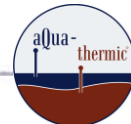


Abschlussbericht

Geothermal Response Test

Bauvorhaben:	Neubau Kita Bohrung und Geothermal Response Test Kochstraße 5 - 7 14612 Falkensee
Bauherr:	Stadt Falkensee Falkenhagener Straße 43 - 49 14612 Falkensee
Auftraggeber:	GSA Analytisches Laboratorium GmbH Karl-Marx-Straße 32 16356 Ahrensfelde OT Lindenberg
Berichtersteller:	aQua-thermic Ingenieurgesellschaft mbH Prötzel Chaussee 14a 15344 Strausberg
ProjektNr.:	24ING027
Projektbearbeitung:	Frank Hell
Datum:	22.09.2024



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 Anlass	3
2 Bohrung und Ausbau zur Erdwärmesonde	3
2.1 Ausführung	3
2.2 Erkundete geologische Schichten	4
3 Durchführung des GRT	4
3.1 Allgemeines	4
3.2 Messung ungestörte Untergrundtemperatur	6
3.3 Übersicht zur GRT-Durchführung	6
3.4 Umwälzphase	7
3.5 Wärmeeinspeisung	7
4 Auswertung	8
4.1 Grundlagen	8
4.2 Ermittelte Untergrundparameter	8
4.3 Fehlerabschätzung	9
5 Bewertung der GRT-Messungen	9
6 Temperaturprofilmessung nach dem GRT	9

TABELLEN

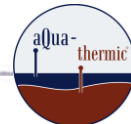
Tabelle 1: Koordinaten der Pilotsonde	4
Tabelle 2: Übersicht GRT-Durchführung	6
Tabelle 3: Fehlerabschätzung	9

ABBILDUNGEN

Abbildung 1: Eingerichtete GRT-Messbox am Standort	6
Abbildung 2: Umwälzphase GRT-Sonde	7

ANLAGEN

Anlage 1:	Lageskizze mit GRT-Bohrung
Anlage 2:	Bohrprofil und Bohrmeisterschichtenverzeichnis
Anlage 3:	Messprotokoll der geophysikalischen Bohrlochmessung
Anlage 4:	Graphische GRT-Auswertung mittels GeoLogik TRT
Anlage 5:	Teufenbezogene Nullmessung der ungestörten Untergrundtemperatur



1 Anlass

Auf dem Grundstück Kochstraße 5 – 7, 14612 Falkensee ist der Neubau einer Kindertagesstätte geplant. Zur Beheizung und Kühlung soll eine Wärmepumpe mit 62 kW Heizleistung das Potenzial der oberflächennahen Geothermie über Erdwärmesonden nutzen.

Zur fachgerechten Planung und Bemessung des erforderlichen Erdwärmesondenfeldes war der messtechnische Nachweis der thermophysikalischen Eigenschaften des Untergrundes erforderlich. Dazu sollte am Standort eine Probebohrung abgeteuft und zu einer Pilotsonde ausgebaut werden, an der dann ein Geothermal Response Test (GRT) und weitere Untersuchungen durchzuführen waren. Diese Arbeiten waren auf der Grundlage der wasserbehördlicher Erlaubnis Az.: WäPu/GRT-GH-Fa-760 der Unteren Wasserbehörde des Landkreises Havelland durchzuführen.

Die aQua-thermic Ingenieurgesellschaft mbH wurde von der GSA Analytisches Laboratorium GmbH mit folgenden Leistungen beauftragt:

- Durchführung eines Geothermal Response Tests (GRT) an der Erdwärmesonde zur Ermittlung der effektiven Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes und des thermischen Bohrlochwiderstandes,
- Übergabe der Messergebnisse in Form der Messprotokolle und der Auswertung mittels des Softwareprogramms Geologik-TRT.

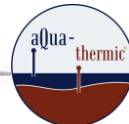
2 Bohrung und Ausbau zur Erdwärmesonde

2.1 Ausführung

Das Abteufen der Bohrung, deren Vermessung mittels Bohrlochgeophysik und der Ausbau zur Erdwärmesonde erfolgte am 06.08.2024. Das Abteufen der Bohrungen und der Erdwärmesonden-Ausbau wurden durch die GSA Analytisches Laboratorium GmbH, die bohrlochgeophysikalische Vermessung durch die Bohrlochmessung-Storkow GmbH durchgeführt.

Der Bohrdurchmesser betrug 153 mm, die Endteufe der im Spülbohrverfahren abgeteuften Bohrung bei 99,02 m. Der Ausbau der Bohrung erfolgte mit einer Einfach-U-Sonde (40 x 3,7 mm) aus PE HD 100 RC. Die mit dem Messkabel erreichte Sondentiefe beträgt 97 m. Zum Verpressen wurde das Produkt Geoflow ® der Firma Fischer verwendet.

Die Lage und Höhe des Bohransatzpunktes wurden mittels GPS eingemessen. Die Lagekoordinaten und die auf Meter über Normalhöhennull (NHN) ermittelte Geländeoberkante können Tabelle 1 entnommen werden.

**Tabelle 1:** Koordinaten der Pilotsonde

Koordinatensystem	ETRS89 / UTM Zone 33n	EPSG:25833
Rechtswert	Hochwert	Höhe in m über NHN
370484.892	5825552.961	31.98

2.2 Erkundete geologische Schichten

Die erbohrten geologischen Schichten sind dem Schichtenverzeichnis und Bohrprofil in Anlage 2 sowie den Ergebnissen der Bohrlochgeophysik in Anlage 3 zu entnehmen.

Die geologischen Schichten können aufgrund ihrer petrografischen Eigenschaften sowie variierender Wassergehalte erhebliche Unterschiede in der Wärmeleitfähigkeit aufweisen.

Der Grundwasserstand konnte aufgrund des verwendeten Spülbohrverfahrens nicht gemessen werden. Gemäß Karten der Hydroisohypsen des Landesamtes für Umwelt Brandenburg (<https://apw.brandenburg.de/>, Messwerte aus Frühjahr 2015) ist das Grundwasser des obersten Grundwasserleiters am Untersuchungsstandort zwischen 31 und 30 m NHN (ca. 2 m unter GOK) anzutreffen. Das Grundwasser ist ungespannt und fließt in Richtung Süd-Osten.

3 Durchführung des GRT

3.1 Allgemeines

Der Vorteil des GRT im Vergleich zu Laboruntersuchungen an Bodenproben besteht in der in situ-Messung bei quasi ungestörten Untergrundverhältnissen über die gesamte Erdwärmesondenlänge. Gleichzeitig gibt der GRT indirekt Auskunft über die Qualität des Verpressmaterials und der Verpressung selbst, den korrekten Einbau Erdwärmesonde sowie eine ggf. vorhandene Grundwasserströmung. Bei der Probesonde für den GRT handelt es sich um eine vollwertige Erdwärmesonde, welche später in das Sondenfeld integriert wird.

Während der GRT-Messung wurden folgende Daten erfasst:

- Durchflussmenge
- Temperatur Vorlauf
- Temperatur Rücklauf
- eingetragene Wärmelast.

Im Zuge der Auswertung des GRT wurden folgende Parameter bestimmt:

- spezifische Wärmekapazität
- ausbauspezifischer thermischer Bohrlochwiderstand R_b
- ungestörte Untergrundtemperatur T_0
- lokale effektive Wärmeleitfähigkeit λ_{eff} .

Die Durchführung der GRT-Messung erfolgte mit einem mobilen Kompaktgerät. Die Messeinrichtung besteht jeweils aus einer Umwälzpumpe, einer elektrischen Heizung, einem Durchflussmessgerät und Temperaturfühler sowie einem Aufzeichnungsgerät. Der Volumenstrom wurde während der Messung auf einen quasi konstanten Wert von 1,196 m³/h (gemittelt) geregelt.

Nach der VDI 4640 Blatt 5 sollte sich in der Erdwärmesonde eine turbulente Strömung einstellen. Empfohlen wird eine Reynoldszahl > 3000 . Bei einem Volumenstrom 1,196 m³/h und einer mittleren Temperatur von 20°C ergibt sich eine Reynoldszahl Re von 12975.

Die Erfassung der Messwerte erfolgte über eine rechnergestützte Messanlage vor Ort. Vor Beginn des Tests wurde an der Bohrung eine Nullmessung zur Ermittlung der ungestörten Erdreichtemperatur durchgeführt.

Mit Einschalten der Umwälzpumpe und Aufbringen der thermischen Heizleistung begann auch die Aufzeichnung der Temperaturentwicklung von Vor- und Rücklauf der Sonde. Dabei erfolgte eine kontinuierliche Registrierung der Temperaturdaten im Abstand von 1 min im späteren Verlauf.

Die Laufzeit des GRT betrug 4244 min, ca. 71 h. Der Test begann am 13.08.2024 und wurde am 16.08.2024 beendet.



Abbildung 1: Eingerichtete GRT-Messbox am Standort

3.2 Messung ungestörte Untergrundtemperatur

Am 13.08.2024 wurde vor Beginn der Wärmeeinspeisung die ungestörte Temperatur des Untergrundes in der GRT-Sonde durch eine Temperatursonde, die in Meterschritten die Temperatur des Untergrundes ermittelt, gemessen. Die Ergebnisse der teufenaufgelösten Temperaturmessung ist der Grafik in Anlage 5 zu entnehmen. Im Mittel kann von einer über die 97 m tiefe Sonde ungestörten Untergrundtemperatur von 11,25°C ausgegangen werden. Ohne Berücksichtigung der bis 20 m unter Gelände wirkenden jahreszeitlichen Temperatureinflüsse ergibt sich eine mittlere Untergrundtemperatur von 10,94°C.

In Auswertung der anschließend aufgezeichneten Temperaturmessdaten aus Vor- und Rücklauf der Erdwärmesonde wurden die Temperaturentwicklungen in Anlage 4 grafisch dargestellt.

Durch ein halbstündiges Umwälzen des Fluids in der Sonde vor Beginn des GRT-Tests wurde die mittlere Temperatur des Fluids mit 11,5°C ermittelt.

3.3 Übersicht zur GRT-Durchführung

In Tabelle 2 sind alle relevanten Angaben zur Durchführung des GRT zusammengefasst.

Tabelle 2: Übersicht GRT-Durchführung

Endteufe Bohrung	99,02 m
Durchmesser der Bohrungen	153 mm
Einbautiefe der Erdwärmesonde	99 m
Sondentyp	Einfach-U-Sonde PE HD 100 RC (2 x 40 mm x 3,7 mm)
Verfüllung Ringraum	Fischer GeoFlow mit $\lambda = 2 \text{ W/mK}$
Messung der ungestörten Untergrundtemperatur:	11,5°C am 13.08.2024
Wärmeträgermedium	Wasser
Durchflussmengen	Ø 1,196 m³/h
Reynoldszahl	12975
Aufgebrachte Heizlast	Ø 6561 W
Beenden des Tests	16.08.2024
Dauer des Tests	4244 min

3.4 Umwälzphase

Vor Beginn der Heizphase (Wärmeeinspeisung) erfolgte eine etwa halbstündige Zirkulation des Wärmeträgerfluids (Wassers) in der Sonde. Die Fluidtemperatur betrug gemittelt über die 97 m tiefe Sonde 11,5°C.

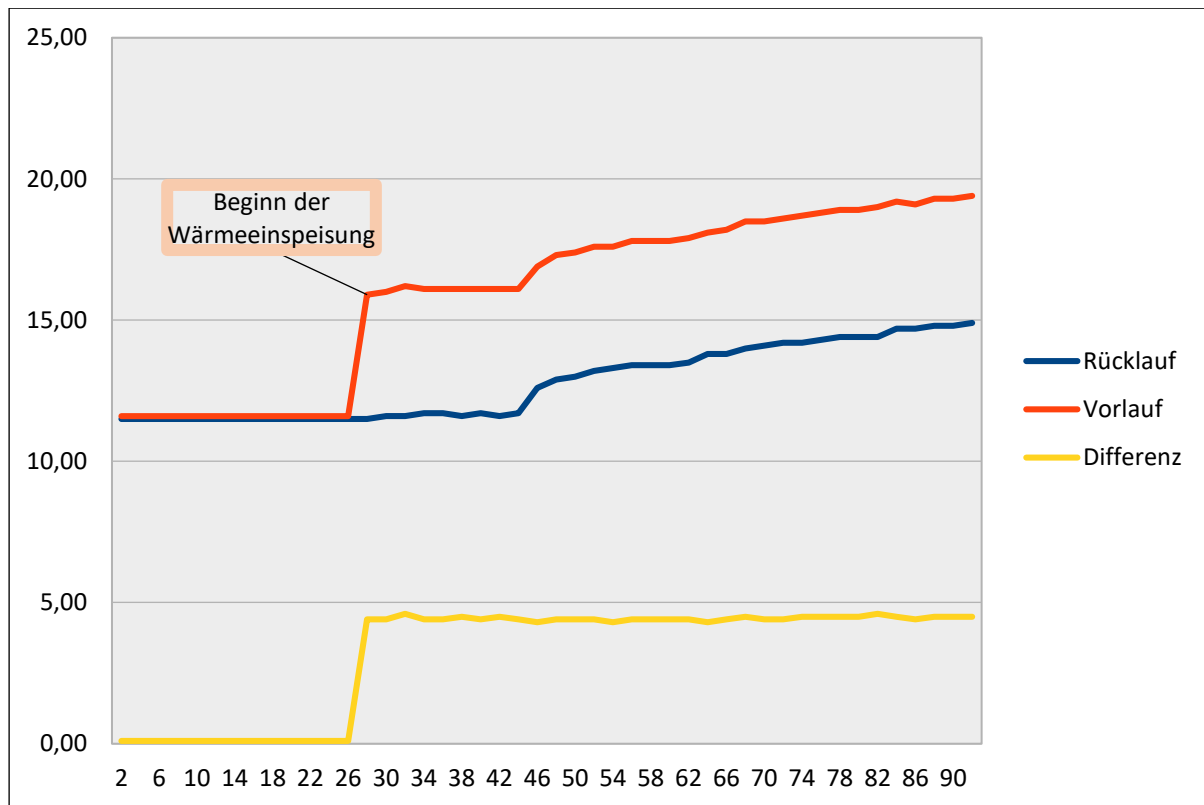


Abbildung 2: Umwälzphase GRT-Sonde

3.5 Wärmeeinspeisung

Die Wärmeeinspeisung an der Testsonde begann am 13.08.2024, 10:34 Uhr. Die Temperaturverläufe während der Wärmeeinspeisung sowie die eingebrachten thermischen Leistungen über den jeweiligen Messzeitraum sind der Anlage 4 zu entnehmen. Die Temperaturganglinien erreichten schnell einen parallelen Verlauf. Die aufgebrachte thermische Leistung wurde während des gesamten Tests auf durchschnittliche 6561 W geregelt.

Die Abschaltung der Wärmeeinspeisung erfolgte am 16.08.2024. Die Messung dauerte ca. 71 Stunden. Zur Mindestdauer eines GRT werden Empfehlungen von 48 h bzw. 50 h angegeben. Die Verlängerung der Messdauer kann den Einfluss von äußeren Störfaktoren minimieren und somit die Genauigkeit der Messergebnisse erhöhen. Die durchgeführte Messung liegt mit etwa 71 h deutlich über der empfohlenen Mindestmessdauer.



4 Auswertung

4.1 Grundlagen

Die konventionelle Auswertung eines GRT erfolgt nach der Kelvin'schen Linienquellentheorie mit folgendem Rechenansatz:

$$T_f = \frac{\dot{Q}}{4 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot H} \cdot \ln(t) + \left[\frac{\dot{Q}}{H} \left(\frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \lambda} \cdot \left[\ln \left(\frac{4 \cdot \alpha}{r_0^2} \right) - \gamma \right] + R_b \right) + T_s \right]$$

T_f	mittlere Fluidtemperatur	[°C],	Q	Heizleistung	[W]
λ	Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes	[W/(m·K)],	H	Tiefe der Erdwärmesonde	[m]
t	Zeit	[h],	α	Temperaturleitfähigkeit	[m²/s]
r_0	Bohrlochradius	[m],	γ	Euler'sche Zahl	
R_b	thermischer Bohrlochwiderstand	[K/(W/m)],	T_s	Temp. des ungestörten Untergrundes	[°C]

Grundlage der Auswertung des GRT ist der mittlere Fluid-Temperatur-Verlauf in der Erdwärmesonde während des Tests. Im Ergebnis einer Auftragung der Messwerte der während eines GRT aufgezeichneten Fluidtemperatur auf eine logarithmische Zeitachse kann die effektive Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes aus der Steigung der sich ergebenden Geraden ermittelt werden. Nach Bestimmung der effektiven Wärmeleitfähigkeit wird der thermische Widerstand zwischen Fluid und Bohrlochwand (thermischer Bohrlochwiderstand) berechnet.

Zur Auswertung des GRT wurde das Softwareprogramm Geologik-TRT genutzt.

4.2 Ermittelte Untergrundparameter

Mit dem GRT wurden folgende standortspezifischen Untergrundparameter ermittelt:

- spezifische Wärmekapazität 2,00 MJ/(m³K)
- ausbauspezifischer thermischer Bohrlochwiderstand R_b 0,13 mK/W
- ungestörte Untergrundtemperatur T_0 (20-97 m)
(ohne saisonalen Einfluss) 10,94°C
- lokale effektive Wärmeleitfähigkeit λ_{eff} 2,841 W/mK

Die Ergebnisse der Auswertung mit dem Softwareprogramm GeoLogik-TRT sind Anlage 4 zu entnehmen. Die Messung der ungestörten Untergrundtemperatur ist in Anlage 5 dargestellt.

4.3 Fehlerabschätzung

Anhand der nachfolgenden Fehlerabschätzung ist der Einfluss von Abweichungen der verwendeten Eingangsparameter in Bezug auf die daraus resultierenden Ergebnisse dokumentiert. Grundlage der Fehlerabschätzung ist die konventionelle Auswertung der stationären Betriebsphase.

Tabelle 3: Fehlerabschätzung

Ausgangswerte			2,841		0,13	
Bemessungsparameter	Mess-/ Erwartungswert	Abweichung vom Mess-/ Erwartungswert	Ergebnis λ_{eff} [W/(m·K)]		Ergebnis R_b [K/(W/m)]	
Länge der Erdwärmsonde	97 m	+/- 1%	2,869	2,813	0,1313	0,1287
mittlerer Durchmesser GRT-Bohrung	153 mm	+/- 10%	Kein Einfluss		0,143	0,117
beim Test injizierte thermische Leistung	6561 W	+/- 5%	2,137	1,938	0,1365	0,1235
Fluidtemperatur vor Messbeginn	11,5°C	+/- 10%	Kein Einfluss		0,143	0,117
gemittelte spezifische Wärmekapazität des Erdreichs	2,00 MJ/(m³K)	+/- 10%	Kein Einfluss		0,143	0,117

5 Bewertung der GRT-Messungen

Die schrittweise Auswertung des GRT zeigt, dass der Wert der effektiven Wärmeleitfähigkeit ab der 60. Betriebsstunde nur noch geringen Schwankungen unterliegt. Generell lässt ein zeitlich fast unveränderter Ergebniswert auf keine bzw. nur geringe äußere Störungen schließen wie z.B. grundwasserdynamische Beeinflussungen.

6 Temperaturprofilmessung nach dem GRT

Um mögliche signifikante Beeinflussungen durch einen vorhandenen konvektiven Wärmetransport (durch Grundwasserfluss) zu identifizieren, wurde eine Stunde nach dem Abschalten der Wärmezufuhr nochmals ein teufendifferenzierter Temperaturlog durchgeführt (siehe Anlage 5).



Erkennbar ist ein Unterschied zwischen Grundwasserleitern (Sande), die sich durch das fließende Grundwasser schneller wieder abkühlen und Grundwassergeringleitern (Schluffe, Braunkohle), bei denen dieser Prozess deutlich langsamer ist. Ein sich relevant auf die Bewertung des GRT auswirkender Grundwasserfluss ist jedoch nicht zu erkennen.

Strausberg, den 22.09.2024

Christine Buddenbohm
Dipl.-Geologin

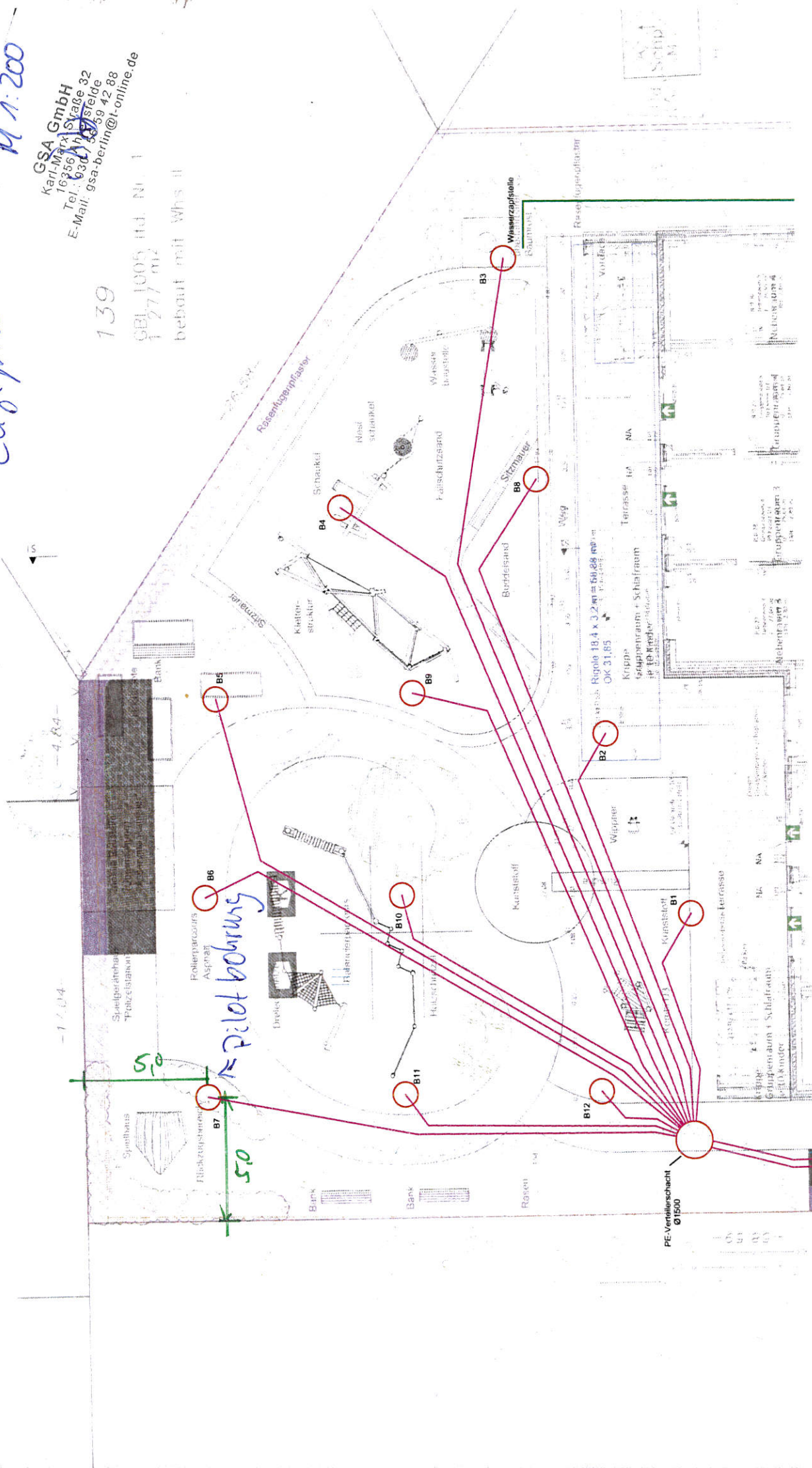
Frank Hell
Staatlich geprüfter Techniker

ANLAGE 1

Lageskizze mit GRT-Bohrung

Q87-1005 11-11-97
1-27-02

bebatini whs ill

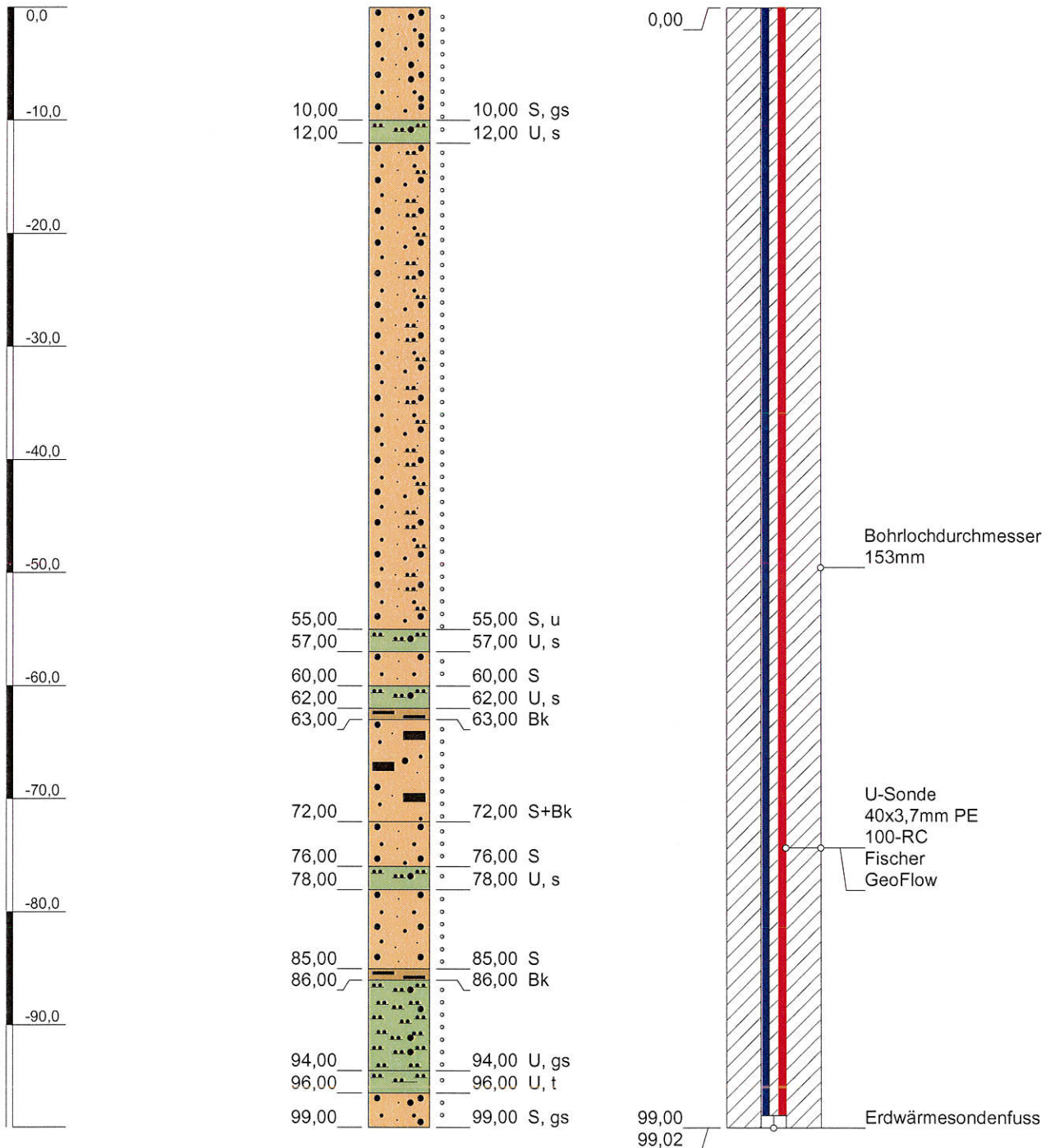


ANLAGE 2

Bohrprofil und
Bohrmeisterschichtenverzeichnis

m u. GOK (0,00 m NN)

Pilot Sonde#1



Höhenmaßstab: 1:551

Horizontalmaßstab: 1:10

Blatt 1 von 1

Projekt: Kochstraße 5-7, 14612 Falkensee			
Bohrung: Pilot Sonde#1			
Auftraggeber: Cudok	Rechtswert: 0		
Bohrfirma: GSA GmbH	Hochwert: 0		
Bearbeiter: Hr.Koch	Ansatzhöhe: 0,00m		
Datum: 09.08.2024	Anlage 1	Endtiefe: 99,00m	

GSA GmbH
Karl-Marx-Straße 32
16356 Ahrensfelde
Tel.: 030 / 56 59 42 88
Fax: 030 / 56 59 42 87

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung / Wasserbohrung*)

Archiv-Nr: -

Aktenzeichen: _____

1 Objekt
Kochstraße 5-7, 14612 Falkensee

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: 3

Anzahl der Testberichte und ähnliches: 1

2 Bohrung Nr: B 01 **Zweck:** Erdwärmesonde

Ort: Kochstraße 5-7, 14612 Falkensee

Lage (Topographische Karte M=1:25000): _____

Nr: _____

Rechts: 0,0

Hoch: 0,0

Lotrecht/Neigung: _____ °

Richtung: _____ °

Höhe des

a) zu NN 0,00

m

über/unter/gleich

Ansatzpunktes

b) zu _____

m

m

Gelände*)

3 Lageskizze: (Maßstab 1: _____ / unmaßstäblich*)

siehe Anlage

4 Auftraggeber: Cudok

Fachaufsicht: Hr. Koch

5 Bohrunternehmen: GSA GmbH

gebohrt von: 06.08.2024

bis: 06.08.2024

Tagesbericht-Nr: _____

Projekt-Nr: _____

Geräteführer: S.Adam

Qualifikation: Geräteführer

Geräteführer: _____

Qualifikation: _____

Geräteführer: _____

Qualifikation: _____

6 Bohrgerät Typ: Diamec 700 Atlas Copco

Baujahr: 1987

Bohrgerät Typ: _____

Baujahr: _____

7 Messungen und Tests im Bohrloch: Geophysik Fa. BLM-Storkow

8 Probenübersicht:

	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	<u>Haufproben</u>	<u>15</u>	<u>Baustelle</u>
Bohrproben			
Bohrproben			
Sonderproben			
Wasserproben			

9 Bohrtechnik 9.1 Kurzzeichen 9.1.1 Bohrverfahren 9.1.1.1 Art: BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben ...=				BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben BuP = Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben BS = Sondierbohrung ...=				BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung BKF= BK mit fester Kernumhüllung ...=																																																														
9.1.1.2 Lösen: rot = drehend				ram = rammend druck = drückend				schlag = schlagend greif = greifend																																																														
9.1.2 Bohrwerkzeug 9.1.2.1 Art: EK = Einfachkernrohr DK = Doppelkernrohr TK = Dreifachkernrohr S = Seilkernrohr				HK = Hohlkrone VK = Vollkrone H = Hartmetallkrone D = Diamantkrone Gr = Greifer Schap = Schappe				Schn = Schnecke ...= Spi = Spirale ...= Kis = Kiespumpe ...= Ven = Ventilbohrer Mei = Meißel SN = Sonde																																																														
9.1.2.2 Antrieb: G = Gestänge SE = Seil				HA = Hand F = Freifall V = Vibro				DR = Druckluft HY = Hydraulik																																																														
9.1.2.3 Spülhilfe: WS = Wasser LS = Luft				SS = Sole DS = Dickspülung Sch = Schaum				d = direkt id = indirekt																																																														
9.2 Bohrtechnische Tabelle																																																																						
Tiefe in m		Bohrverfahren		Bohrwerkzeug				Verrohrung			Bemerkungen																																																											
Bohrlänge in m von	bis	Art	Lösen	Art	Ø mm	Antrieb	Spülhilfe	Außen Ø mm	Innen Ø mm	Tiefe m																																																												
0,00	99,00	BuP	rot	H	153	HY	WS/d				Bohrl. unverrohrt																																																											
9.3 Bohrkronen *) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>H1/D1</td><td>Nr:</td><td>Ø Außen/Innen:</td></tr> <tr><td>H2/D2</td><td>Nr:</td><td>Ø Außen/Innen:</td></tr> <tr><td>H3/D3</td><td>Nr:</td><td>Ø Außen/Innen:</td></tr> <tr><td>H4/D4</td><td>Nr:</td><td>Ø Außen/Innen:</td></tr> <tr><td>H5/D5</td><td>Nr:</td><td>Ø Außen/Innen:</td></tr> <tr><td>H6/D6</td><td>Nr:</td><td>Ø Außen/Innen:</td></tr> </table> 9.4 Geräteführerwechsel <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Nr</th> <th>Datum</th> <th>Uhrzeit</th> <th>Tiefe</th> <th colspan="2">Name Geräteführer</th> <th rowspan="2">Grund</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th>für</th> <th>Ersatz</th> </tr> <tr><td>1</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>2</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>3</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>4</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>												H1/D1	Nr:	Ø Außen/Innen:	H2/D2	Nr:	Ø Außen/Innen:	H3/D3	Nr:	Ø Außen/Innen:	H4/D4	Nr:	Ø Außen/Innen:	H5/D5	Nr:	Ø Außen/Innen:	H6/D6	Nr:	Ø Außen/Innen:	Nr	Datum	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer		Grund					für	Ersatz	1							2							3							4						
H1/D1	Nr:	Ø Außen/Innen:																																																																				
H2/D2	Nr:	Ø Außen/Innen:																																																																				
H3/D3	Nr:	Ø Außen/Innen:																																																																				
H4/D4	Nr:	Ø Außen/Innen:																																																																				
H5/D5	Nr:	Ø Außen/Innen:																																																																				
H6/D6	Nr:	Ø Außen/Innen:																																																																				
Nr	Datum	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer		Grund																																																																
				für	Ersatz																																																																	
1																																																																						
2																																																																						
3																																																																						
4																																																																						
10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau Wasser erstmals angetroffen bei _____ m, Anstieg/Abfall*) bis _____ m unter Ansatzpunkt Höchster gemessener Wasserstand _____ m unter/über*) Ansatzpunkt bei _____ m Bohrtiefe Verfüllung: <u>0,00</u> m bis <u>99,00</u> m Art: <u>Fischer GeoFlow</u> von: _____ m bis _____ m Art: _____																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">Filterrohr</th> <th colspan="3">Filterschüttung</th> <th>Körnung</th> <th colspan="3">Sperrschicht</th> <th rowspan="2">OK Peilrohr m über/unter*) Ansatzpunkt</th> </tr> <tr> <th>Nr</th> <th>von m</th> <th>bis m</th> <th>Ø mm</th> <th>Art</th> <th>von m</th> <th>bis m</th> <th>mm</th> <th>von m</th> <th>bis m</th> <th>Art</th> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>												Filterrohr			Filterschüttung			Körnung	Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter*) Ansatzpunkt	Nr	von m	bis m	Ø mm	Art	von m	bis m	mm	von m	bis m	Art																																					
Filterrohr			Filterschüttung			Körnung	Sperrschicht			OK Peilrohr m über/unter*) Ansatzpunkt																																																												
Nr	von m	bis m	Ø mm	Art	von m	bis m	mm	von m	bis m		Art																																																											
11 Sonstige Angaben																																																																						
GSA GmbH Karl-Marx-Straße 32 16356 Ahrensfelde Tel.: 030 / 56 59 42 88 Fax: 030 / 56 59 42 87																																																																						
Datum: <u>9.8.2024</u> Firmenstempel: _____ Unterschrift: _____																																																																						
*) Nichtzutreffendes bitte streichen																																																																						

		Schichtenverzeichnis					Seite: 1		
für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben									
Projekt: Kochstraße 5-7, 14612 Falkensee							Bohrzeit:		
Bohrung: Pilot Sonde#1							von: 06.08.2024 bis: 06.08.2024		
1	2				3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt					
10,00	a) Sand, grobsandig				Druckspülbohrung 153mm Spülverlust mäßig			P1	10,00
	b)								
	c) locker gelagert	d) leicht zu bohren	e) ocker						
	f)	g)	h)	i)					
12,00	a) Schluff, sandig				Spülverlust sehr gering			P2	12,00
	b)								
	c) locker gelagert	d) leicht zu bohren	e) grau						
	f)	g)	h)	i)					
55,00	a) Sand, schluffig				Spülverlust mäßig			P3	55,00
	b)								
	c) locker gelagert	d) leicht zu bohren	e) grau						
	f)	g)	h)	i)					
57,00	a) Schluff, sandig							P4	57,00
	b)								
	c)	d)	e) grau						
	f)	g)	h)	i)					
60,00	a) Sand				Spülverlust gering			P5	60,00
	b)								
	c) locker gelagert	d) leicht zu bohren	e) grau						
	f)	g)	h)	i)					

		Schichtenverzeichnis					Seite: 2				
Projekt: Kochstraße 5-7, 14612 Falkensee							Bohrzeit:				
Bohrung: Pilot Sonde#1							von: 06.08.2024				
							bis: 06.08.2024				
1	2				3		4	5	6		
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang							e) Farbe	
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung							h) Gruppe i) Kalk- gehalt	
62,00	a) Schluff, sandig				Spülverlust gering			P6	62,00		
	b)										
	c)		d)							e) braun	
	f)		g)							h) i)	
63,00	a) Braunkohle							P7	63,00		
	b)										
	c)		d)							e) braun	
	f)		g)							h) i)	
72,00	a) Sand, Braunkohle							P8	72,00		
	b)										
	c) locker gelagert		d) leicht zu bohren							e) braun	
	f)		g)							h) i)	
76,00	a) Sand				Spülverlust gering			P9	76,00		
	b)										
	c) locker gelagert		d) leicht zu bohren							e) braun	
	f)		g)							h) i)	
78,00	a) Schluff, sandig				Spülverlust gering			P10	78,00		
	b)										
	c) locker gelagert		d) leicht zu bohren							e) braun	
	f)		g)							h) i)	

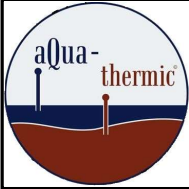
		Schichtenverzeichnis					Seite: 3				
für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben											
Projekt: Kochstraße 5-7, 14612 Falkensee							Bohrzeit:				
Bohrung: Pilot Sonde#1							von: 06.08.2024 bis: 06.08.2024				
1	2				3		4	5	6		
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang							e) Farbe	
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung							h) Gruppe i) Kalk- gehalt	
85,00	a) Sand							P11	85,00		
	b)										
	c) locker gelagert		d) leicht zu bohren							e) grau	
	f)		g)							h) i)	
86,00	a) Braunkohle							P12	86,00		
	b)										
	c)		d)							e) braun	
	f)		g)							h) i)	
94,00	a) Schluff, grobsandig				Spülverlust sehr gering			P13	94,00		
	b)										
	c) locker gelagert		d) leicht zu bohren							e) grau	
	f)		g)							h) i)	
96,00	a) Schluff, tonig				Spülverlust sehr gering			P14	96,00		
	b)										
	c) locker gelagert		d) leicht zu bohren							e) braun	
	f)		g)							h) i)	
99,00	a) Sand, grobsandig				Endteufe 99m Spülverlust gering			P15	99,00		
	b)										
	c) locker gelagert		d) leicht zu bohren							e) braun	
	f)		g)							h) i)	

ANLAGE 3

Messprotokoll der geophysikalischen
Bohrlochmessung

ANLAGE 4

Graphische GRT-Auswertung mittels
GeoLogik TRT



aQua-thermic Ingenieur GmbH
Prötzel Chaussee 14a
15344 Strausberg
Tel: 03341-306521
Mail: info@aqua-thermic.de
web: www.aqua-thermic.com

TRT - Dokumentation

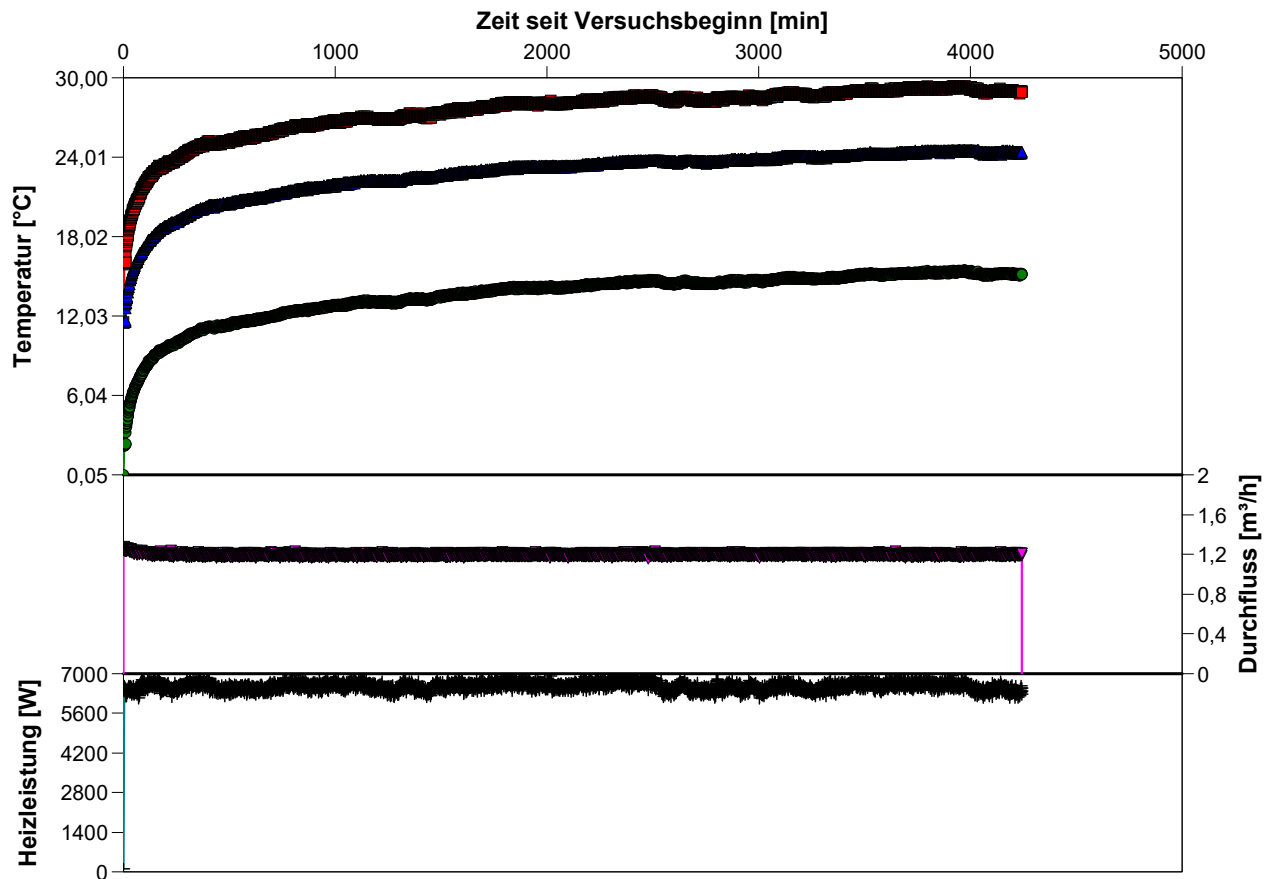
TRT1

Projekt: Neubau Kita Kochstraße 5-7

Nummer: 24ING027

Auftraggeber: GSA Analytisches Laboratorium GmbH

Ort: 14612 Falkensee	Versuch: TRT 1	Durchgeführt an: Sonde 1
Durchgeführt von: aQua-thermic Ingenieur GmbH	Zeitraum: 13.08.2024 - 16.08.2024	
Gemittelter Durchfluss: 1,1958 m³/h	Fluid: Wasser	
Beginn: 13.08.2024 10:33:00	Heizperiode: 2 min - 4244 min	Heizleistung: NAN W
Auswertung	Ausgewertet von: F.Hell	Ausgewertet am: 16.08.2024



Fluidtemperatur nach min. 30 Minuten Zirkulation: 11,5°C

U-Sonde, Fluid Wasser

Länge: 97 m

Durchmesser: 40 mm

Wandstärke: 3,7 mm

Bohrung

Teufe: 99 m

Durchmesser: 153 mm



aQua-thermic Ingenieur GmbH
Prötzel Chaussee 14a
15344 Strausberg
Tel: 03341-306521
Mail: info@aqua-thermic.de
web: www.aqua-thermic.com

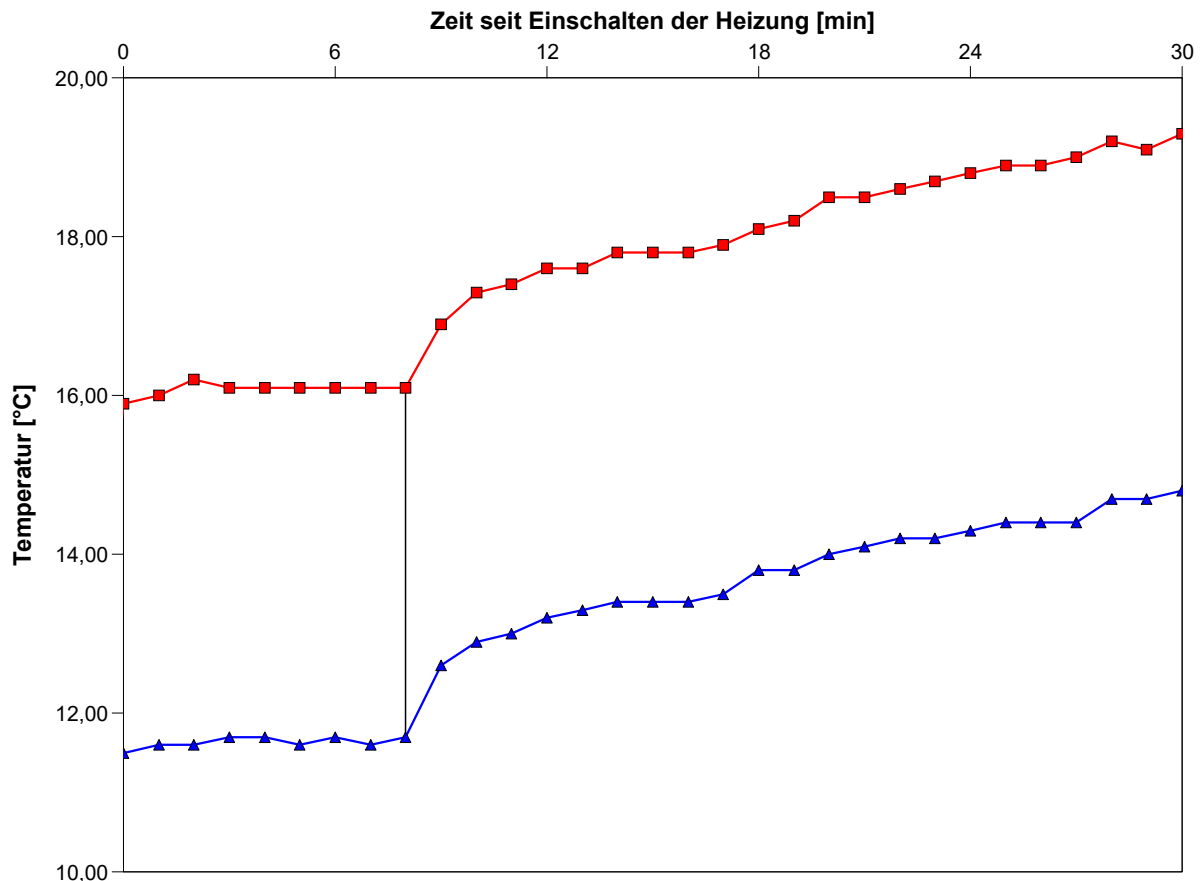
TRT - Bestimmung des therm. Widerstands TRT1

Projekt: Neubau Kita Kochstraße 5-7

Nummer: 24ING027

Auftraggeber: GSA Analytisches Laboratorium GmbH

Ort: 14612 Falkensee	Versuch: TRT 1	Durchgeführt an: Sonde 1
Durchgeführt von: aQua-thermic Ingenieur GmbH	Zeitraum: 13.08.2024 - 16.08.2024	
Gemittelter Durchfluss: 1,1958 m³/h	Fluid: Wasser	
Beginn: 13.08.2024 10:33:00	Heizperiode: 2 min - 4244 min	Heizleistung: NAN W
RB Bestimmung	Ausgewertet von: F.Hell	Ausgewertet am: 16.08.2024



Berechnungsergebnis

$R_B = 0,14 \text{ m K / W}$

Zeit bis zur 1. Umwälzung: 8 min

Angesetzte Leistung: 6284 W

U-Sonde, Fluid Wasser

Länge: 97 mm

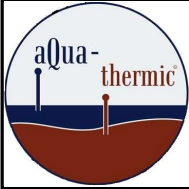
Durchmesser: 40 mm

Wandstärke: 3,7 mm

Bohrung

Teufe: 99 mm

Durchmesser: 153 mm



aQua-thermic Ingenieur GmbH
Prötzel Chaussee 14a
15344 Strausberg
Tel: 03341-306521
Mail: info@aqua-thermic.de
web: www.aqua-thermic.com

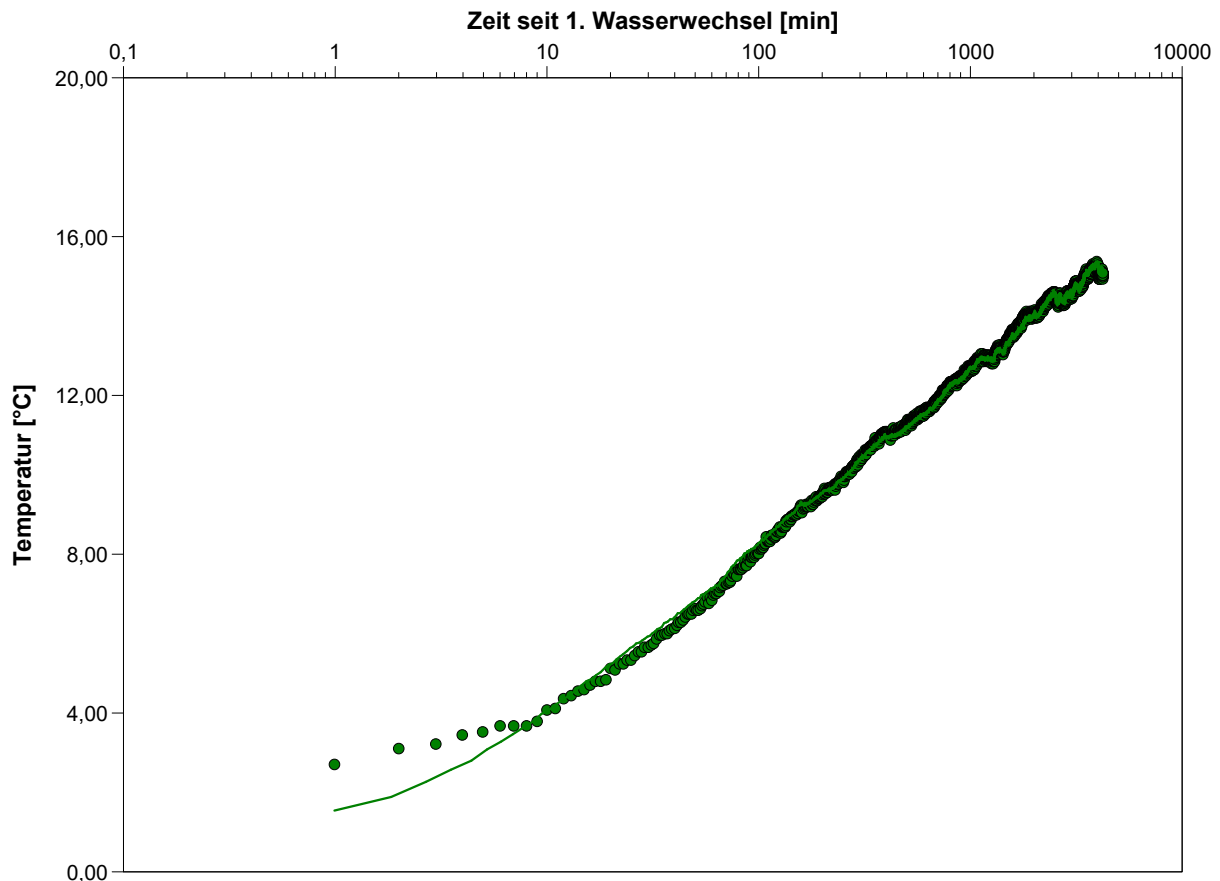
TRT - Bestimmung der Untergrundparameter TRT1

Projekt: Neubau Kita Kochstraße 5-7

Nummer: 24ING027

Auftraggeber: GSA Analytisches Laboratorium GmbH

Ort: 14612 Falkensee	Versuch: TRT 1	Durchgeführt an: Sonde 1
Durchgeführt von: aQua-thermic Ingenieur GmbH	Zeitraum: 13.08.2024 - 16.08.2024	
Gemittelter Durchfluss: 1,1958 m³/h	Fluid: Wasser	
Beginn: 13.08.2024 10:33:00	Heizperiode: 2 min - 4244 min	gemittelte Heizleistung: 6561 W
Untergrundparameter	Ausgewertet von: F.Hell	Ausgewertet am: 16.08.2024



Berechnungsergebnis

Wärmeleitfähigkeit 2,841 W / (m K)

Vol. Wärmekapazität: 2 MJ/(m³K)

Angesetzter Radius: 23,052 mm

Angesetztes $R_b = 0,13 \text{ m K / W}$

U-Sonde, Fluid Wasser

Länge: 97 m

Durchmesser: 40 mm

Wandstärke: 3,7 mm

Bohrung

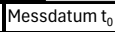
Teufe: 99 m

Durchmesser: 153 mm

ANLAGE 5

Teufenbezogene Nullmessung
der ungestörten Untergrundtemperatur

Kochstraße 5-7, Falkensee



Messdatum GRT +1h

16.08.2024