (vorerst) dauerhaft duldbare "gesundheitliche Orientierungswert" (GOW) heranzuziehen.

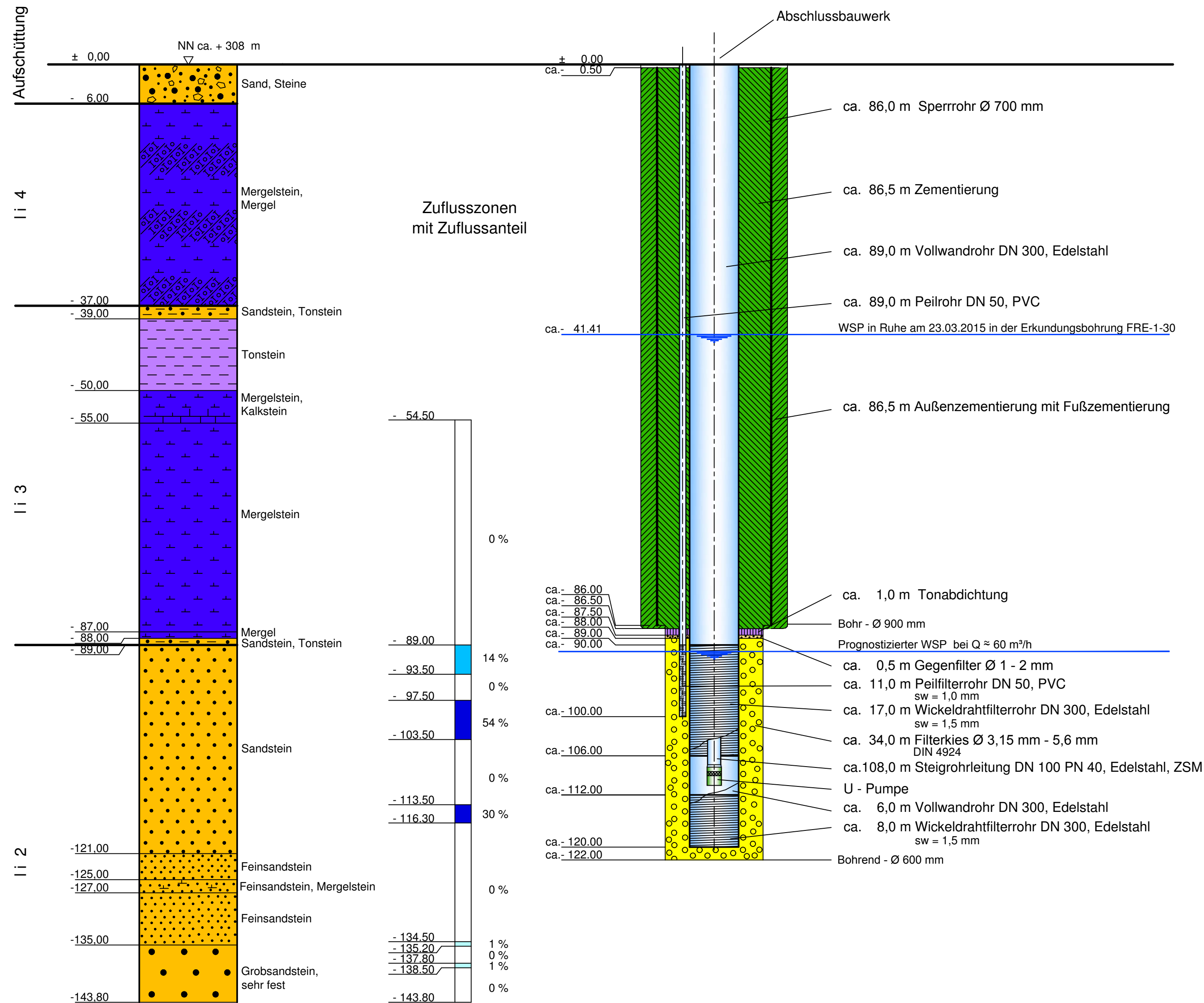
Nach einer Bewertung des Umweltbundesamtes [4] gelten folgende GOW:

nicht relevante Metaboliten" (nrM)	GOW	Einheit	Bewertungsgrundlage
Metazachlor-Säure (BH479-4)	0,0010	mg/l	[1]
Metazachlor-Sulfonsäure (BH479-8)	0,0030	mg/l	[1]
Metolachlor-Säure (R/S)	0,0030	mg/l	[1]
Metolachlor-Sulfonsäure (R/S)	0,0030	mg/l	[1]
N,N-Dimethylsulfamid (DMS)	0,0010	mg/l	[1]
2,6- Dichlorbenzamid	0,0030	mg/l	[1]

Es gibt dann noch einen "vorübergehend hinnehmbaren Vorsorge-Maßnahmenwert" (VMW) von 10 µg/l. Bis zum VMW dürfen die GOWs zeitlich begrenzt überschritten werden.

Bei Bedarf sollten Sie sich an die zuständige Gesundheitsbehörde wenden.

- [1] nrM - Empfehlung des Bundesumweltamtes vom 04.04.2008
[4] GOW für nrM -Wirkstofftabelle, Stand 31.01.2012,
http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwassertoxikologie/tabelle_gow_nrm.pdf



Schichtenprofil der Erkundungsbohrung FRE-1-30

Anlage 7

Konzept



Ville de Luxembourg

TR-ENGINEERING

Ingénieurs-conseils
86-88, rue de l'Égalité
L-1456 LUXEMBOURG

Tel.: (+352) 49 00 65 1
Fax.: (+352) 49 25 38
e-mail@tr-engineering.lu



BIESKE UND PARTNER

Beratende Ingenieure GmbH

Im Pesch 79 • D-53797 Lohmar • Tel.: +492246/9212-0 • Fax: +492246/9212-99

Auftraggeber:

Ville de Luxembourg
- Services des Eaux -

bearb. 26.05.2015 wj

gepr. --

Maßstab:

Benennung: Erkundungsbohrung Tubishaff, Cessange

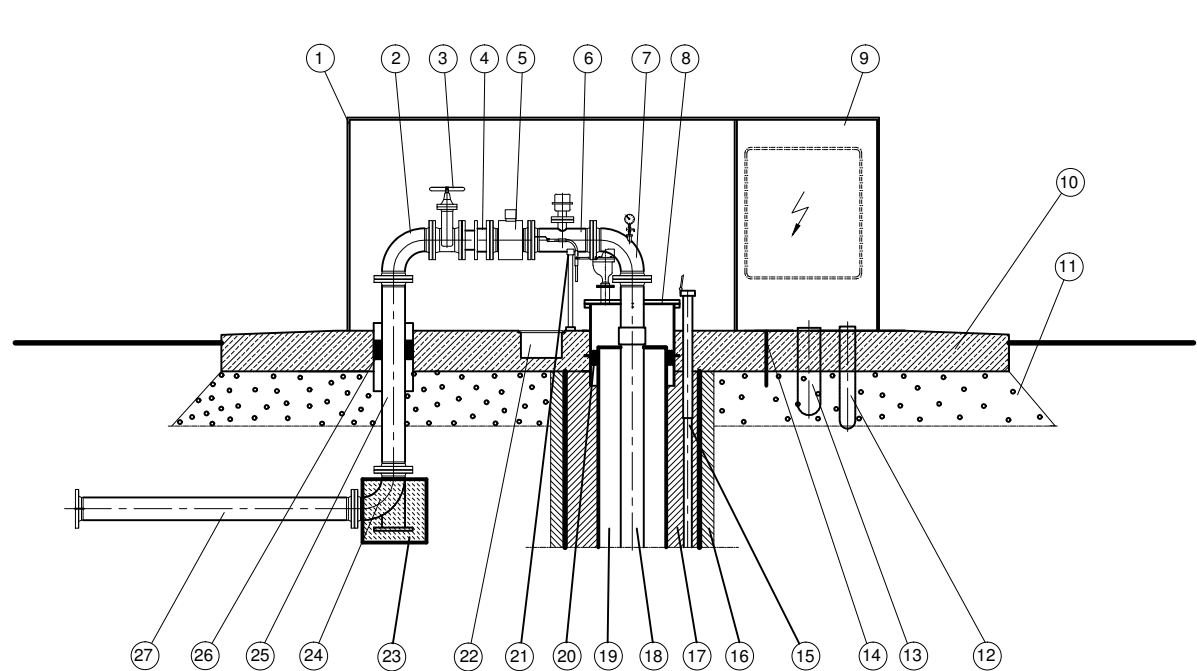
Konzept Förderbrunnen Tubishaff

H 1 : 500 L 1 : 20

Zeichnungs-Nr:

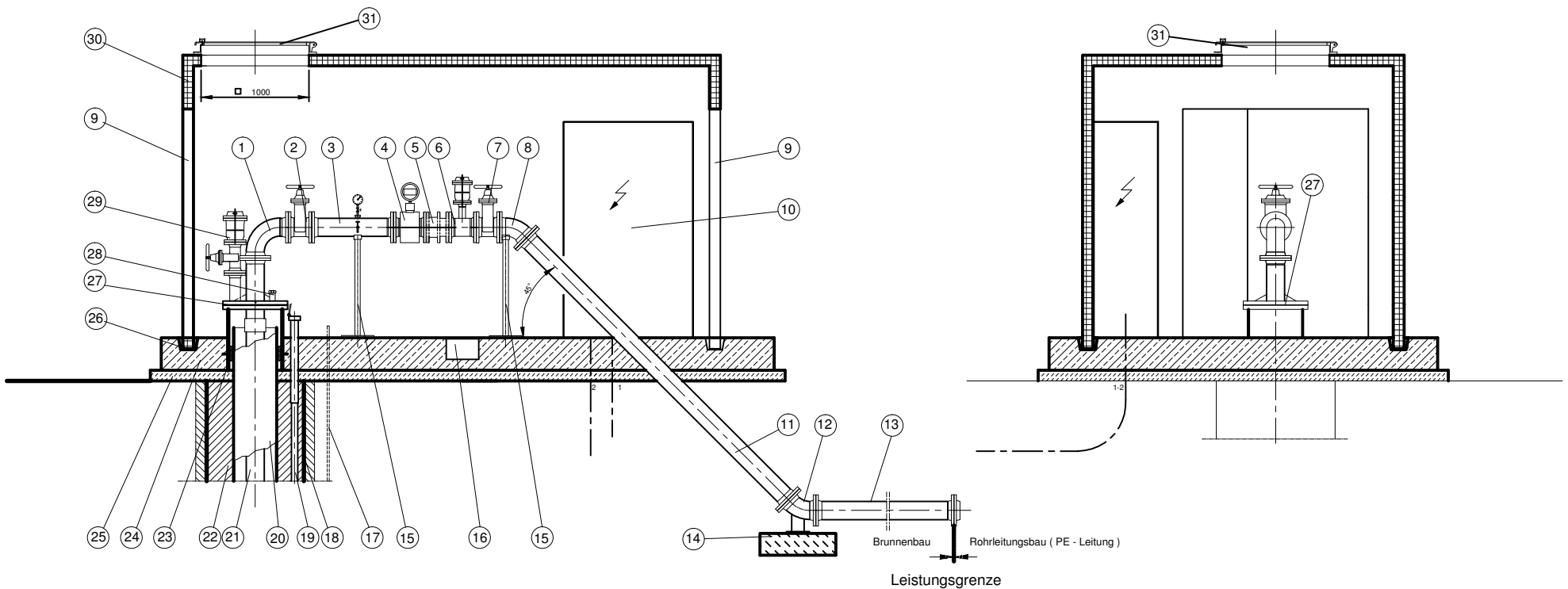
477/005-007-15-2

Variante 1 "Brunnenhaube" (System ELSIC)



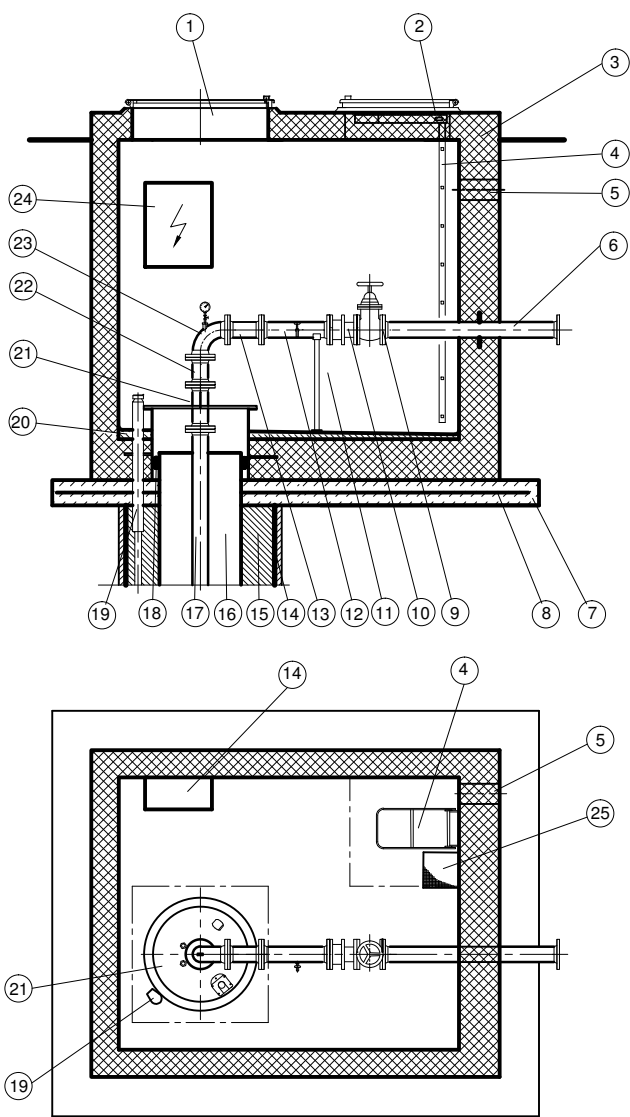
- 1 Brunnenkopfgehäuse (Typ : ELSIC)
- 2 Q-Stück
- 3 Flachschieber
- 4 Pass- und Ausbaustück
- 5 MID
- 6 FF-Stück , mit seitlichem Abgang und Probenentnahmehahn, sowie Abgang DN 50 mit Be- und Entlüftungsventil
- 7 Q-Stück mit Durchgangsventil und Manometer 0-16 bar
- 8 Brunnenkopf DN 400 nach DIN 4926 mit Be- und Entlüftungsventil DN 50
- 9 Raum für Elektroinstallation
- 10 Beton-Fundamentplatte
- 11 Frostschuttbett 40 cm (Grobkies)
- 12 Kabelleerrohr
- 13 Kabelleerrohr
- 14 Erdung
- 15 Peilrohr DN 50 mit Peilschutzrohr DN 80 1,0 m lg.
- 16 Sperrohr mit Außenzementierung
- 17 Zementierung
- 18 Steigrohrleitung
- 19 Brunnenvollwandrohr DN 300, Edelstahl
- 20 Link-Seal-Dichtung
- 21 Rohrstütze
- 22 Pumpensumpf 300 mm x 300 mm
- 23 Betonwiderlager
- 24 Rohrbogen
- 25 FF-Stück
- 26 Hülrohr mit Link-Seal-Dichtung
- 27 Anschlussrohrleitung

Variante 2 "Garagenbauform"



- 1 Q-Stück
- 2 Absperrschieber
- 3 FF-Stück mit Manometer (0-16 bar) und Manometerhahn
- 4 MID - Durchflussmengenmesser mit Messumformer und Anschlussmöglichkeit für Datenfernübertragung (einschl. Erdungsscheiben)
- 5 Pass- und Ausbaustück
- 6 FF-Stück mit Abgang für Be- und Entlüftungsventil mit Belüftungssperre
- 7 Absperrschieber
- 8 FFK 45°
- 9 Stahltür doppelflügelig
- 10 Schaltkasten
- 11 FF-Stück
- 12 FFK 45°
- 13 FF-Stück
- 14 Betonwiderlager
- 15 Stahlrohrstütze als Rohraufleger
- 16 Pumpensumpf Ø 300 mm mit Gitterrost
- 17 Erdungsfahne
- 18 Sperrohr mit Außenzementierung
- 19 Peilrohr DN 50
- 20 Vollwandrohr DN 300, Edelstahl
- 21 Steigrohrleitung mit ZSM-Verbindung
- 22 Zementierung
- 23 Link-Seal-Dichtung
- 24 Bodenplatte aus B35 wu
- 25 Sauberkeitsschicht aus B15
- 26 Bauwerksabdichtung mit Bitumenabdichtungsband und quellfähigem Vergussmörtel
- 27 Brunnenkopf DN 400 nach DIN 4926 mit Be- und Entlüftungsventil DN 50
- 28 Peilrohrstützen mit druckwasserdichtem Schraubverschluss 2"
- 29 Abgang mit Absperrschieber und Be- und Entlüftungsventil
- 30 Betonraumzelle 5,00 m x 2,98 m x 2,62 m
- 31 Montageöffnung 1000 x 1000 aus Edelstahl auf Beton-Aufsatzkranz

Variante 3 "Unterirdischer Fertigbetonteilschacht"



- 1 Montageabdeckung 1000/1000, (druckwasserdicht)
- 2 Einstiegabdeckung 800/800, (druckwasserdicht)
- 3 Betonschacht 2,0 x 2,0 m, monolithisch, Höhe 2,2 m
- 4 Einstiegleiter mit Einstiegshilfe (Absturzsicherung) DIN 3620
- 5 Kernbohrungen für Energie-und Nachrichtenkabel
- 6 FF-Stück mit Mauerflansch
- 7 Sauberkeitsschicht, bewehrt (Stärke 150mm)
- 8 Bänderisen bis 5,5 m
- 9 Flachschieber
- 10 Paß- und Ausbaustück
- 11 Rohrstütze
- 12 FF-Stück mit Probenentnahmeverrichtung
- 13 FF-Stück
- 14 Sperrohr mit Außenzementierung
- 15 Zementierung
- 16 Vollwandrohr DN 300, Edelstahl
- 17 Steigrohrleitung
- 18 Klemmflanschdichtung
- 19 Peilrohr DN 50 und Peilschutzrohr DN 80 mit SEBA-Verschlußkappe
- 20 Gefälleestrich
- 21 Brunnenkopf DN 400, PN 16 mit Mauerflansch
- 22 FF-Stück
- 23 Q-Stück nach DIN 2605, Bauart 3d, mit Manometer (Glycerinfüllung), Durchgangsventil
- 24 Schaltkasten
- 25 Schöpfloch 300 mm x 300 mm x 200 mm und Schlitzbrückenrost aus Edelstahl

Anlage 8

Konzept



Ville de Luxembourg

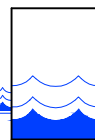
TR-ENGINEERING

Ingénieurs-conseils
86-88, rue de l'Égalité
L-1456 LUXEMBOURG

Tel.: (+352) 49 00 65 1
Fax.: (+352) 49 25 38
e-mail@tr-engineering.lu



BIESKE UND PARTNER



Beratende Ingenieure GmbH

Im Pesch 79 • D-53797 Lohmar • Tel.: +49 2246 9212-0 • Fax: +49 2246 9212-99

Auftraggeber:

Ville de Luxembourg
- Services des Eaux -

Benennung: Erkundungsbohrung Tubishaff, Cessange

Bauformen Abschlussbauwerk

bearb. 27.05.2015 wj

gepr. - - -

Maßstab: 1/

Zeichnungs-Nr.

477/005-008-15-2