

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).

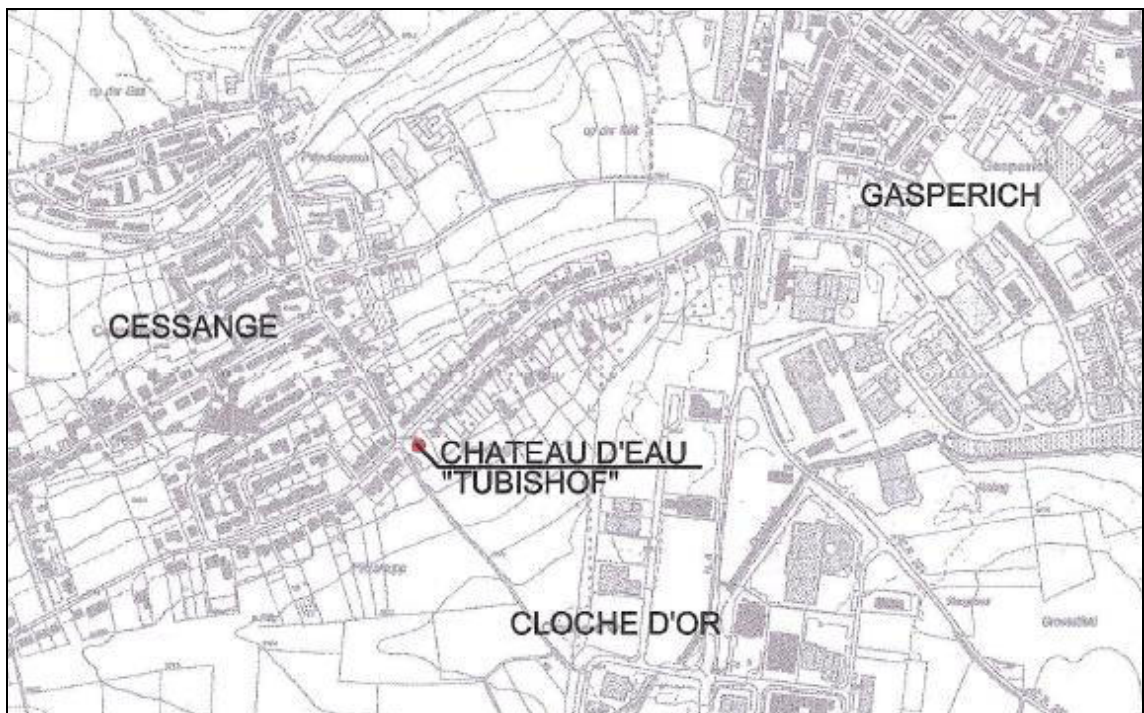


Abb. 1: Erkundungsstandort auf dem Grundstück des Wasserturms Tubishaff

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 m ³ /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

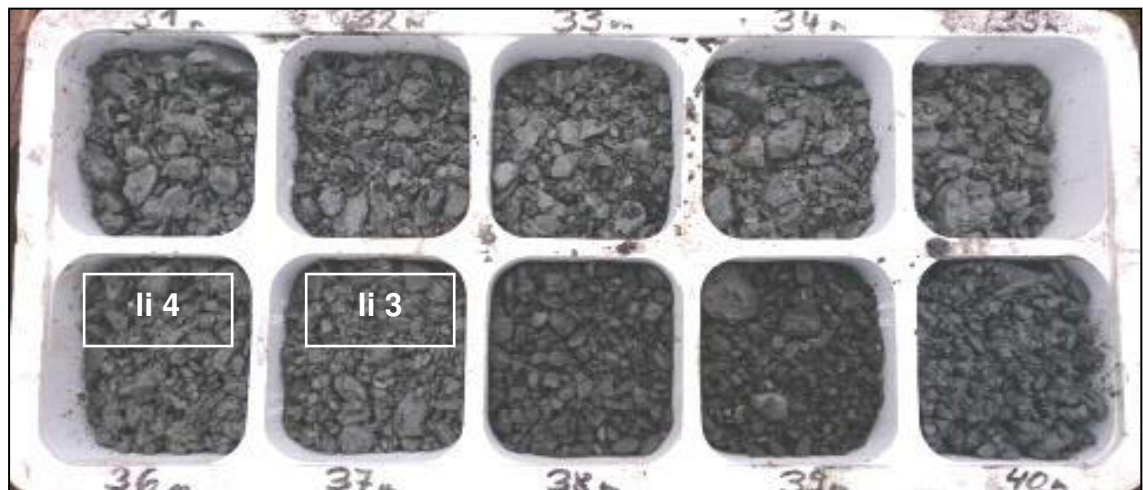


Abb. 5: Übergang li4 zu Kalke und Mergel von Strassen (li3) bei 37 m u. Gel.

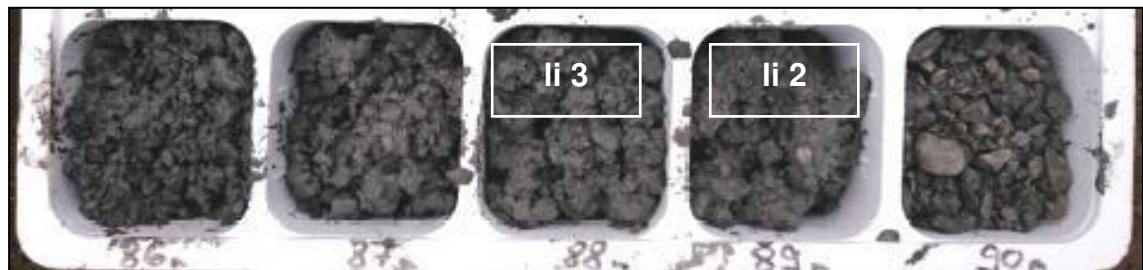


Abb. 6: Übergang li3 zum Luxemburger Sandstein (li2) bei 89 m u. Gel.

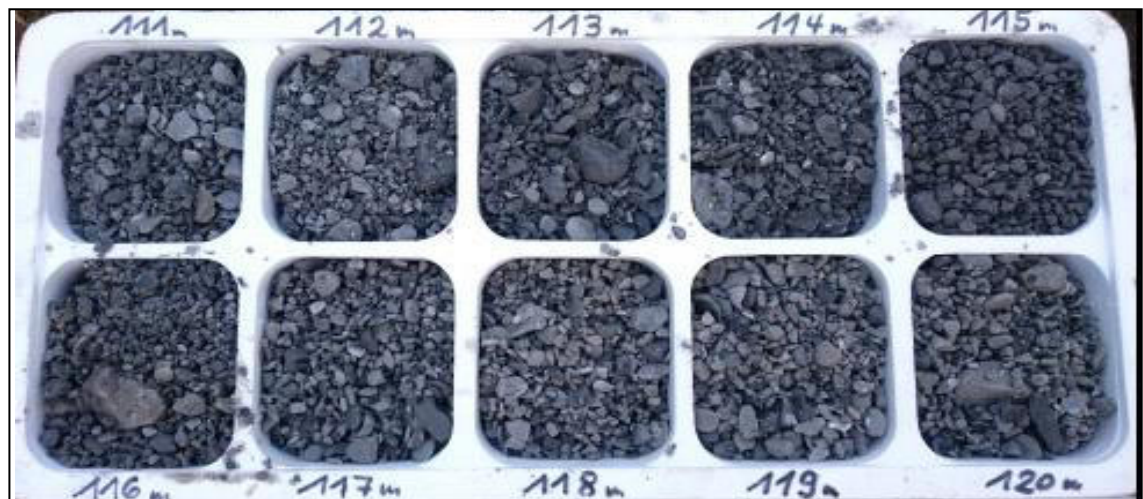


Abb. 7: Luxemburger Sandstein aus den Tiefenabschnitten 111 bis 120 m



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 beigelegt 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]	$E [(m³/(h \cdot m))]$
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.

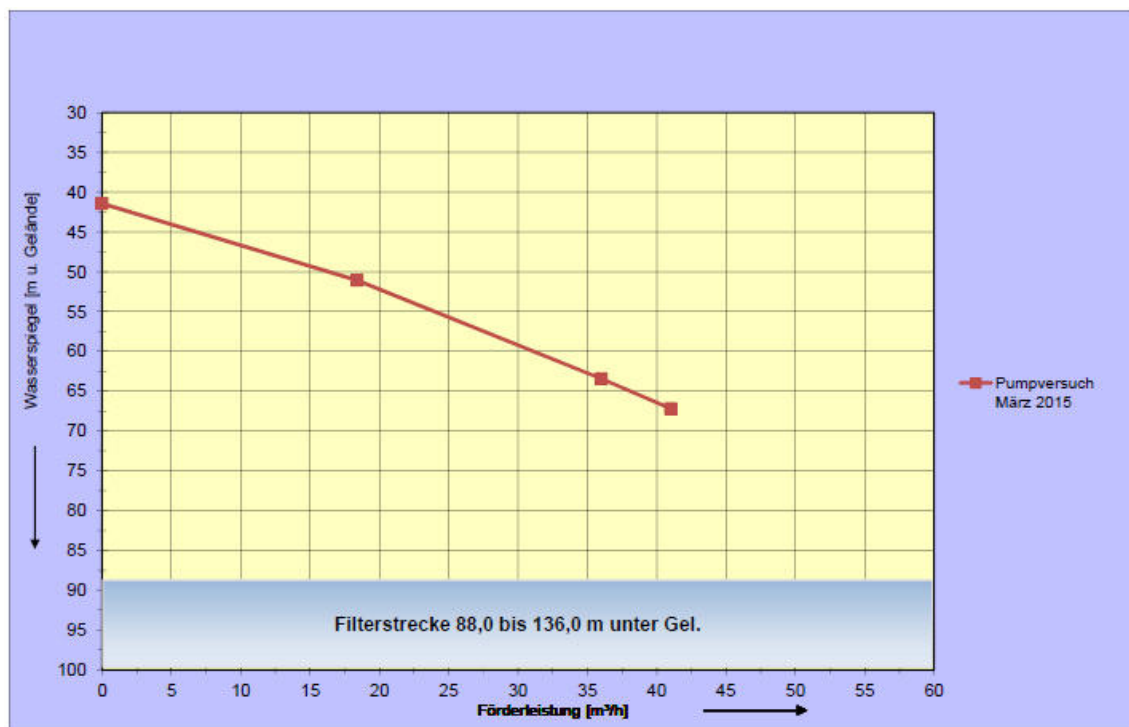


Abb. 9: Wasserandrangkurve Pumpversuch Bohrung TP 15/7

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		< Grenzwert	< Grenzwert	unauffällig
Pflanzenschutzmittel		< Grenzwert	< 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 stationäre 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.

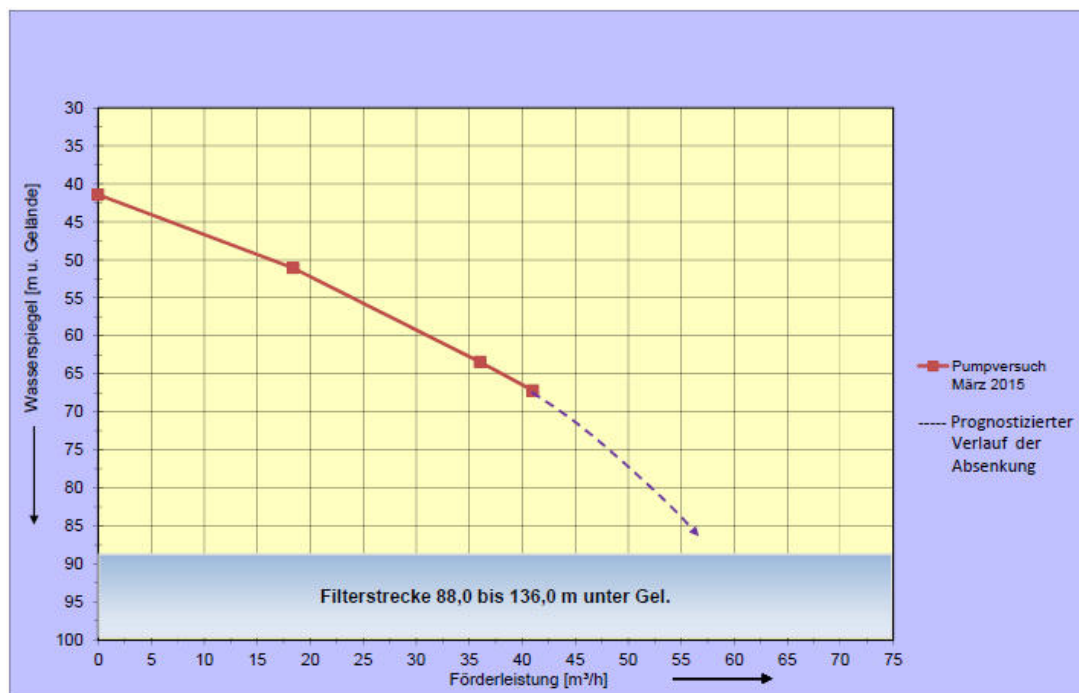


Abb. 10: Ergiebigkeitskurve mit prognostiziertem Absenkungsverlauf

- 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.

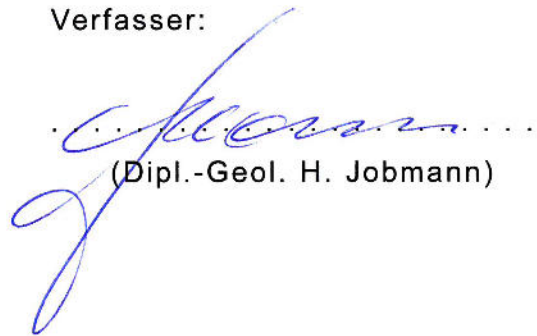
DVGW-ARBEITSBLATT W 123 (2001):

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

Aufgestellt:

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

Verfasser:

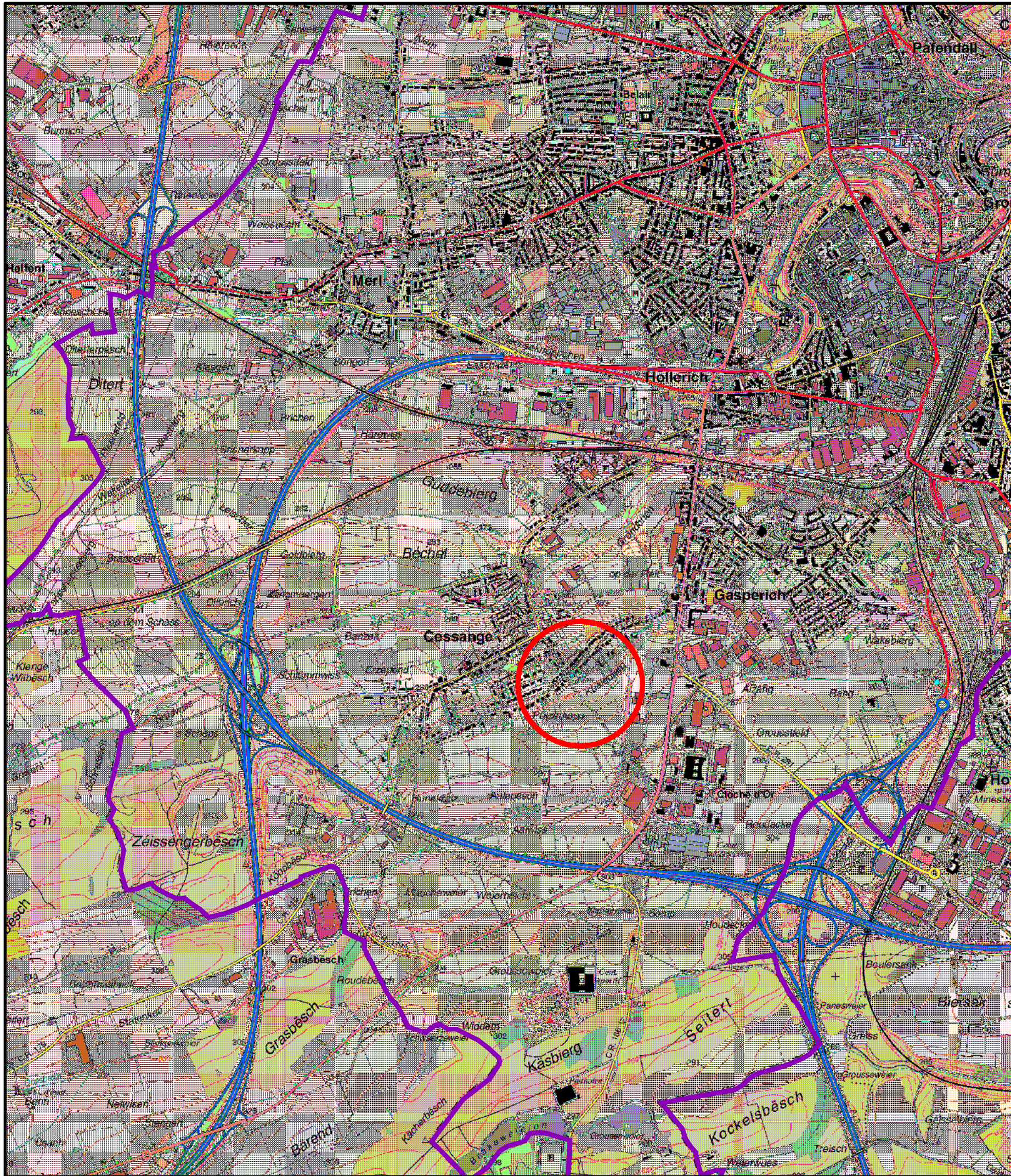

(Dipl.-Geol. H. Jobmann)

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)

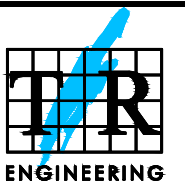


Ville de Luxembourg

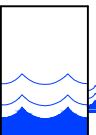
TR-ENGINEERING

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:

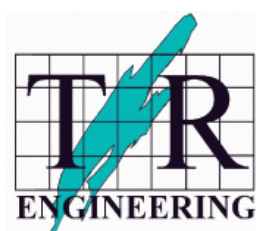
1 : 20.000

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 $T = 25\text{ °C}$) variiert.



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**

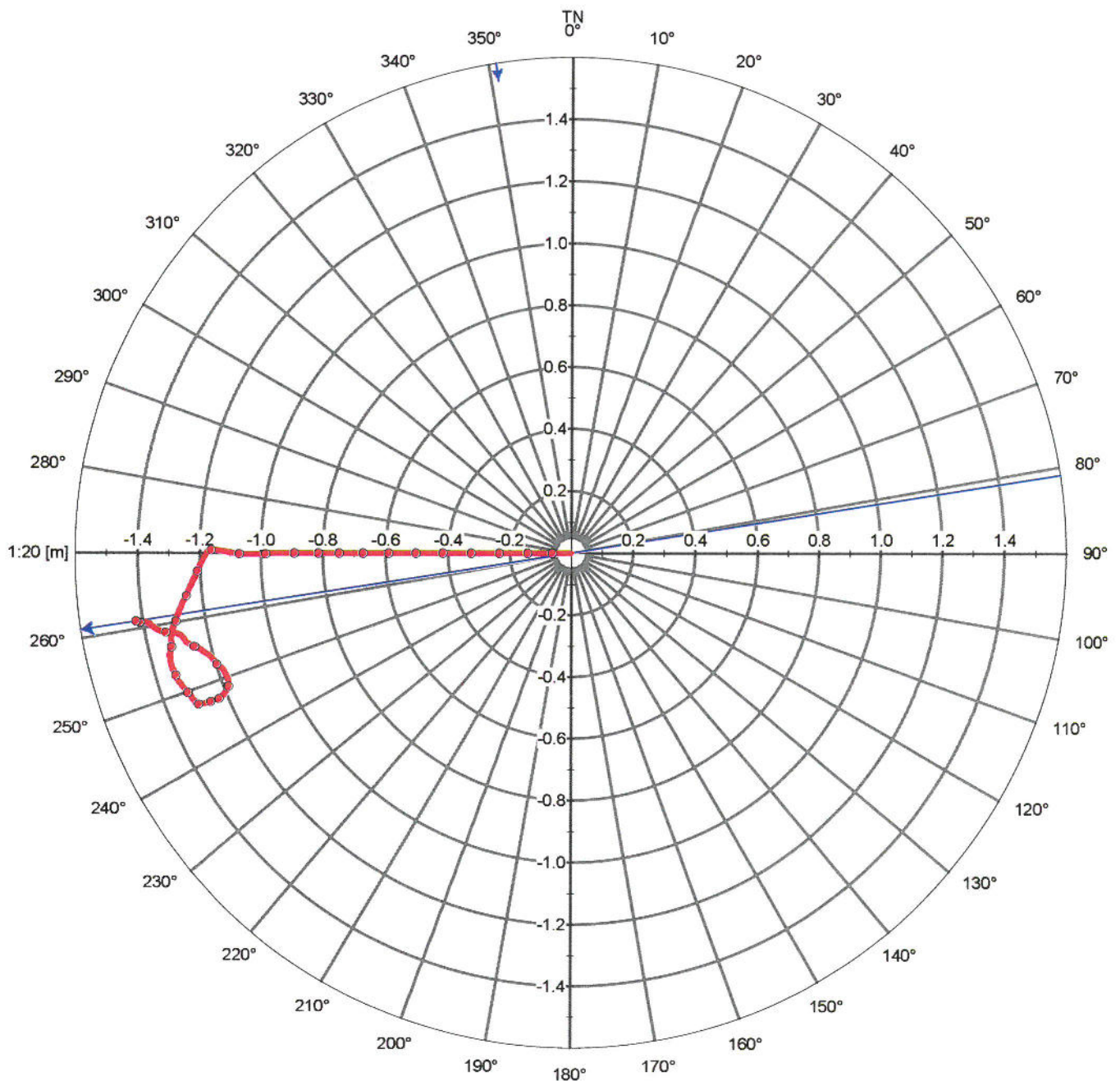
Schützenstraße 33
D-15859 Storkow

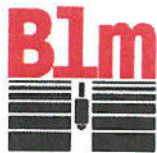
Anlage: 2b

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**

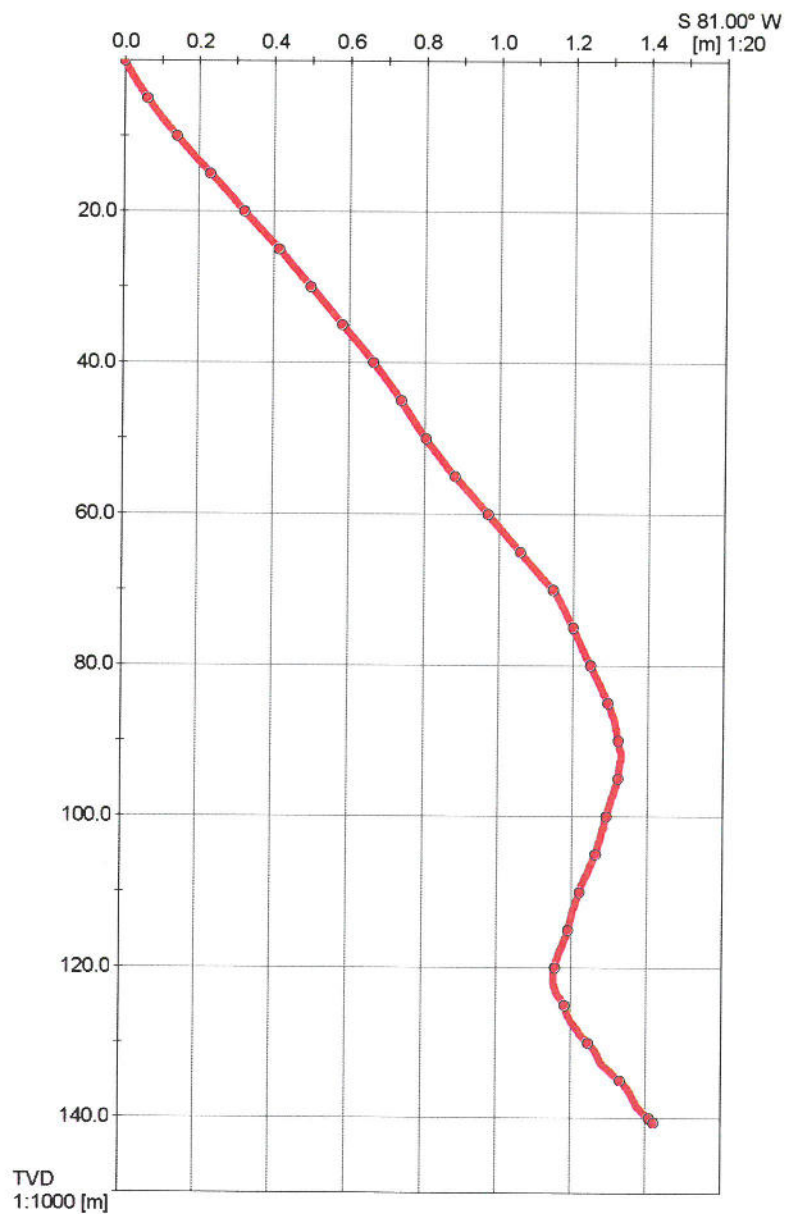
Schützenstraße 33
D-15859 Storkow

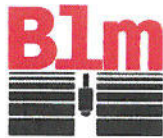
Anlage: 2c

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

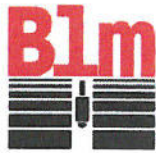
flache Teufe [m]	Neigung [Grad]	Azimut [Grad]	E-Abw. [m]	N-Abw. [m]	wahre Teufe [m]	Teufenred. [m]	horiz. Abw. [m]	Richtung [Grad]
90.75	1.20	173.65	-0.34	-0.33	90.74	0.01	0.47	226.30
91.75	1.20	181.06	-0.34	-0.35	91.74	0.01	0.49	224.56
92.75	1.09	160.17	-0.34	-0.36	92.74	0.01	0.50	222.58
93.75	1.07	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.

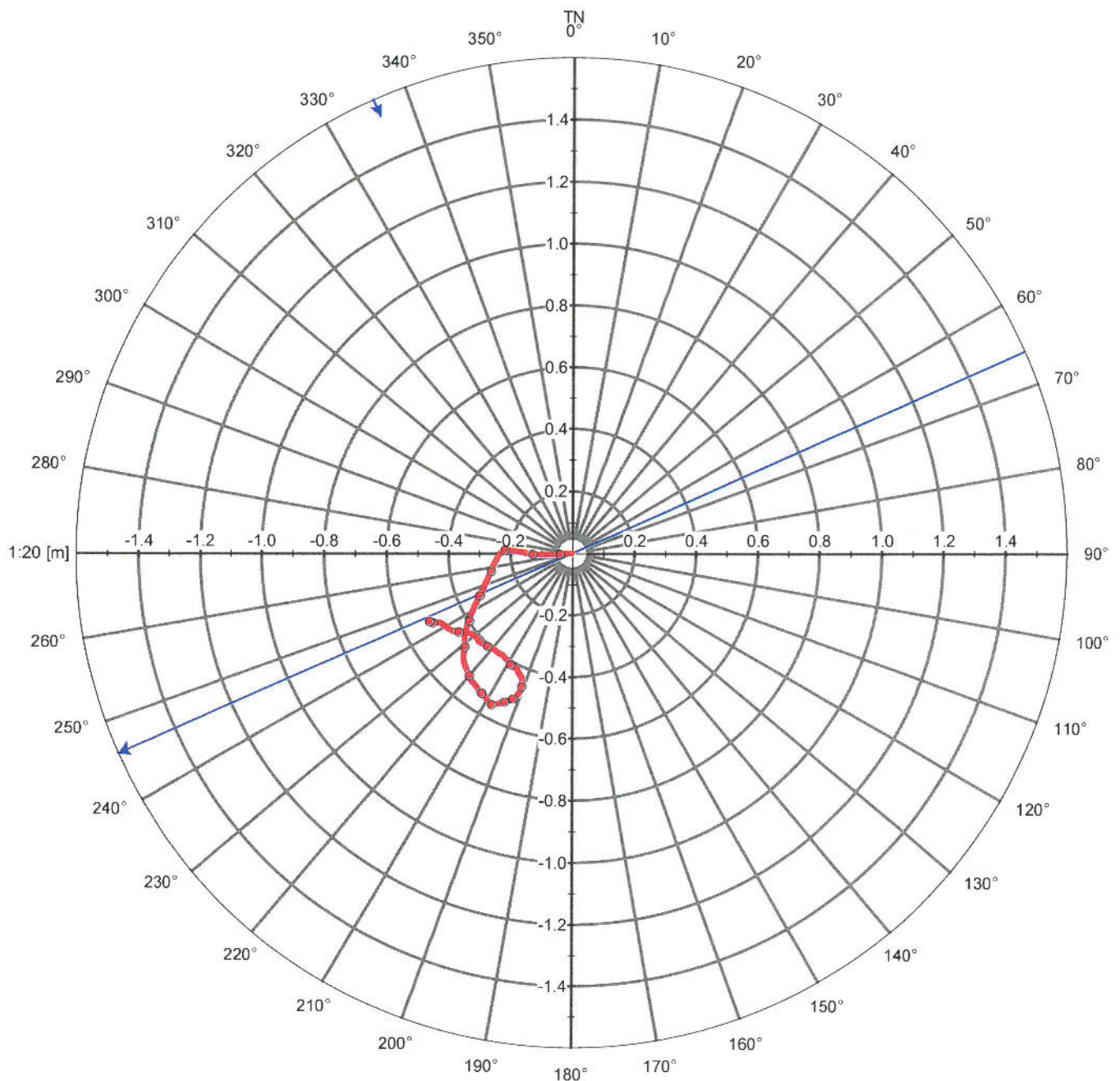
Die Teufenreduktion beträgt 0.01 m.

**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**

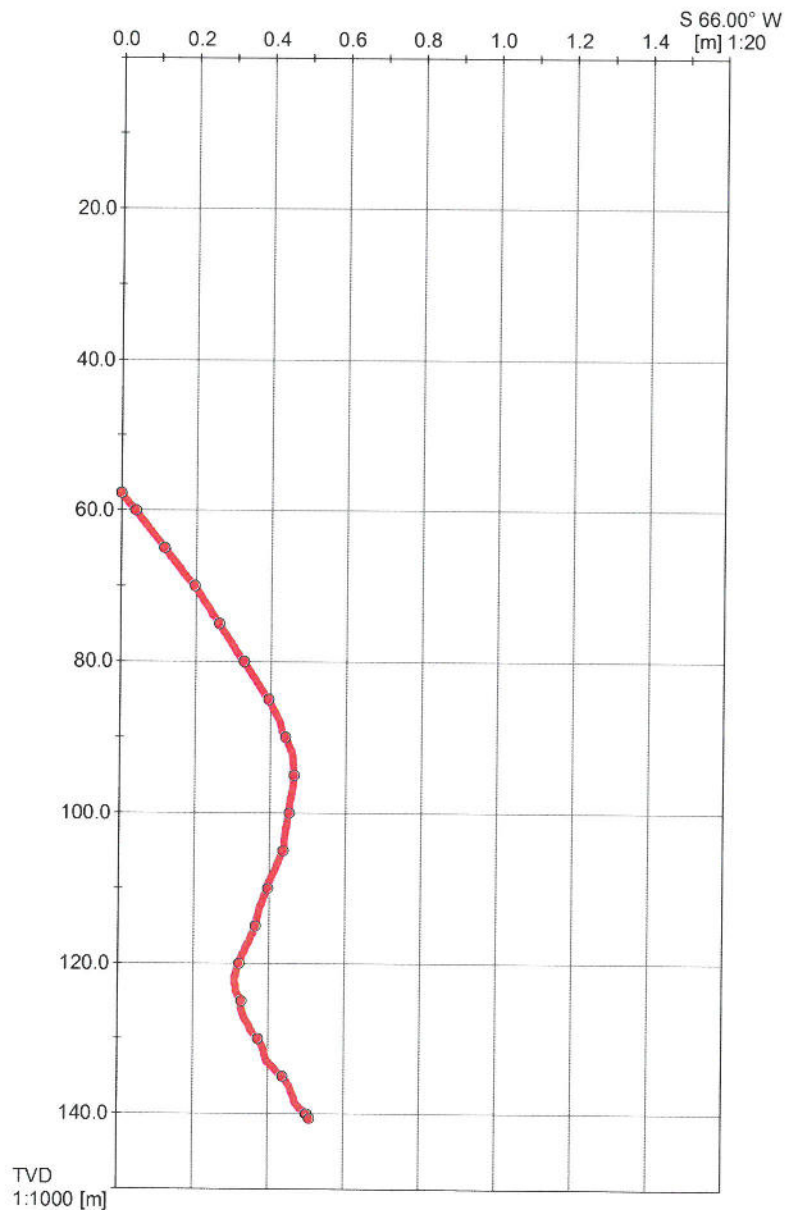
Schützenstraße 33
D-15859 Storkow

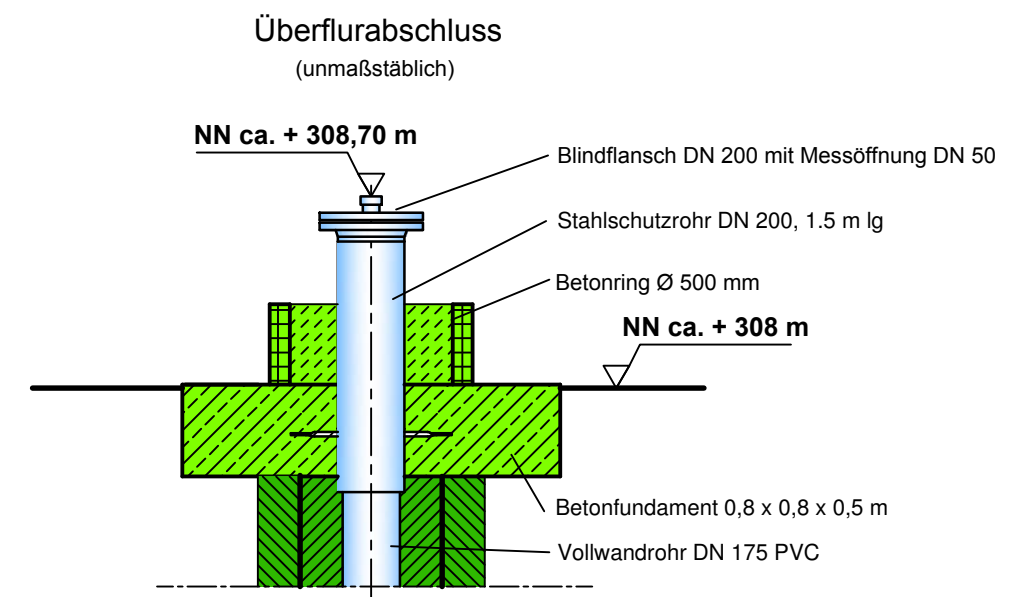
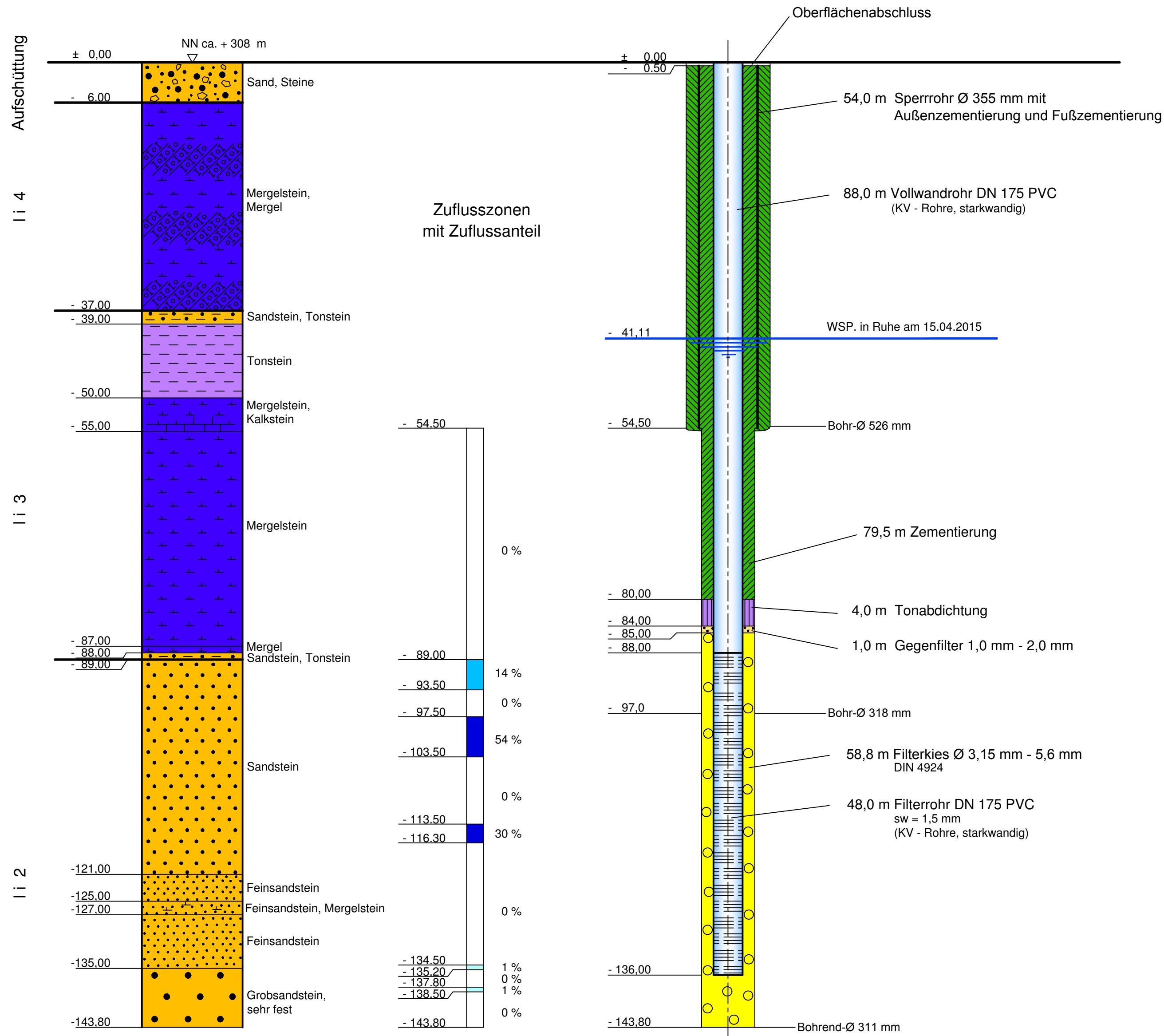
Anlage: 3c

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

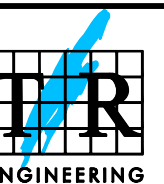


Ville de Luxembourg

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:

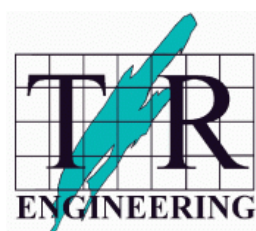
H 1 : 500 L 1 : 20

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

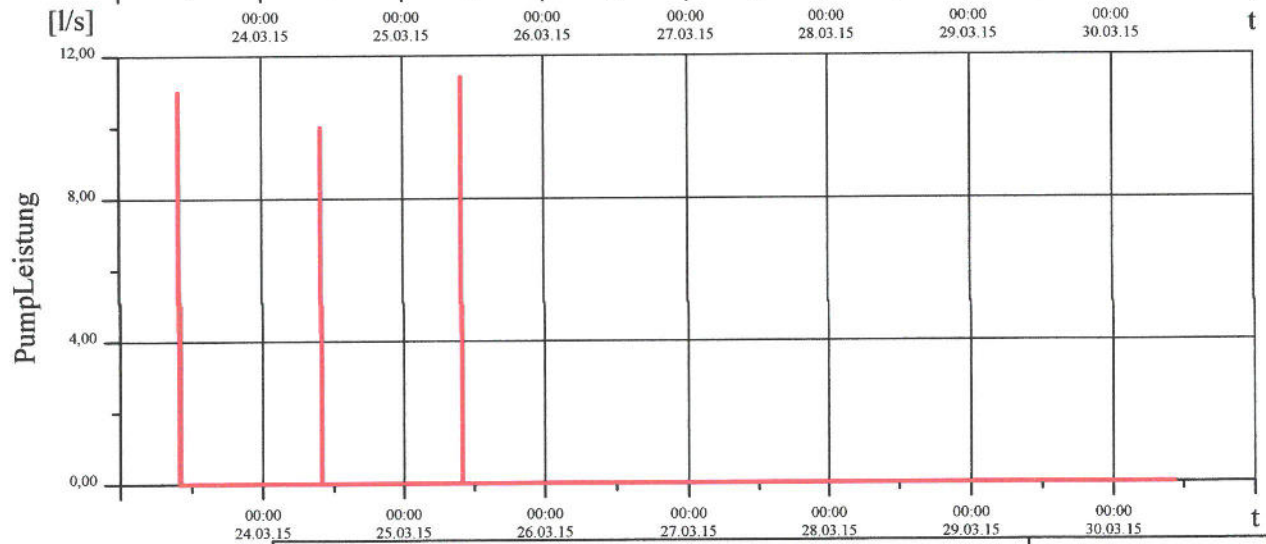
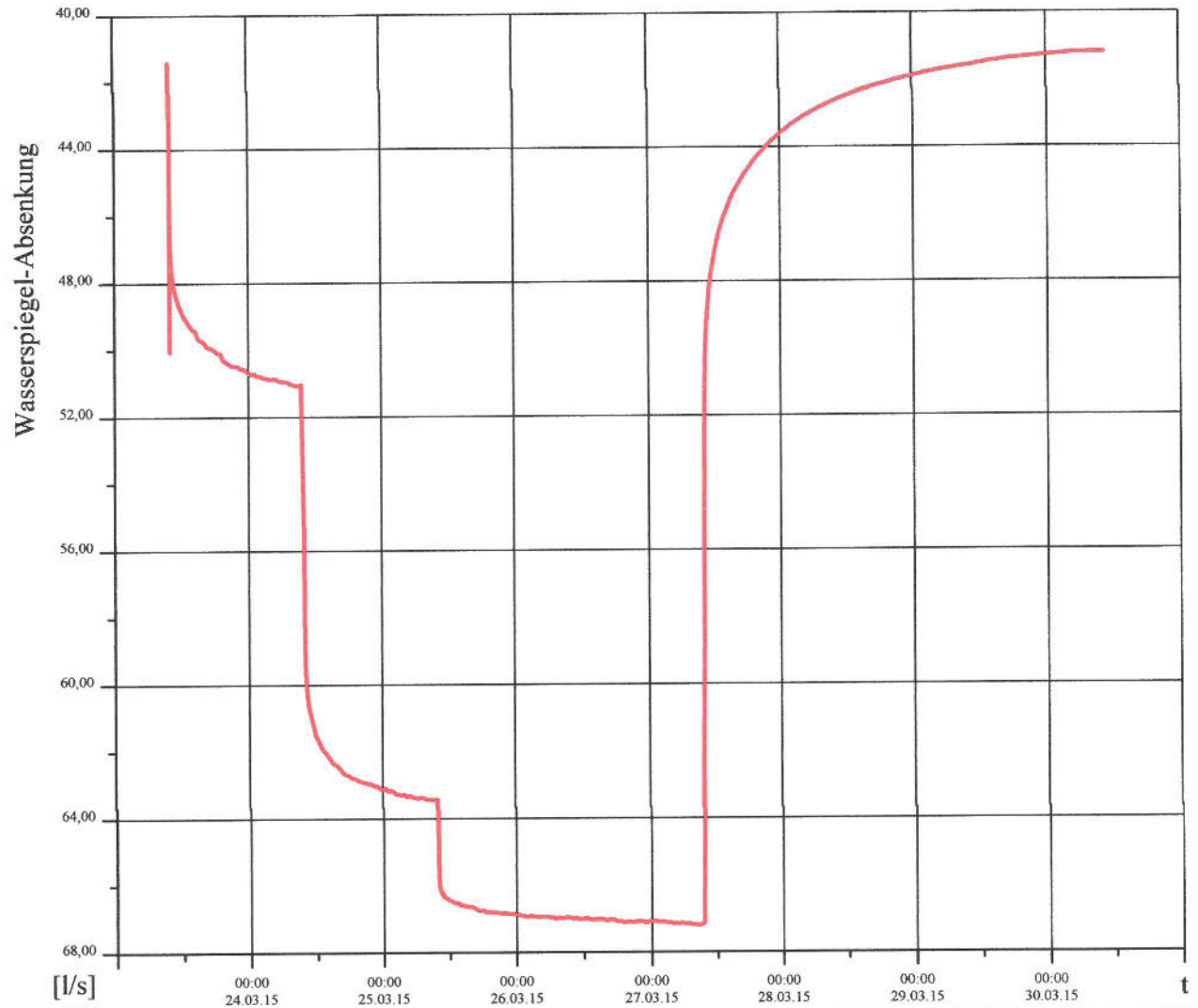
Datum	Zeit	Wsp Abs [m] ab GOK	Leistung [l/s]	pH- Wert	Wasser temp [°C]	CO2- Wert	Leit- fähigk. [mS]	Bemerkungen
28.03.2015	11:00:52	42,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,29
28.03.2015	11:30:52	42,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,33
28.03.2015	12:00:52	42,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-37,36
28.03.2015	12:30:52	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-1-130

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)

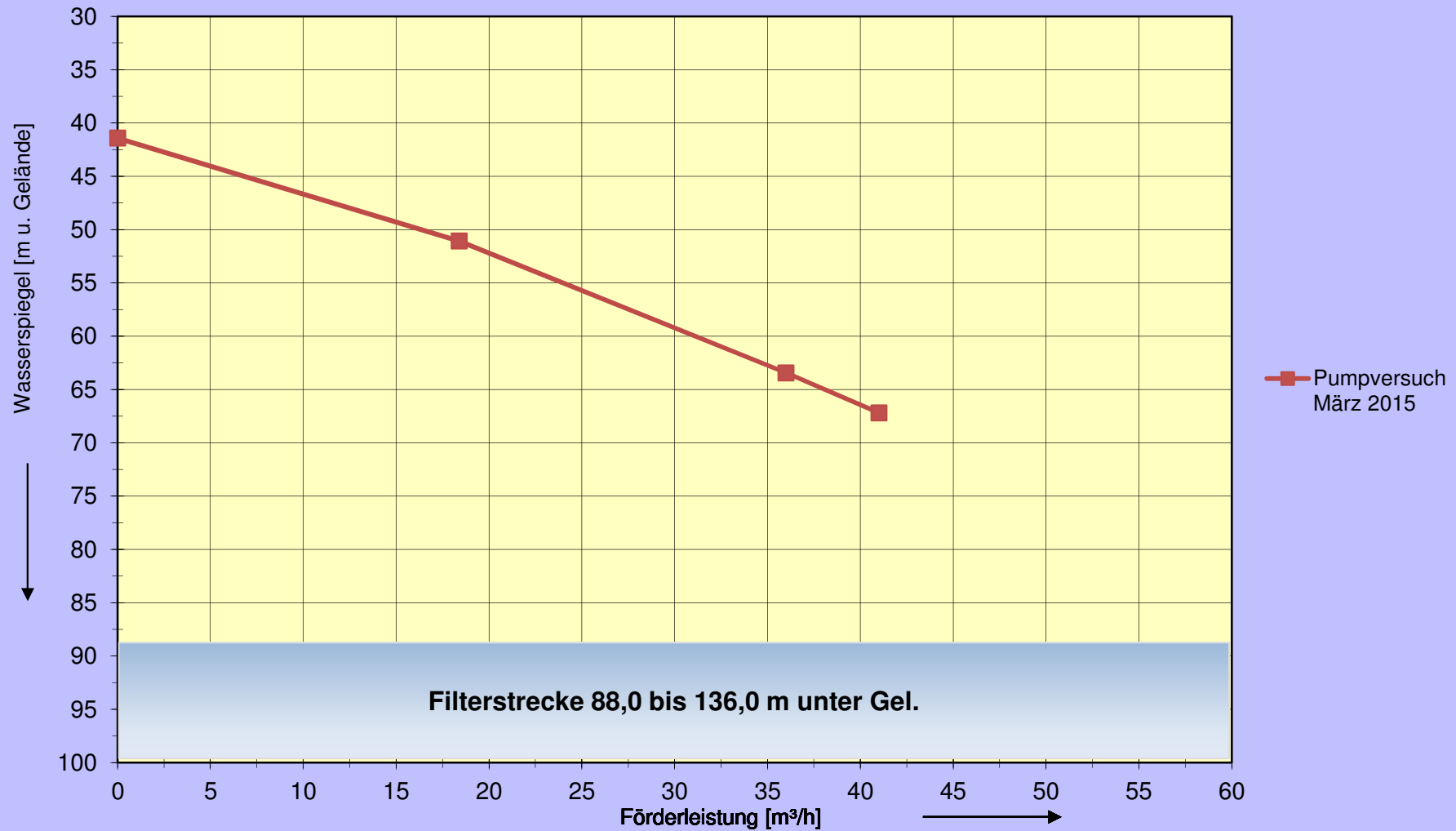
22.03. - 28.03.2015: Pumpversuch im Versuchsbrunnen DN 175

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

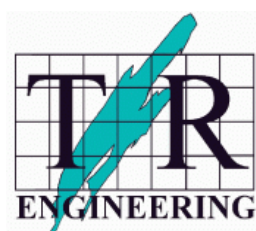
Stufe	Förderleistung [m³/h]	Absenkung [m]	spez. Ergiebigkeit E [m³ / (h x m)]
Stufe 1	18,4	9,66	1,90
Stufe 2	36,0	22,03	1,63
Stufe 3	41,0	25,78	1,59

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)

Seite 1 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 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

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
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**

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
.	FT01 forage de reconnaissance Tubishof
Objektkennzahl	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

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)

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

	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**
Objektkennzahl **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



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
.	FT01 forage de reconnaissance Tubishof
Objektkennzahl	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

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
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.)
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.)
Terbutylazin	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 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.

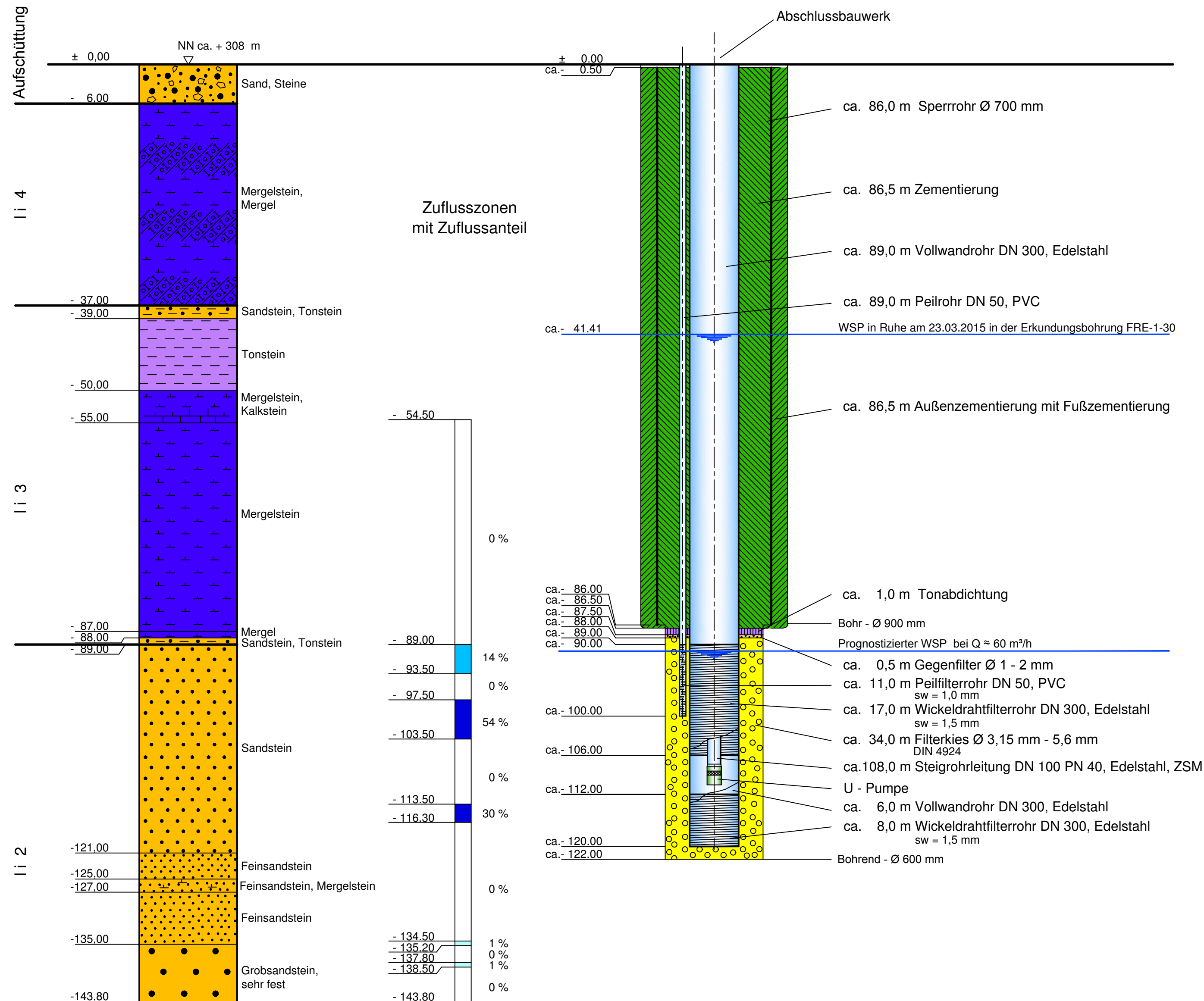
Nach einer Bewertung des Umweltbundesamtes [4] gelten folgende GOW:

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

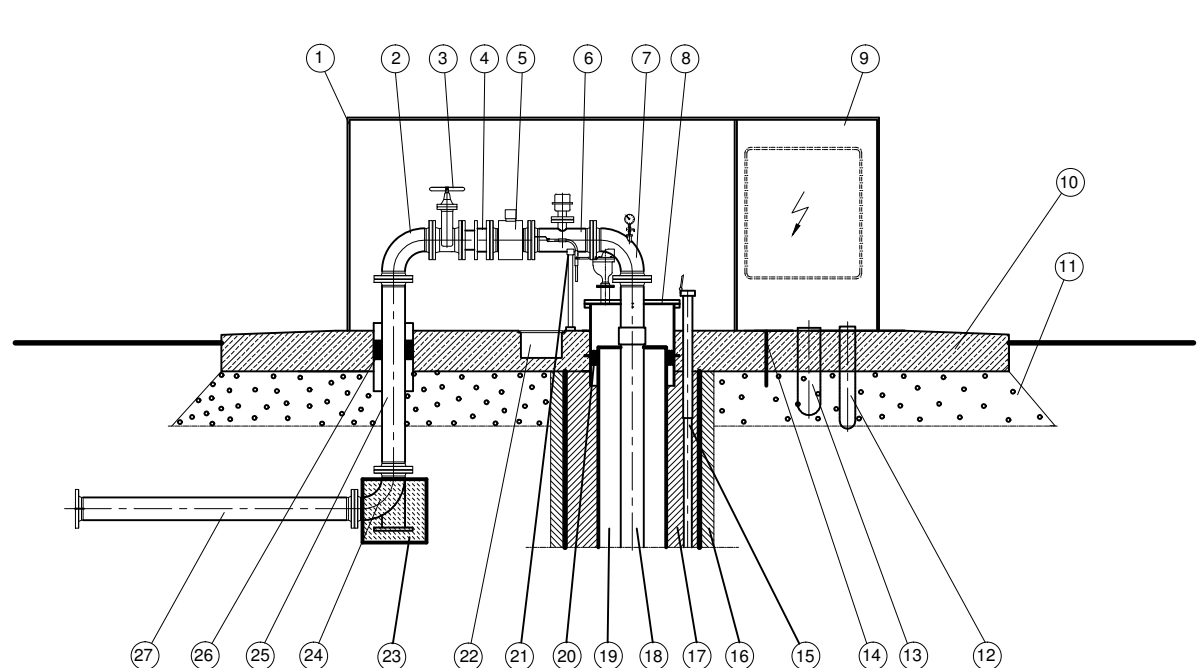
Konzept Förderbrunnen Tubishaff

H 1 : 500 L 1 : 20

Zeichnungs-Nr:

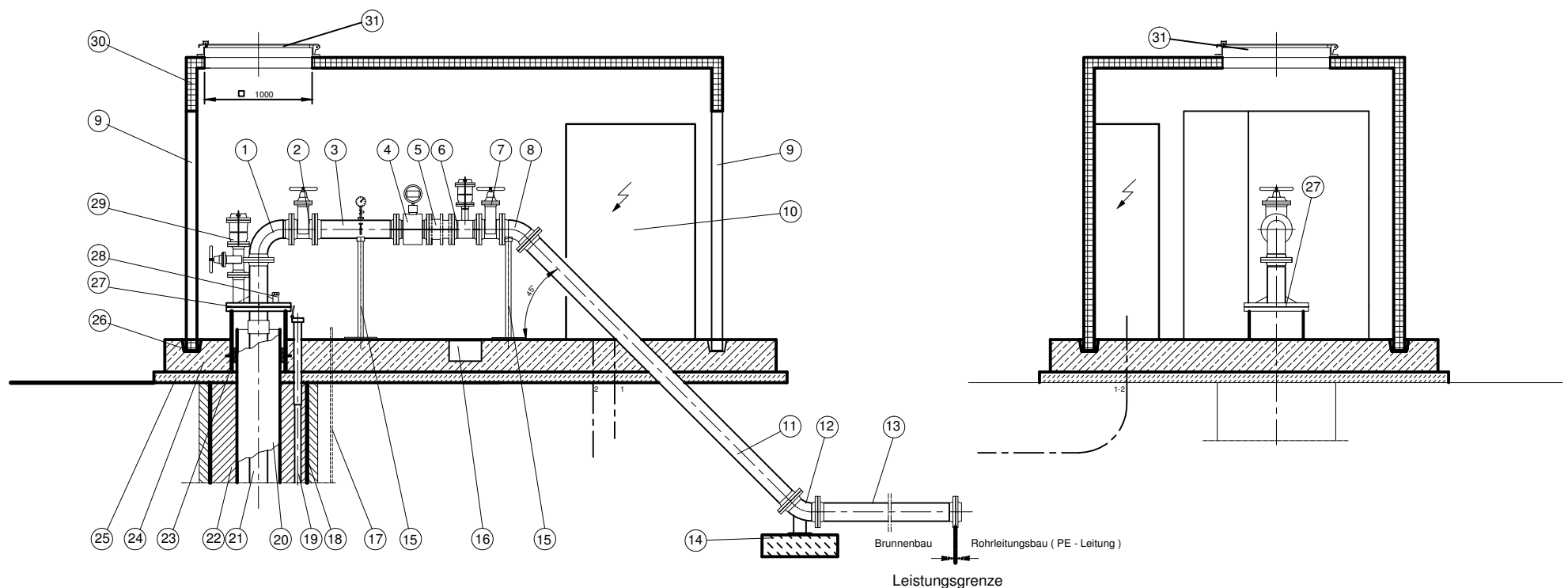
477/005-007-15-2

Variante 1 "Brunnenhaube" (System ELSIC)



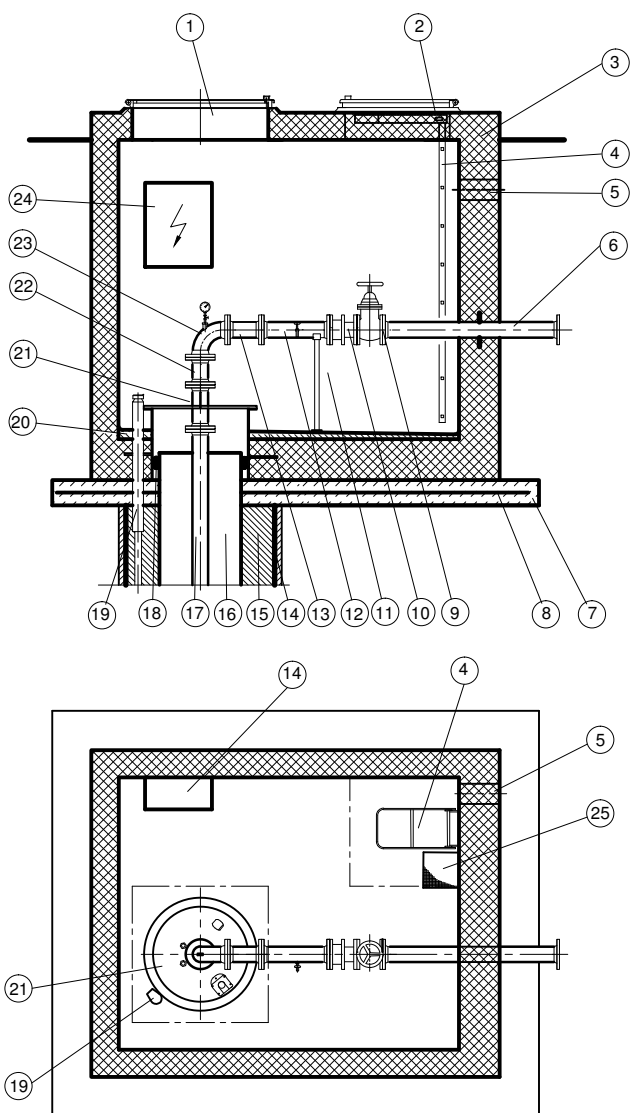
- 1 Brunnenkopfhäuser (Typ : ELSIC)
- 2 Q-Stück
- 3 Flachschieber
- 4 Pass- und Ausbaustück
- 5 MID
- 6 FF-Stück , mit seitlichem Abgang und Probenentnahmehahn, sowie Abgang DN 50 mit Be- und Entlüftungsventil
- 7 Q-Stück mit Durchgangsventil und Manometer 0-16 bar
- 8 Brunnenkopf DN 400 nach DIN 4926 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 Stahirohrstütze 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 Einstieghilfe (Absturzicherung) 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