

Büro Magdeburg Lübecker Straße 53-63 39124 Magdeburg

+49 (0)391 99 00 42 40 magdeburg@hgn-beratung.de www.hgn-beratung.de

Ergänzung zum hydrogeologischen Gutachten B-Plan Wernigerode "Küchengarten"

(Grundwassermessstellen zur Beweissicherung)

mit Erweiterung / Fortschreibung bis 04/2018

Auftraggeber: Stadt Wernigerode

Baudezernat

Stadt- und Verkehrsplanung

Schlachthofstraße 6 38855 Wernigerode

Wernigerode, GWM und Fortschreibung HyGA Küchengarten / 17-005 **Auftragstitel:**

Bearbeitung: HGN Beratungsgesellschaft mbH

Büro Magdeburg

Dipl.-Geol. Andreas Ogroske M. Sc. geoökol. Katja Mroos

Bestätigt: Andreas Ogroske

Büroleiter

Ort, Datum: Magdeburg, 30. April 2018



Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	4
2	Ausgeführte Feldarbeiten	4
3	Ergebnisse der ergänzenden Untersuchung	6
3.1	Geologische Verhältnisse / Baugrundmodell	6
3.2	Hydrogeologische Verhältnisse	7
4	Ergänzende hydrogeologische Bewertung	8
4.1	Auswertung der Stichtagsmessungen	8
4.2	Auswertung der Datenloggermessungen	11
4.3	Auswertung der Grundwasserströmungsverhältnisse / Grundwassergleichenpläne	12
5	Gesamtbewertung und Schlussfolgerung für geplante Bebauung	.14
6	Hinweise und Empfehlungen zur Beweissicherung	.18
7	Unterlagen und Literatur	.20
Tabellen		
Tabelle 2-1:	Stammdaten der GWM	6
Tabelle 4-1:	Zusammenstellung der Messwerte der GW-Stände (m u. ROK / Messpunkt)	8
Tabelle 4-2:	Zusammenstellung der Messwerte der GW-Stände (m NHN)	9
Tabelle 4-3:	Kenngrößen der GW-Stände (m NHN) des Zeitraums 06/2014 bzw. 06/2015 bis 04/2018	9
Abbildunge	n	
•	Bohrgerät zum Bau der GWM	E
_		
Abbildung 4-1:	Grundwasserganglinien der GWM 4, 9 und 12	10
Abbildung 4-2:	Grundwasserganglinien der mit Datenloggern ausgestatteten GWM	11
Abbildung 5-1:	Übersicht der vorgeschlagenen Ringdränagen	16
Abbildung 6-1:	Umliegende Straßen im Untersuchungsbereich mit Darstellung der Hausnummern	18



Anlagen

_		
Anlage 1	Lage des Vorhabens und der Grundwassermessstellen	Maßstab 1 : 10.000
Anlage 2	Grundwassergleichenpläne	
Anlage 2.1	Grundwassergleichenplan Stichtag 08.07.2015	Maßstab 1 : 10.000
Anlage 2.2	Grundwassergleichenplan Stichtag 18.11.2015	Maßstab 1 : 10.000
Anlage 2.3	Grundwassergleichenplan Stichtag 26.02.2016	Maßstab 1 : 10.000
Anlage 2.4	Grundwassergleichenplan Stichtag 05.05.2017	Maßstab 1 : 10.000
Anlage 2.5	Grundwassergleichenplan Stichtag 06.09.2017	Maßstab 1 : 10.000
Anlage 2.6	Grundwassergleichenplan Stichtag 18.04.2018	Maßstab 1 : 10.000
Anlage 2.7	Grundwassergleichenplan Minimum Wasserspiegel	Maßstab 1 : 10.000
Anlage 2.8	Grundwassergleichenplan Maximum Wasserspiegel	Maßstab 1 : 10.000
Anlage 3	Hydrogeologische Schnittdarstellungen Stadtvillen / Tiefgarage	
Anlage 4	Schichtenprofile und Ausbauzeichnungen der GWM	
Anlage 5	Fotodokumentation	
Anlage 6	Dokumentation der Pumpversuche (VTB Burg)	



1 Aufgabenstellung

Für die bauliche Erschließung des Gebietes zwischen Walter-Rathenau-Straße und Lindenallee (ehemaliger Küchengarten) stellt die Stadt Wernigerode einen Bebauungsplan auf. Aufgrund erforderlicher Anpassungen im B-Plan und Besorgnissen der Anwohner bezüglich Problematiken mit hohen Grundwasserständen waren fünf zusätzliche Grundwassermessstellen (GWM) auf dem Erschließungsgelände zu errichten und das vorhandene hydrogeologische Gutachten (Fugro, 03.11.2014 /1/) zu ergänzen.

Nach der Errichtung der Grundwassermessstellen und Dokumentation in der Ergänzung zum hydrogeologischen Gutachten (Fugro, 10.07.2015 /2/) erfolgte im Frühjahr 2018 eine Erweiterung und Fortschreibung dieser Unterlage, die hier vorgelegt wird. Hierbei wurden insbesondere die seit dem Sommer 2015 durchgeführten Wasserstandsmessungen (Stichtagsmessungen und Datenloggerwerte) und die Erkenntnisse der nunmehr zweijährigen Messreihe dargestellt und ergänzend bewertet.

Die Überarbeitung, Ergänzung und Weiterführung der Bearbeitung erfolgt auf der Grundlage des Arbeitsberichtes der Fugro Consult GmbH vom 06.10.2017 /3/ durch die HGN Beratungsgesellschaft mbH.

2 Ausgeführte Feldarbeiten

Für die ergänzende Überwachung der Grundwasserstände auf dem Bebauungsgebiet wurden zusätzlich zu den drei im Jahr 2014 errichteten (temporären) GWM fünf weitere GWM errichtet und für den dauerhaften Ausbau vorbereitet.

Die Lage der GWM wurde an den Rändern des B-Plan-Gebietes gewählt (siehe Anlage 1), um einen langfristigen Erhalt und eine Beobachtung der hydrogeologischen Verhältnisse vor, während und nach der Bauausführung zu gewährleisten (Beweissicherung).

Die Bohr- und Ausbauarbeiten zur Errichtung der neuen GWM erfolgten im Zeitraum 16. bis 24.06.2015 durch die Firma

VTB Versorgungstechnik Bau Burg GmbH Uferstraße 5 B 39288 Burg.

Die Bohrungen erfolgten mittels eines raupengestützten Bohrgeräts, mit einem Bohrdurchmesser von 220 mm (siehe Abbildung 2-1). Im Lockergesteinsbereich erfolgten die Bohrungen als Trockenbohrungen. Bedingt durch das Antreffen von Bohrhindernissen und Festgestein (Sandstein bzw. Sandsteinbruchstücken), war der Umbau auf Spülbohrtechnik zum Bohren im Festgestein erforderlich (außer GWM 14).

Alle Bohrungen wurden bis zur Endteufe von 8 m ausgeführt. Der Ausbau der GWM erfolgte im Durchmesser DN 50 in PVC mit einem Filterbereich von jeweils 3 m.

Die GWM 12 wurde bereits obertägig dauerhaft im Endzustand ausgebaut (Straßenkappe mit Betoneinfassung), da in diesem Bereich keine Erdarbeiten erfolgen werden. Alle anderen GWM wurden obertägig provisorisch erstellt, d. h. die Straßenkappe wurde ohne Betonierung in das Erdreich gesetzt und ein Betonring wurde als bauzeitlicher Schutz um die GWM gelegt. Nach Abschluss der Bauphase und Herstellung der



endgültigen Geländehöhe können die GWM-Oberkanten und die Straßenkappen höhenmäßig an den Endzustand des Geländes angepasst werden.



Abbildung 2-1: Bohrgerät zum Bau der GWM

Im Anschluss an die Errichtung wurden die GWM klargepumpt. Hierzu war, bis auf die GWM 11, die Zugabe von Spülwasser erforderlich, da die nachlaufende Grundwassermenge zu gering war. Nach dem Pumpen wurde der Wiederanstieg messtechnisch registriert.

Um eine Langzeitüberwachung der Grundwasserstände zu gewährleisten, wurden im Juli 2015 Datenlogger mit Drucksensoren in vier GWM installiert. Hiermit werden seitdem kontinuierlich die Wasserstände aufgezeichnet (vgl. Kapitel 4.2).

Nach Fertigstellung wurden die GWM durch das

Vermessungsbüro Kochbeck & Helms Breite Straße 109 38855 Wernigerode

geodätisch eingemessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2-1 ersichtlich.

Die Lage der GWM ist aus Anlage 1 ersichtlich. Die Schichtenprofile und Ausbauzeichnung sind in Anlage 4 dokumentiert. Anlage 5 zeigt eine Fotodokumentation der GWM.



Tabelle 2-1: Stammdaten der GWM

GWM	Rechtswert (LS110)	Hochwert (LS110)	Rechtswert (ETRS 89 / UTM32)	Hochwert (ETRS 89 / UTM32)	Höhe (MP/ROK) (m NHN)	Höhe Schacht- deckel (m NHN)	Höhe GOK (m NHN)
GWM 10	4416832,82	5745025,71	32623473,36	5743998,23	257,03	257,11	256,96
GWM 11	4416805,75	5745077,58	32623444,19	5744048,93	256,52	256,60	256,51
GWM 12	4416883,45	5745121,37	32623520,00	5744095,86	257,81	258,00	258,00
GWM 13	4416953,90	5745127,08	32623590,13	5744104,47	259,74	259,90	259,76
GWM 14	4417000,77	5745045,60	32623640,30	5744025,01	259,56	259,63	259,43

Zum Zeitpunkt der letzten Stichtagsmessung im April 2018 war die GWM 4 (Rammpegel) oberirdisch zerstört, dementsprechend war die Höhenangabe der Rohroberkante nicht mehr korrekt. Die GWM 9 (Rammpegel) war seit der Stichtagsmessung 09/2017 nicht mehr auffindbar. Für diese Messstellen liegen entsprechend verkürzte Datenreihen vor.

3 Ergebnisse der ergänzenden Untersuchung

3.1 Geologische Verhältnisse / Baugrundmodell

Grundsätzlich haben die durchgeführten Bohrarbeiten die in der Vorerkundung /1/ im Jahr 2014 festgestellten geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse bestätigt.

Ergänzende Erkenntnisse konnten insbesondere zu den Festgesteinsbereichen im Untergrund gewonnen werden, da die 2014 angewandte Kleinbohrtechnik diese Bereiche nicht erschließen konnte.

Aus geologischer Sicht kann zusammenfassend folgende Einschätzung gegeben werden:

- Oberflächennah stehen bindige Böden aus tonig-schluffigem Substrat mit humosen Anteilen (z. T. als Auffüllungen mit Fremdbestandteilen) an.
- Unterlagert wird die Bodenzone durch tonige und schluffige Sedimente. Beigemengt sind kleinere Tonund Schluffsteinstücke, seltener Sandstein-Bruchstücke. Entgegen den Annahmen aus /1/, in denen die
 Schichten oberhalb des Festgesteins als bindige Abschlämmmassen und Gehängeschutt bezeichnet wurden, wird nunmehr nach den Bohrergebnissen davon ausgegangen, dass es sich um Verwitterungsmaterial des primären Ton- und Schluffsteins des Buntsandsteins handelt.
- Sandsteinbruchstücke in tonig-schluffigem Substrat traten weniger im Südteil des Gebietes (GWM 10, GWM 14) und vermehrt im Nordteil (GWM 12, GWM 13) auf.
- Die Bohrung GWM 11 an der NW-Ecke des B-Plan-Gebietes zeigte als einzige kompaktes unverwittertes Festgestein ab 3,5 m unter Gelände. Aus den Spülproben ist auf Feinsandstein zu schließen.



Mit den zusätzlich ausgeführten Bohrungen wird das vereinfachte Baugrundmodell aus /1/ im Wesentlichen bestätigt und bezüglich Schichtenfolge 2 präzisiert:

• Schichtenfolge 1: Deckschichten

Schichtenfolge 1.1: Auffüllungen

(Bodengruppen [SE], [SU*], [GU*], [UL], [TL], [TM], [OU], A,

maßgebend Bodenklasse 4, lokal 3, z. T. 5 (je nach Bauschuttanteil und

Gesteinsbruchstücken), baubegleitend zu präzisieren)

• Schichtenfolge 1.2: Mutterboden

(Bodengruppe OU, Bodenklasse 4)

• Schichtenfolge 2: Verwitterungszone

(Bodengruppen UL, TL, TM, lokal GU*, Bodenklasse 4, z. T. 5)

• Schichtenfolge 3: Sandstein, z. T. verwittert

(Bodengruppe in Anlehnung an DIN 18 196: z. T. UL,

Bodenklasse in Anlehnung an DIN 18 300: z. T. 4)

3.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Die Ergebnisse der Bohrungen bestätigen die Einstufung der angetroffenen Schichten als Grundwasserhemmer. Am Standort ist kein Grundwasserleiter im eigentlichen Sinne ausgebildet. Die vorhandenen bindigen und gemischtkörnigen Materialien fungieren als Wasserstauer (Grundwasserhemmer). Sowohl die bindigen Verwitterungssedimente als auch die in bindiger Matrix bestehenden Gesteinsbruchstücke sind grundwasserhemmend. Die Sandstein-Bruchstücke stellen vermutlich im großen Teilen des Gebietes aufgrund der umlagernden bindigen Matrix keinen zusammenhängenden Grundwasserleiter dar. Auch im tieferen Untergrund ist im Wesentlichen mit grundwasserhemmenden Schichten zu rechnen.

Etwas bessere Durchlässigkeiten sind im nordwestlichen Bereich (GWM 11) zu erwarten, da hier kompakter Sandstein erbohrt wurde. Bei der Spülbohrung wurden Spülungsverluste verzeichnet, die auf eine bessere Durchlässigkeit bzw. auf eine Klüftigkeit des Gesteins hinweisen.

Die im Bohrprozess bzw. nach Fertigstellung festgestellten Grundwasserstände liegen insbesondere im nördlichen Teil relativ weit unter Geländeniveau (um 6 m u. GOK).



4 Ergänzende hydrogeologische Bewertung

4.1 Auswertung der Stichtagsmessungen

Zur Ermittlung des Grundwasserschwankungsverhaltens liegen für zwei Messstellen Messungen für den Zeitraum 06/2014 bis 05 bzw. 04/2018 vor. Für die im Juni 2015 errichteten ergänzenden fünf GWM liegen Stichtagsmessungen zwischen 06/2015 und 04/2018 vor. An vier dieser Messstellen wurden die Wasserstände seit 07/2015 zusätzlich kontinuierlich mittels Datenlogger erfasst.

Anzahl und Umfang der durchgeführten Messungen sind für die zum derzeitigen Planungsstand (B-Plan) erforderliche Bewertung des zu erwartenden Schwankungsbereiches ausreichend, da insbesondere durch die Verlängerung der Messreihe bis April 2018 sowohl Messungen für Trocken- als auch für Feuchtzeiträume vorliegen. Für statistische Auswertungen und eine Bewertung möglicher Extremereignisse ist die Datengrundlage zwar weiterhin nicht umfassend genug, dieses ist jedoch in der aktuellen Planungsphase nicht erforderlich.

In Tabelle 4-1 und Tabelle 4-2 sind alle Ergebnisse der bislang an den GWM erfolgten Stichtagsmessungen der Wasserstände (Messungen mittels Lichtlot) zusammengestellt (ohne Datenloggerdaten).

Tabelle 4-1: Zusammenstellung der Messwerte der GW-Stände (m u. ROK / Messpunkt)

	GWM 1		GWM 4	GWM 9	GWM 10	GWM 11		GWM 12	GWM 13	GWM 14
		in m unter ROK								
Höhe ROK in m NHN	256,76		257,65	259,23	257,03	256,52		257,81	259,74	259,56
Datum										
02.06.2014			3,75	1,91						
03.06.2014			3,97	1,91						
12.06.2014			2,77	1,85						
27.06.2014			3,59	2,07						
25.07.2014			2,84	1,88						
30.07.2014			1,24	1,17						
05.08.2014			0,83	1,33						
03.09.2014			4,00	1,67						
29.09.2014			3,21	1,48						
30.10.2014			3,06	1,69						
04.05.2015			3,56	1,87						
09.06.2015	trocken	>	3,92	2,02						
23.06.2015		>	3,92	2,10	3,64	6,19		6,08	3,86	2,08
08.07.2015			3,39	2,06	3,64	6,40		6,27	3,80	2,01
24.07.2015			3,47	2,11	3,58	6,47		6,40	3,92	2,09
31.07.2015			3,90	2,15	3,73	6,71		6,47	4,04	2,30
07.09.2015		>	3,92	2,12	3,62	6,43		6,77	4,12	2,29
18.11.2015		>	3,92	2,19	3,69	6,46	>	6,81	4,76	2,39
21.01.2016		>	3,83	2,17	3,54	5,83	>	6,82	5,00	2,20
26.02.2016			3,42	1,89	3,22	5,01	>	6,82	4,15	1,56
05.05.2017		L	trocken	2,07	3,52	-		trocken	5,12	2,00
06.09.2017		>	3,78	defekt	3,32	5,82		5,24	2,97	1,58
18.04.2018			defekt	defekt	2,97	3,84		4,47	2,28	0,98



Tabelle 4-2: Zusammenstellung der Messwerte der GW-Stände (m NHN)

	GWM 1		GWM 4	GWM 9	GWM 10	GWM 11		GWM 12	GWM 13	GWM 14
	in m NHN									
Höhe ROK	256,76		257,65	259,23	257,03	256,52		257,81	259,74	259,56
Datum										
02.06.2014	<253,86		253,90	257,32						
03.06.2014	<253,86		253,68	257,32						
12.06.2014	<253,86		254,88	257,38						
27.06.2014	<253,86		254,06	257,16						
25.07.2014	<253,86		254,81	257,35						
30.07.2014	<253,86		256,41	258,06						
05.08.2014	<253,86		256,82	257,90						
03.09.2014	<253,86		253,65	257,56						
29.09.2014	<253,86		254,44	257,75						
30.10.2014	<253,86		254,59	257,54						
04.05.2015	<253,86		254,09	257,36						
09.06.2015	<253,86	<	253,73	257,21						
23.06.2015	<253,86	<	253,73	257,13	253,39	250,33		251,73	255,88	257,48
08.07.2015	<253,86		254,26	257,17	253,39	250,12		251,54	255,94	257,55
24.07.2015	<253,86		254,18	257,12	253,45	250,05		251,41	255,82	257,47
31.07.2015	<253,86		253,75	257,08	253,30	249,81		251,34	255,70	257,26
07.09.2015	<253,86	<	253,73	257,11	253,41	250,09		251,04	255,62	257,27
18.11.2015	<253,86	<	253,73	257,04	253,34	250,06	<	251,00	254,98	257,17
21.01.2016	<253,86	<	253,82	257,06	253,49	250,69		250,99	254,74	257,36
26.02.2016	<253,86		254,23	257,34	253,81	251,51	<	250,99	255,59	258,00
05.05.2017	<253,86	<	253,73	257,16	253,51	250,25	<	250,99	254,62	257,56
06.09.2017	<253,87	<	253,73	defekt	253,71	250,70		252,57	256,77	257,98
18.04.2018	<253,86		defekt	defekt	254,06	252,68		253,34	257,46	258,58

Aus den Stichtagsmessungen lassen sich vorläufige Kenngrößen ermitteln (Tabelle 4-3), die trotz der zeitlich begrenzten Datenlage Aussagen zum generellen Schwankungsverhalten des Grundwassers zulassen. Zur Verbesserung der Aussagequalität zum Schwankungsverhalten wurden die Extremwerte der Datenloggeraufzeichnungen, die nicht durch die Stichtagsmessungen erfasst wurden, mitberücksichtigt.

Die ermittelten Schwankungen des Wasserspiegels liegen in den GWM zwischen ca. 1,0 und 4,7 m.

Tabelle 4-3: Kenngrößen der GW-Stände (m NHN) des Zeitraums 06/2014 bzw. 06/2015 bis 04/2018

	J		,					
	GWM 1	GWM 4	GWM 9	GWM 10*	GWM 11*	GWM 12	GWM 13*	GWM 14*
	in m NHN							
Min	-	253,65	257,04	253,06	249,55	250,99	254,02	256,57
Max	-	256,82	258,06	254,54	254,25	253,34	257,94	259,14
Median	-	254,07	257,32	253,55	250,65	251,34	255,50	257,45
Mittelwert	-	254,33	257,34	253,53	250,47	251,54	255,43	257,31
Schwankung [m]	-	3,17	1,02	1,48	4,70	>1,58	3,92	2,57

^{*} Für die Auswertung der GWM 10, 11, 13 und 14 wurden die Messungen der Datenlogger mit einbezogen.

Als Besonderheit ist anzumerken, dass der an der GWM 4 ermittelte Schwankungsbereich von 3,17 m mit hoher Wahrscheinlichkeit aus oberirdischen Zusickereffekten am Rohr des nicht abgedichteten Rammpegels resultiert und somit nicht repräsentativ für das tatsächliche Umfeld der GWM ist.



Die zeitliche Entwicklung der Wasserstände in den beiden im Sommer 2014 errichteten GWM 4 und GWM 9 und der später errichteten GWM 12 (Rammpegel ohne Datenlogger) ist in Abbildung 4-1 dargestellt. Zur besseren Einordnung wurde der in Tabelle 4-3 berechnete Median ebenfalls abgebildet.

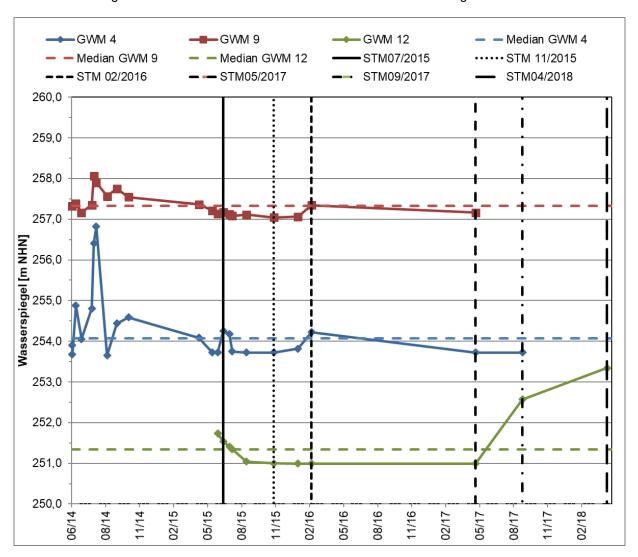


Abbildung 4-1: Grundwasserganglinien der GWM 4, 9 und 12 1

Bedingt durch den relativ niederschlagsarmen Winter 2014 - 2016 und z.T. trockene Frühjahre waren die Grundwasserstände gegenüber der Erstdarstellung im Gutachten /1/ bis zum Jahr 2017 weiter abgesunken. Insbesondere nach Starkniederschlägen im Sommer (bspw. Juli 2015) konnte ein Anstieg des Wasserspiegels besonders an GWM 4 (> 53 cm) festgestellt werden, wobei hier oberirdische Zusickereffekte am GWM-Rohr (Rammpegel ohne Tondichtung) als Ursache anzunehmen sind und damit eine Verfälschung der dort gemessenen GW-Stände möglich ist. Bestätigt wird die Vermutung darin, dass alle anderen GWM keine oder vergleichsweise nur geringe Anstiege nach den Starkniederschlägen zeigten (0 bis 21 cm). Nach den hohen Winterniederschlägen Im Winter 2017/2018 war ein deutlicher Anstieg in allen Grundwassermessstellen zu verzeichnen.

Aufgrund der Datenloggeraufzeichnungen ab Mitte 2016 an den GWM 10, 11, 13 und 14 erfolgen Aussagen zu diesen Messstellen im nachfolgenden Kap. 4.2.

17-005_Wernigerode_HyGA_GWM_Küchengarten_v2b -30. April 2018

¹ Die GWM 4 wurde bei der STM im April 2018 defekt vorgefunden. Die GWM 9 wurde seit Sept. 2017 nicht aufgefunden.



4.2 Auswertung der Datenloggermessungen

Im Rahmen der Errichtung der neuen Grundwassermessstellen erfolgte der Einbau von Drucksonden mit automatischer Datenaufzeichnung zur kontinuierlichen Erfassung der Wasserstände in den GWM 10, GWM 11, GWM 13 und GWM 14. Diese erfassen den Wasserstand mehrmals täglich und bilden das Schwankungsverhalten deutlich detaillierter ab, als dies im Rahmen von Stichtagsmessungen möglich ist. Die Ergebnisse der Messungen sind in Abbildung 4-2 grafisch aufbereitet. Neben den Ganglinien sind die Geländehöhen im Umfeld der jeweiligen GWM sowie die Stichtagsmessungen mit im Diagramm dargestellt.

Zum Vergleich sind zusätzlich die Niederschlagshöhen der Station Wernigerode des Deutschen Wetterdienstes (DWD) mit dargestellt.

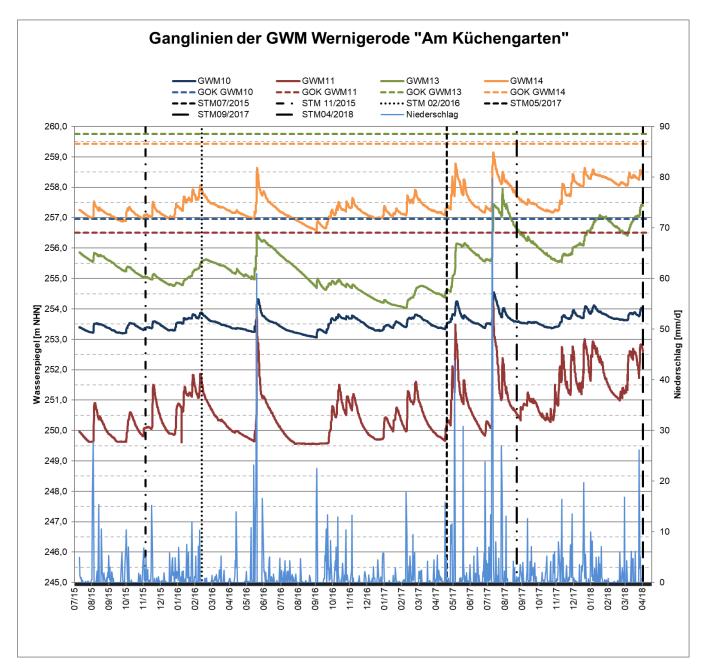


Abbildung 4-2: Grundwasserganglinien der mit Datenloggern ausgestatteten GWM



Die Ganglinien zeigen grundsätzlich relativ schnelle Anstiege der Wasserstände nach stärkeren Niederschlagsereignissen, die jeweils von einem langsamen Absinken gefolgt werden. Dies wird besonders deutlich bei den Ereignissen im Mai 2016 und Mai und Juli 2017. Im Winter 2017/2018 stiegen die Wasserspiegel an allen GWM insgesamt deutlich an. Dies ist durch relativ konstante und häufige Niederschläge und geringe Verdunstungsraten im Winter bedingt gewesen.

Die schnellen Anstiege und das anschließende langsame Absinken der Wasserspiegel haben ihre Ursache in der geringen Durchlässigkeit der Schichten, welche ein zügiges Ableiten des anfallenden Niederschlagswassers verzögern. Die Amplituden variieren zwischen den einzelnen GWM deutlich. Während die niederschlagsbedingten Anstiege an den meisten Messstellen zwischen 0,2 und 1,5 m betragen, treten an der GWM 11 Anstiege um bis über 4 m auf. An der GWM 11 steht klüftiges Festgestein an, welches bei Niederschlägen eine verstärkte Zusickerung erhält. Im Pumpversuch nach Errichtung der GWM wurden hier deutlich höhere Zuflussraten ermittelt, was auf stärker durchlässige Schichten hindeutet.

Die GWM 13 weist im Zeitraum 07/2015 bis 01/2016 abweichend zu den anderen drei GWM mit Datenloggern einen stetig abfallenden Trend der Wasserstände, unterbrochen von kurzzeitigen Anstiegen als Folge von Niederschlagsereignissen, auf. Im Jahr 2016 zeigt die GWM einen deutlich stärker sinkenden Wasserstand, als die anderen Messstellen. Aufgrund der an GWM 13 sehr geringen Durchlässigkeiten der Schichten und damit nahezu fehlenden Anbindung an einen Grundwasserleiter sinken die Aufhöhungen des Wasserspiegels nach Niederschlagsereignissen erst langsam in den folgenden Monaten ab. Dies wird insbesondere nach den Ereignissen im April 2015 und Juli 2017 deutlich.

Auch zu Beginn der Messungen fielen der in Relation zu den umliegenden GWM ungewöhnlich hohe Wasserspiegel an der GWM 13 auf (siehe Anlage 2.1). Diese bestätigten sich in den Auswertungen der weiteren Messungen nicht mehr (siehe Anlage 2.2 und Anlage 2.3). Es ist davon auszugehen, dass aufgrund der Einspeisung von Wasser beim Bohrvorgang (Spülbohrung) sowie zum Klarpumpen eine Aufhöhung des Wasserspiegels im Umfeld der Messstelle erzeugt wurde und diese aufgrund der schlechten Anbindung an den Grundwasserleiter nur langsam auf das natürliche Niveau absank.

4.3 Auswertung der Grundwasserströmungsverhältnisse / Grundwassergleichenpläne

Zur Auswertung der Grundwasserfließrichtung und der Wasserstände im Untersuchungsgebiet wurden ausgehend von verschiedenen Stichtagsmessungen Grundwassergleichenpläne für verschiedene hydrologische Verhältnisse erstellt.

- Die erste Stichtagsmessung unter Einbeziehung der 2015 neu errichteten GWM fand am 08.07.2015 statt (Grundwassergleichenplan - siehe Anlage 2.1). Die Messwerte lassen sich nach derzeitigem Kenntnisstand etwa einem mittleren Wasserspiegel zuordnen. Als Besonderheit ist die GWM 13 mit einem erhöhten Wasserspiegel (deutlich über Mittelwasser) zu erwähnen.
- Die weitere grafisch ausgewertete Stichtagsmessung vom 18.11.2015 erfasst etwa mittlere Wasserspiegelverhältnisse (siehe Anlage 2.2).
- Die Stichtagsmessung vom 26.02.2016 zeigt nach den Winterniederschlägen wieder angestiegene Wasserspiegel, die als erhöhte, aber nicht als sehr hohe Wasserspiegellage einzuordnen sind (siehe Anlage 2.3).



- Mit der Stichtagsmessung vom 05.05.2017 wurden Wasserspiegel gegen Ende einer absinkenden hydrologischen Phase vor einem stärkeren niederschlagsbedingten Anstieg erfasst. Die sich zu diesem Zeitpunkt einstellenden Wasserstände liegen dabei etwa bei mittleren Verhältnissen, wobei GWM 13 deutlich unter Mittelwasser und GWM 14 über Mittelwasser lagen (siehe Anlage 2.4).
- Die Stichtagsmessung vom 06.09.2017 erfasste erh\u00f6hte Wasserspiegel. Die Werte erfassen zwar nicht die sehr hohen Wasserspiegel unmittelbar nach den Starkniederschl\u00e4gen Ende Juli, jedoch sind die Folgen noch in erh\u00f6hten Grundwasserst\u00e4nden feststellbar (Anlage 2.5).
- Am 18.04.2018 fand die Stichtagsmessung zu hohen Wasserspiegeln statt. Der Messung ist eine Phase langsam ansteigender Wasserspiegel im Winterhalbjahr voraus gegangen. Das Winterhalbjahr 2017/2018 zeigte die insgesamt höchsten Wasserspiegel über einen längeren Zeitraum seit Beginn der Messungen am Küchengarten (Anlage 2.6).

Da die Stichtagsmessungen die maximalen und minimalen Wasserspiegellagen nicht unmittelbar abbilden können, wurden ergänzend die Maxima und Minima aus den Datenloggeraufzeichnungen ausgewertet und für diese Zeitpunkte Grundwassergleichenpläne erstellt. Hierfür stellen jedoch nur die vier GWM mit Datenlogger die Grundlage dar.

- Die maximalen Wasserstände werden mit dem Stichtag 27.07.2017 nach außergewöhnlich starken Niederschlägen ermittelt (siehe Anlage 2.7). Hieraus resultierte ein deutlicher, aber nur kurz andauernder Anstieg der Wasserspiegel (siehe Abbildung 4-2).
- Für die minimalen Wasserstände wurde der Stichtag 15.09.2016, der sich am Ende einer längeren Trockenphase befindet, ermittelt (siehe Anlage 2.8). Als Besonderheit ist für die GWM 13 festzustellen, dass hier in der Folgezeit der Wasserspiegel tendenziell noch weiter abgesunken (Minimum im Winter 2017, siehe Abbildung 4-2).

Grundsätzlich ist einzuschätzen, dass es sich im Plangebiet um eine Wasserführung in grundwasserhemmenden Schichten (bei entsprechend geringer Durchlässigkeit entsprechend des kf-Wertes) handelt. Aus den versickernden Niederschlägen im Einzugsgebiet ergibt sich auch in diesen Schichten eine mehr oder weniger durchgängige "Grundwasser"führung, die sich in den ermittelten Wasserständen (Potenzialhöhen) zeigt. Die im südlich angrenzenden Einzugsgebiet und auf der Standortfläche versickernden Niederschlagswässer durchsickern die gering durchlässigen Schichten und bilden entsprechend der Geländemorphologie ein Potenzialgefälle der Wasserspiegellagen von Süden / Südosten nach Norden / Nordwesten. Insofern kann hierfür die Bezeichnung "Grundwasser in gering durchlässigen Schichten" gewählt werden. Aufgrund unterschiedlicher Durchlässigkeiten des Grundwasserhemmers sind jedoch auch bereichsweise stark schwankende Potenziale und ggf. eine lokal fehlende Wasserführung festzustellen. Das generelle Potenzialgefälle von Süden / Südosten nach Norden / Nordwesten hat sich bestätigt.

Die Auswertung der nach dem Ausbau der GWM ausgeführten Klarpumpversuche der Bohrfirma zeigt für die GWM im Allgemeinen sehr langsame Wiederanstiegsphasen (> 1 h, in 1 h nur 1,5 bis 4 m wieder angestiegen). Diese Ergebnisse bestätigen die Vermutung der sehr geringen Durchlässigkeit des Untergrundes. Die Klarpumpversuche wurden teilweise durch Zugabe von Wasser ausgeführt, da für das Klarpumpen nicht ausreichend Grundwasser nachströmte. Einzig an GWM 11 erfolgte ein etwas schnellerer Wiederanstieg (in 10 min



nahezu vollständig wieder angestiegen), woraus auf etwas höhere Durchlässigkeiten im Nordwestteil des B-Plan-Gebietes geschlossen werden kann. An GWM 11 ist jedoch zu beachten, dass Spülverluste während der Bohrung auftraten, die beim Pumpversuch anteilig rückgefördert wurden.

Die Dokumentation der Bohrfirma für die Klarpumpversuche ist als Anlage 6 beigefügt.

5 Gesamtbewertung und Schlussfolgerung für geplante Bebauung

Die hydrogeologischen Untersuchungen wurden aufgrund der besonderen Standortverhältnisse bereits im Rahmen der Aufstellung des B-Planes frühzeitig umfassend angelegt, um eine Planungssicherung für die Baumaßnahmen und Vorsorge zur Vermeidung von Bauschäden zu erzielen. Insofern ist festzuhalten, dass das hydrogeologische Gutachten /1/ in Verbindung mit der hier vorliegenden Ergänzung und Fortschreibung des Gutachtens bis 09/2017 eine Aussagegenauigkeit zulässt, die weit über das übliche zum B-Plan erforderliche Niveau hinaus geht.

Durch die gewählte Anpassung der Planung der Tiefgarage mit einem schräg nach Norden einfallendem Basisniveau wurde den hydrogeologischen Gegebenheiten am Standort mit einem Grundwassergefälle von Süden / Südosten nach Norden / Nordwesten weitestgehend Rechnung getragen (vorläufig gewählter Planungsansatz: abfallendes Sohlniveau von 258,0 m NHN im Süden auf 255,3 m NHN im Norden, siehe Anlage 3 und Anlage 4.4 in /1/).

Daraus können folgende Bewertungen für die verschiedenen hydrologischen Verhältnisse getroffen werden:

- Bei niedrigen Wasserspiegeln liegen die Grundwasserstände vollständig unterhalb des Tiefgaragenniveaus, so dass sich hieraus keinerlei Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel ergeben (siehe Grundwassergleichenpläne in Anlage 2.2 / Anlage 2.7 und Schnittdarstellung in Anlage 3).
- Bei mittleren bis hohen Wasserständen ist aufgrund der schlecht durchlässigen Schichten ein Anstieg des von Süden her zusickernden Grundwassers auf ein Niveau oberhalb der Tiefgaragensohle möglich (siehe Grundwassergleichenpläne in Anlage 2.3 / Anlage 2.4 / Anlage 2.5). Hierbei stellen sich bei diesen Wasserspiegellagen nur an der Nordostecke der Tiefgarage Wasserstände oberhalb des vorläufigen Sohlniveaus der Tiefgarage ein, d. h. bei mittleren Verhältnissen schneidet ausschließlich der nordöstliche Randbereich den Grundwasserspiegel (siehe o. g. Anlagen). Im Südteil des B-Plan-Gebietes bestehen zwar höhere Grundwasserspiegel, hier liegt die Tiefgaragensohle jedoch aufgrund der geplanten Geländeauffüllung oberhalb des Grundwasserspiegels (siehe Schnittdarstellung in Anlage 3).
- Bei sehr hohen Wasserständen (nach längeren und stärkeren Niederschlagszeiträumen) sind demgegenüber höhere Grundwasserspiegel zu erwarten, die das Sohlniveau der Tiefgarage in weiteren Bereichen überschreiten (sieh Grundwassergleichenpläne in Anlage 2.6 und Anlage 2.8). Die Wasserspiegelanstiege stellen sich nach den Niederschlagsereignissen schnell und deutlich ein, es ist jedoch zumeist ein zügiger Rückgang festzustellen, so dass nach wenigen Tagen nur noch die o. g. nordöstlichen Teilbereiche der Tiefgarage betroffen sind (wie bei mittleren bis hohen Wasserständen).



Aus planerischer Sicht sind aus den angetroffenen Grundwasserständen folgende Schlussfolgerungen zu treffen:

- Der Bauherr hat Vorsorge zum Schutz des Bauwerks gegen Vernässungen zu treffen. Gemäß aktueller DIN 18533 ²⁾ "Abdichtung von erdberührten Bauteilen", Teil 1 "Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze", Abschnitt 5.1 (Ausgabe Juli 2017) ist für das Bauwerk eine Einstufung in die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E "mäßige Einwirkung von drückendem Wasser" zutreffend, nach der die erdberührten Bauteile gegen eine mäßige Druckeinwirkung von Stau-, Schichten und Grundwasser (Wasserdruck ≤ 3 m) zu schützen sind.
- Unter Berücksichtigung der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E wäre bei Ausführung einer abgedichteten Bauweise nach Abschnitt 8.6.1 der DIN 18533 Teil 1 (Ausgabe Juli 2017) eine Dränierung des Baugrunds bis unterhalb des Niveaus der Tiefgaragensohle prinzipiell nicht erforderlich. Die Wahl des Abdichtungssystems obliegt dem Bauherrn.
- Die in /1/ empfohlene Dränierung der Tiefgarage (Ringdränage mit Ableitung in den Kanalschacht Walter-Rathenau-Straße - Darstellung in Abbildung 5-1 und Schnitt in Anlage 3) dient der zusätzlichen Sicherheit des Bauwerks zur Vermeidung bzw. Verminderung von drückendem Wasser an der Bauwerkswand.
- Da aufgrund der Tiefenlage des Kanals die Möglichkeit zur Ableitung der Dränagewässer gegeben ist, wurde diese Variante in /1/ hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel im Umfeld näher untersucht.
- Eine auf Dauer funktionsfähige, Stauwasser zuverlässig vermeidende Dränung bis 0,5 m unterhalb der Bauwerkssohle, wie sie für die nächst geringere Wassereinwirkungsklasse auf W1.2-E "Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung" und eine dementsprechende Ausführung der Abdichtung nach Abschnitt 8.5.1 der DIN 18533 Teil 1 (Ausgabe Juli 2017) erforderlich wäre, ist aufgrund der Sohlhöhe des Kanals am Standort und des erforderlichen Gefälles vom Bauwerk zum Kanal nicht zu erreichen.
- Aufgrund der tonig-schluffigen Schichten ist mit sehr geringen Zulaufmengen zu rechnen (überschlägig abgeschätzt 0,01 bis 0,1 l/s, je nach wirksamer Durchlässigkeit des umliegenden Gesteins). Der in Feuchtperioden zu erwartende maximale Wasseranfall in den Dränagen ist damit vernachlässigbar klein gegenüber dem Niederschlagswasseranfall bei Starkregen.
- Hinsichtlich einer ggf. erforderlichen Bauwasserhaltung gilt, dass bei trockenen Verhältnissen keine Wasserhaltung erforderlich ist bzw. nur Schichten- und Niederschlagswasser abgepumpt werden müsste. In Feuchtperioden (bei mittleren bis hohen Grundwasserständen) können geringe Mengen Wasser aus den anstehenden bindigen Schichten zusickern, welche abzupumpen sind (überschlägig < 0,1 l/s /1/, zzgl. temporäre Schichtwasserzuläufe besonders nach Schichtenanschnitt).

_

²⁾ Die neuen DIN-Normen 18531 bis 18535 ersetzen seit Juli 2017 die Normenreihe 18195.



Zur Auswirkungsbewertung bezüglich der umliegenden Bebauung sind folgende Aussagen zu treffen:

- Entscheidend für die Bewertung der Auswirkungen ist, dass im Zuge der innerjährlichen Schwankungen die Grundwasserspiegel regelmäßig und über längere Zeiträume im Jahresverlauf unterhalb des Tiefgaragenniveaus liegen. Auch bei Errichtung einer Dränage auf Sohlniveau der Tiefgarage tritt keine dauerhafte Grundwasserabsenkung ein. Der Baugrund der umliegenden Häuser ist bereits natürlicherweise auf tiefere Grundwasserstände eingestellt, so dass keine Setzungen infolge von temporären Grundwasserstandsabsenkungen zu erwarten sind.
- Die Wirkung der Tiefgaragendränage beschränkt sich auf "Kappung" der Wasserstandsspitzen etwa ab dem Niveau mittlerer Wasserspiegel. Die Reichweite der auf diese Zeiten beschränkten Grundwasserabsenkung ist sehr gering (orientierend berechnete Reichweite der Absenkungen < 10 m, siehe /1/).



Abbildung 5-1: Übersicht der vorgeschlagenen Ringdränagen

Trotz der nicht zu erwartenden Auswirkungen könnte im Sinne einer zusätzlichen Sicherheit zum Schutz der Bebauung planerisch folgender Ansatz berücksichtigt werden:

• Zur Verhinderung oder Minderung von Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel kann die Ringdränage derart angelegt werden, dass ein erhöhtes Ableitungsniveau gewählt wird. D. h. zur Minimierung der (temporären) Grundwasserabsenkungen kann ein Teileinstau in der Dränage zugelassen werden. Das Überleitniveau zum Kanal könnte derart festgelegt werden, dass nur bei hohen Grundwasserständen eine Ableitung erfolgt. Damit könnte sich die Grundwasserabsenkung auf Zeiten hoher Wasserstände



beschränken, so dass potenzielle Auswirkungen auf die umliegende Bebauung ausgeschlossen werden können und gleichzeitig der an der Tiefgaragenwand wirksam werdende Wasserdruck begrenzt wird.

 Ausgehend von den bisherigen Kenntnissen zur Grundwasserstandsentwicklung wird ein Dränageableitniveau um 256,5 m NHN (zwischen 256 und 257 m NHN) vorgeschlagen (ca. 1,2 m über der vorläufig angesetzten Tiefgaragensohle von 255,3 m NHN)

Bezugswasserspiegel Tiefgarage NE-Ecke = GWM 13 + 0,3 m $MW^{3)}$ Tiefgarage = MW GWM 13 (255,5 m NHN) + 0,3 m = 255,8 m NHN zzgl. 0,7 m (0,5 bis 1,0 m) Sicherheitszuschlag für erhöhte Wasserspiegel an GWM 13

Dieser Ansatz basiert auf der grundsätzlichen Empfehlung aus /1/, dass das Dränageniveau oberhalb des mittleren Grundwasserspiegels angelegt werden soll, um die Wirkung der Dränage auf hohe bzw. sehr hohe Grundwasserstände zu begrenzen. Dieses Wasserspiegelniveau wurde im ca. 2,5-jährigen Beobachtungszeitraum nach Starkniederschlägen (06/2016 und 06+07/2017) etwa einen Monat lang und im Winterhalbjahr 2017/2018 ab etwa Dezember bis zum Auslesezeitpunkt 18.04.2018 überschritten. Folglich würde sich die Kappung der Grundwasserstandsspitzen und das Ableiten von Dränagewasser auf Zeiten nach Starkniederschlägen und auf Feuchtzeiträume beschränken.

 Festlegungen zur Ausführung einer Dränage und zu den zu wählenden Ableithöhen sind der weiteren Planung unter Einbeziehung weiterer Erkenntnisse (Baugrund-Hauptuntersuchung, weitere Entwicklung der Grundwasserstände) zu überlassen.

Bezogen auf das Anforderungsniveau im Rahmen des B-Planes wird eingeschätzt, dass mit der ausgeführten Auswirkungsbewertung (Hydrogeologisches Gutachten /1/ und vorliegender Bericht mit Datenbestand 04/2018) die erforderliche Aussage, dass <u>aus dem Vorhaben inkl. der Errichtung der Tiefgarage aus hydrogeologischer Sicht keine nicht beherrschbaren Risiken resultieren, hinreichend untersetzt.</u>

Darüber hinaus erfolgten bereits weiterreichende Bewertungen, die auf der Basis des vorläufigen Planungsansatzes aus den prognostizierten temporären und lokal begrenzten Grundwasserabsenkungen keine negativen Auswirkungen auf die Bebauung erwarten lassen. In Anbetracht der erkundeten Verhältnisse, bei denen
die umliegende Bebauung bereits im Ist-Zustand starken natürlichen Grundwasserspiegelschwankungen unterliegt, stellen die auf Feuchtperioden beschränkten Absenkungen geringer Reichweite keine Gefährdung für
die bestehende Bausubstanz dar.

Weitere Bewertungen sind den nachfolgenden Planungsphasen zu überlassen.

³⁾ MW: Abkürzung für Mittelwasser / mittlerer Wasserspiegel



6 Hinweise und Empfehlungen zur Beweissicherung

Im Zuge der Bauausführung wird eine bauseitige und hydrogeologische Beweissicherung in drei Phasen (vor Beginn, während und nach Abschluss der Baumaßnahme) empfohlen.

<u>Vor Beginn der Baumaßnahme</u> sind der bauliche Zustand und ggf. vorhandene Altschäden der benachbarten Gebäude zu dokumentierten. Folgende Maßnahmen sind hierzu prinzipiell geeignet:

- Foto- oder Videodokumentation
- Risskartierung
- ggf. Setzen von Gipsmarken

Die Beweissicherungsmaßnahmen werden für folgende Gebäude empfohlen (siehe Abbildung 6-1):

- Priorität 1: Lindenalle 18, 22, 24, 26, 28, 30 und Walter-Rathenau-Straße 1, 3, 5, 7
- Priorität 2: Walter-Rathenau-Straße 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22
- Priorität 3: Walter-Rathenau-Straße 24, 26, 28, 30 (nur wenn Dränagen auch im westlichen Teil des Baugebietes vorgesehen werden)



Abbildung 6-1: Umliegende Straßen im Untersuchungsbereich mit Darstellung der Hausnummern



Sofern Anlieger keine Maßnahmen zur Beweissicherung wünschen, ist dies ebenfalls zu dokumentieren, um nachträglichen Forderungen entgegentreten zu können.

Die kontinuierliche Datenerfassung an den vier GWM (Datenlogger) sowie ergänzende Stichtagsmessungen an allen GWM (zu den Auslesezeitpunkten der Datenlogger, etwa halbjährlich) sind weiterzuführen.

Es wird darauf hingewiesen, dass es sich bei den Untersuchungen und Bewertungen in /1/ um eine Baugrundvorerkundung mit orientierenden Aussagen handelt. Für detaillierte Gründungsempfehlungen sind weiterführende Untersuchungen auszuführen und konkrete Schlussfolgerungen für die weitere Planung zu erarbeiten. Hierzu gehört neben der weiteren Baugrunderkundung auch die Weiterführung des hydrogeologischen Gutachtens. Die Ergebnisse aus den bisherigen hydrogeologischen Auswertungen sind vor Beginn der Baumaßnahme unter Einbeziehung des bis dahin erzielten Datenbestandes zu überprüfen und aktualisierte Schlussfolgerungen für die Bauausführung zu ziehen. Für die Errichtung der Tiefgarage und der angrenzenden unterkellerten Gebäude (Bauabschnitte WA 3, 4 und 5) ist eine planungskonkrete Präzisierung der Auswirkungsbewertung als Ergänzung zum hydrogeologischen Gutachten erforderlich. Für die Errichtung unterkellerter Gebäude in den Bauabschnitten WA 1 und 2 sind planungskonkret grundstücksbezogene hydrogeologische Bewertungen auszuführen.

<u>Während der Baumaßnahme</u> sind insbesondere die Wasserstände intensiv zu überwachen, um baubedingte Veränderungen des Grundwasserspiegels feststellen zu können. Sofern eine Bauwasserhaltung erforderlich ist, sind die Pumpzeiten und anfallenden Mengen zu dokumentieren. Insbesondere sind das Auftreten und die Lage von Bereichen mit stärkeren Wasserzuläufen zur Baugrube zu erfassen. Diesbezüglich wird eine hydrogeologische Fachbauüberwachung empfohlen, um die konkrete Situation zu erfassen und vertiefende Bewertungen hinsichtlich potenzieller Auswirkungen auf benachbarte Grundstücke zu ermöglichen.

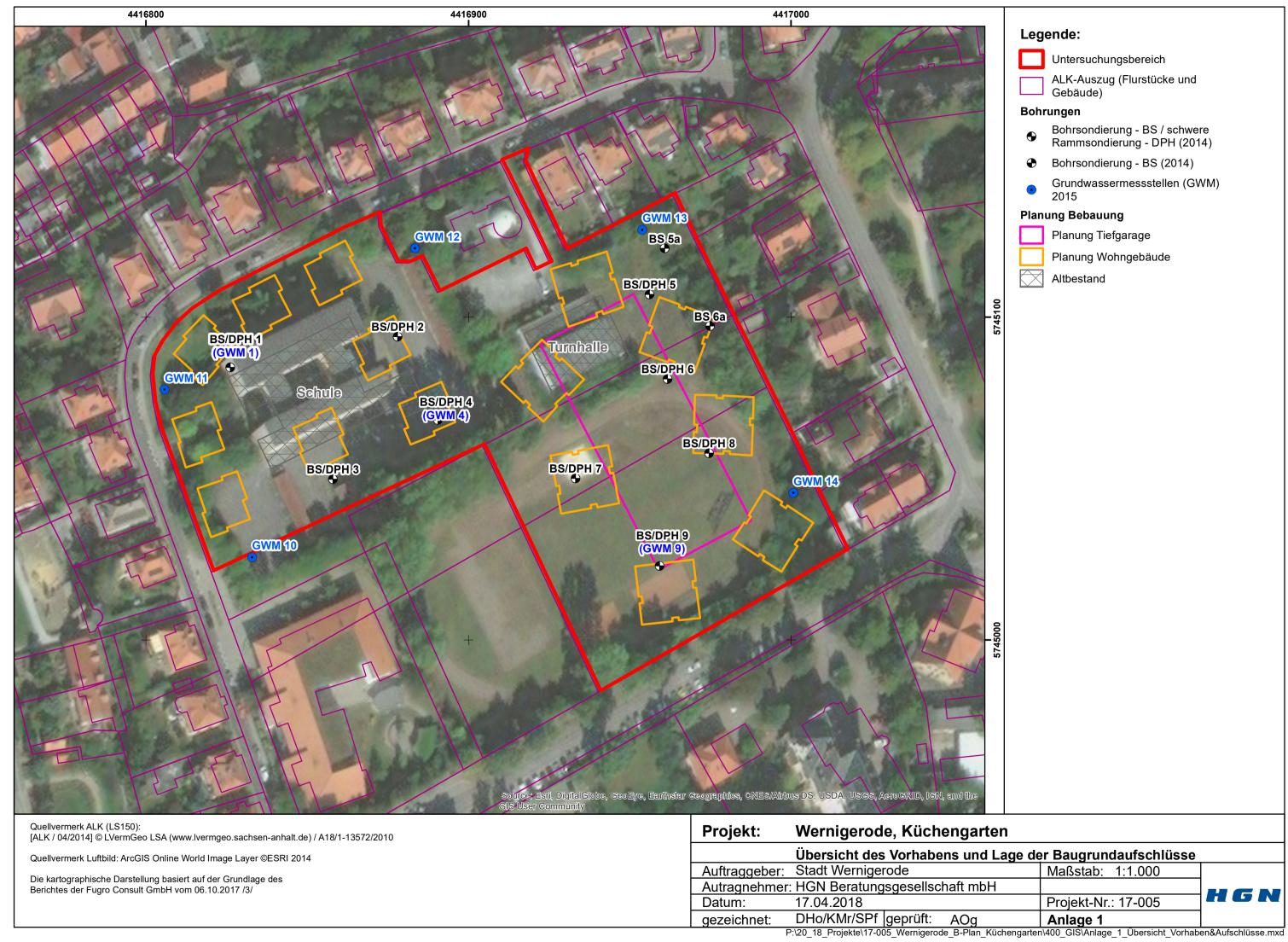
<u>Nach Fertigstellung der Maßnahme</u> sollte die Überwachung ausreichend lang (vorläufiger Ansatz ca. 5 Jahre zur Erfassung möglicher Auswirkungen in Nass- und Trockenzeiträumen) fortgesetzt werden. Neben den Wasserständen der Grundwassermessstellen sollten hierbei Wasserstände in der Dränage am Überleitpunkt zur Regenwasserkanalisation erfasst werden.

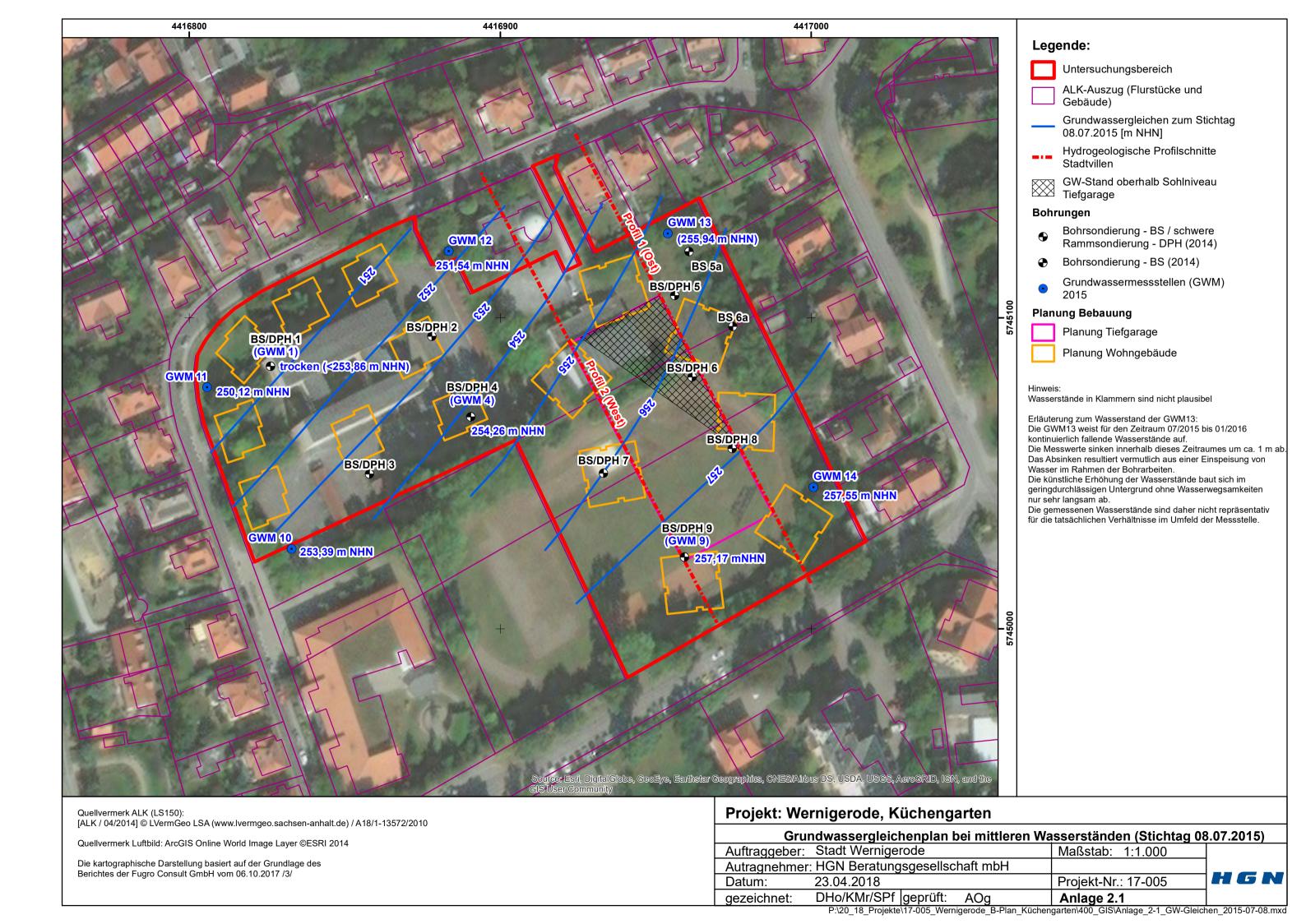
Die Ergebnisse der Beweissicherung sind zu dokumentieren und fachlich zu bewerten.

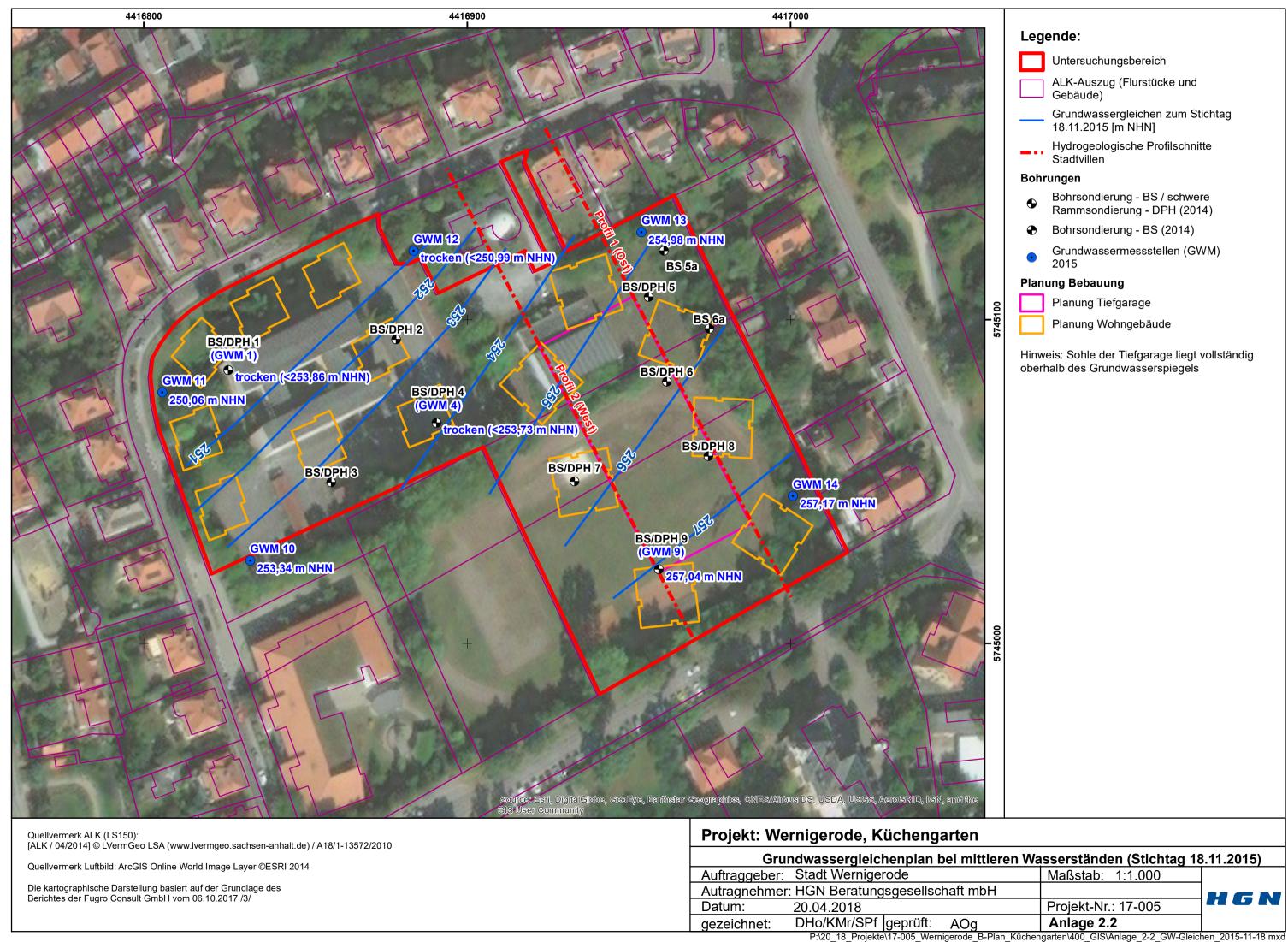


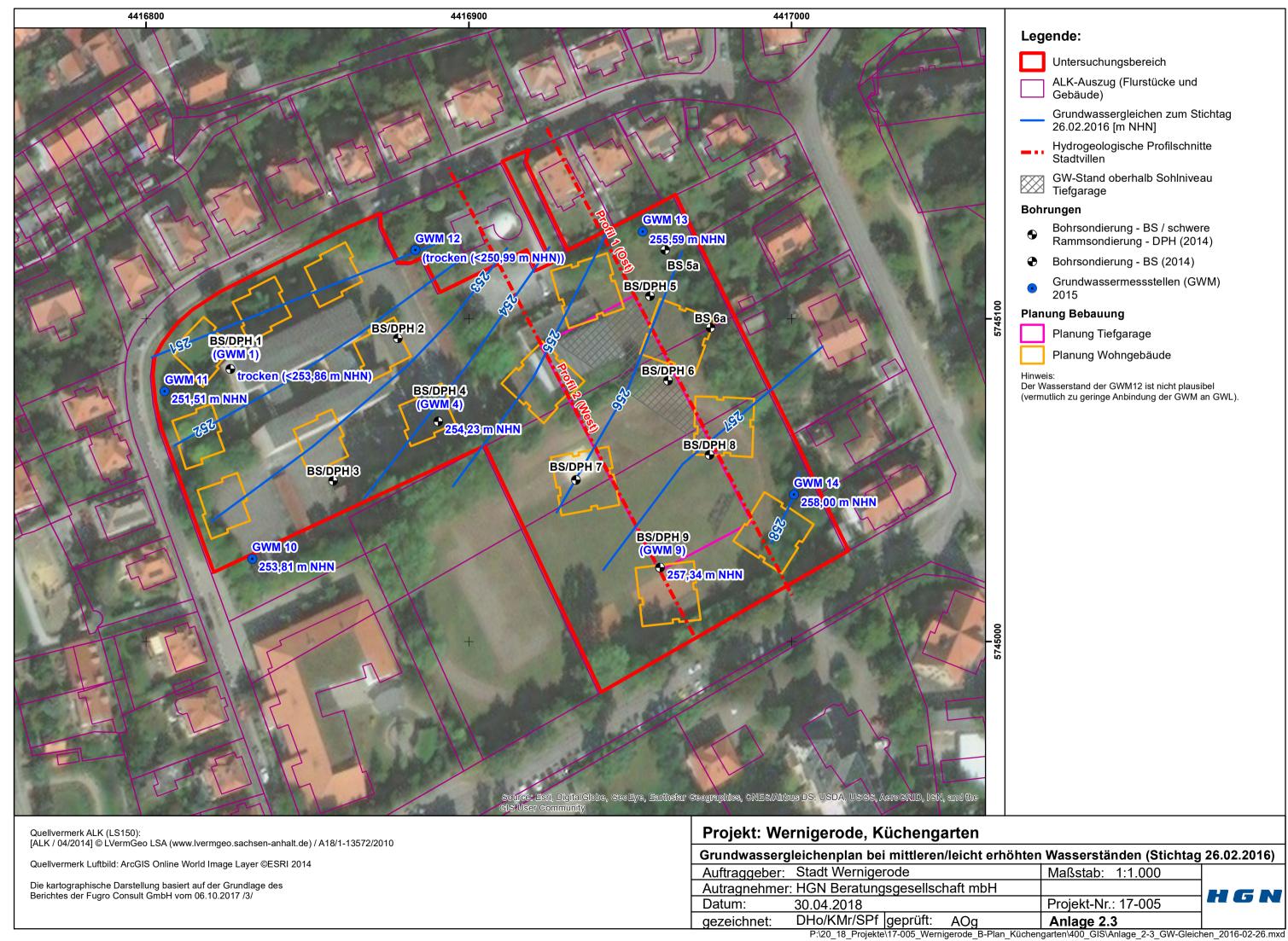
7 Unterlagen und Literatur

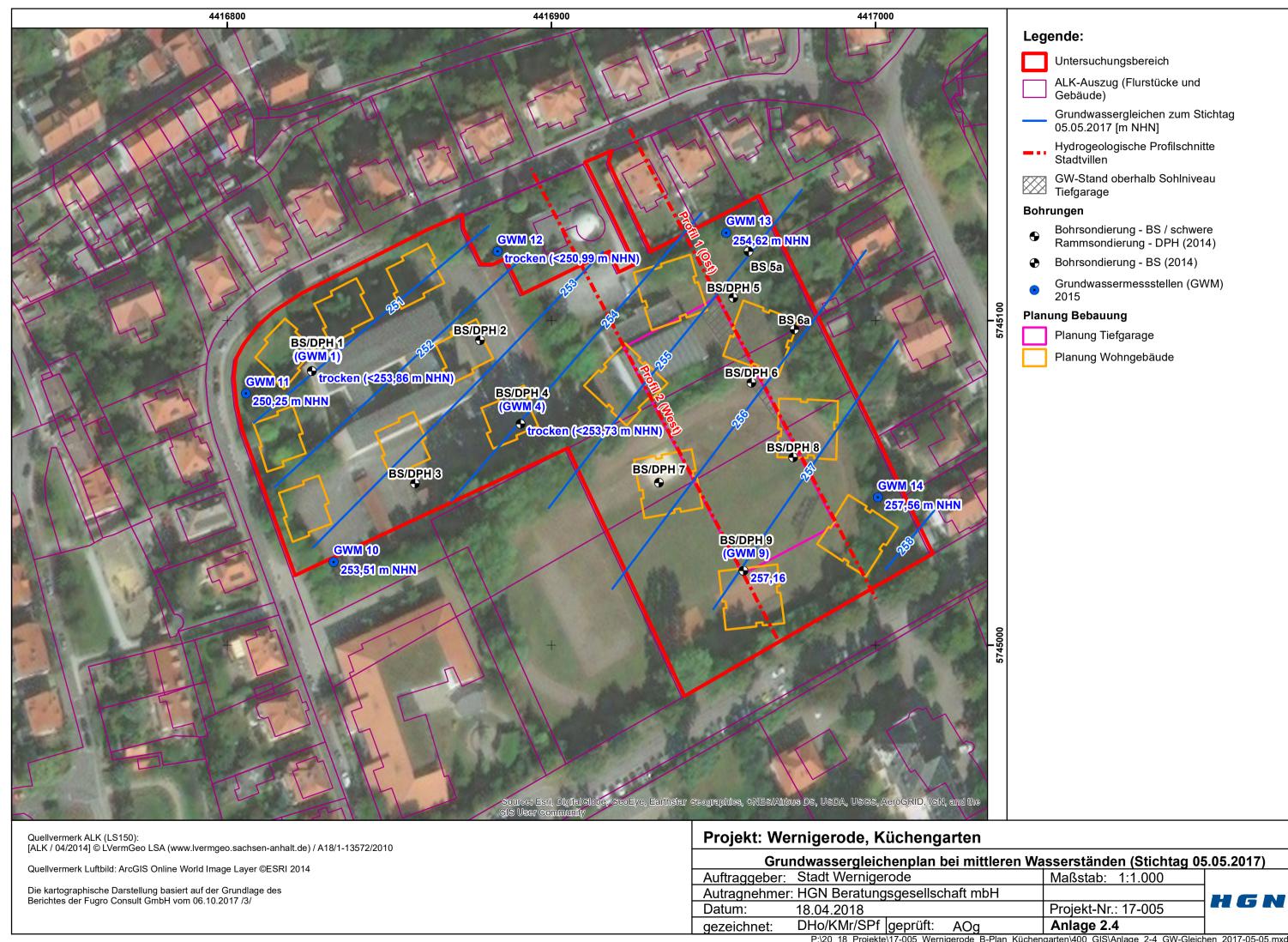
- /1/ Hydrogeologisches Gutachten und Bericht zur Baugrundvorerkundung zum B-Plan Wernigerode "Küchengarten" - Fugro Consult GmbH, 03.11.2014
- /2/ Ergänzung zum hydrogeologischen Gutachten B-Plan Wernigerode "Küchengarten" (Grundwassermessstellen zur Beweissicherung). Fugro Consult GmbH, 10.07.2015
- /3/ Fugro Consult GmbH (2017): Ergänzung zum hydrogeologischen Gutachten B-Plan Wernigerode "Küchengarten" (Grundwassermessstellen zur Beweissicherung) mit Erweiterung / Fortschreibung bis 09/2017, 10.07.2015 / 06.10.2017 (unveröffentlichte Arbeitsversion).

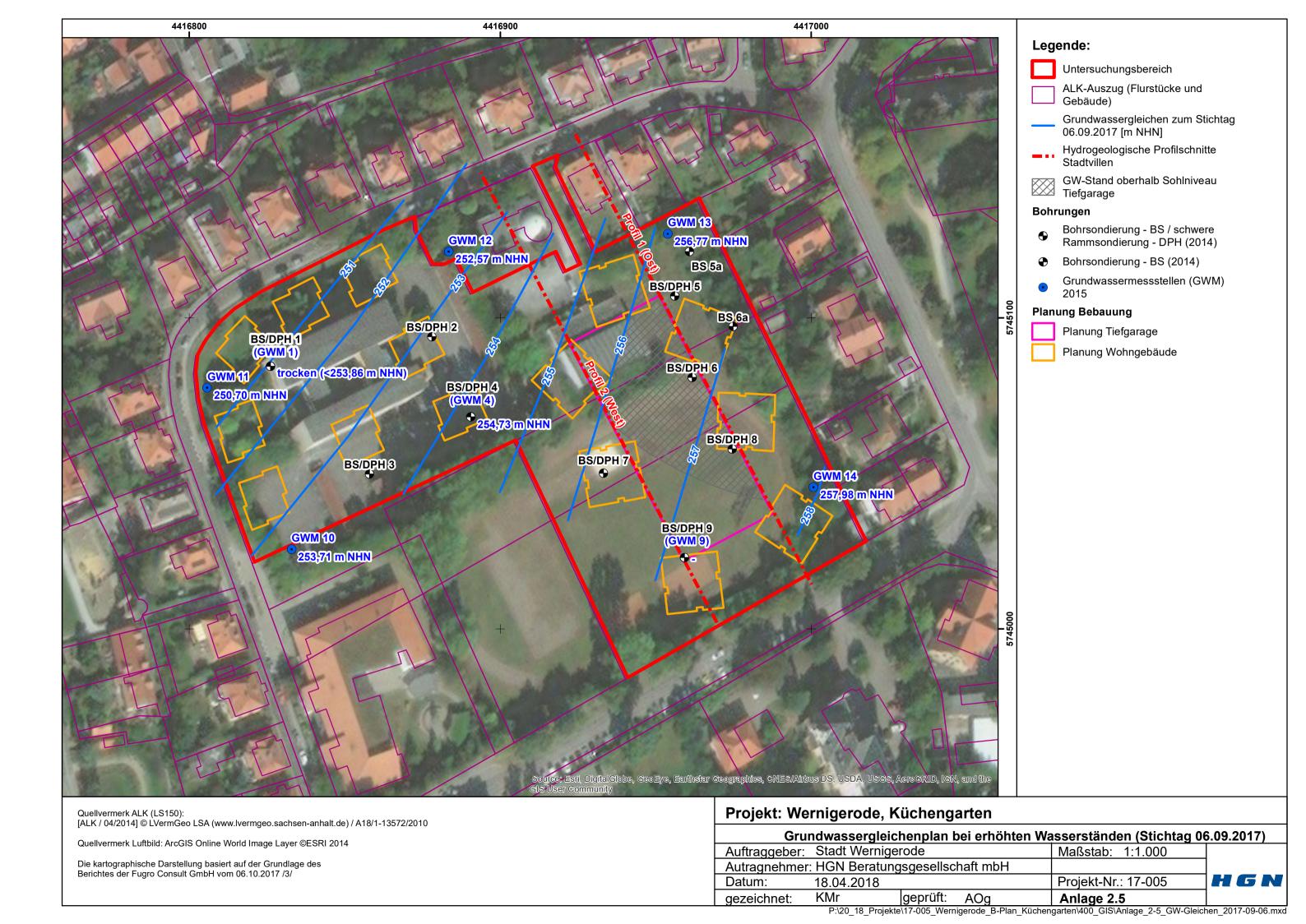


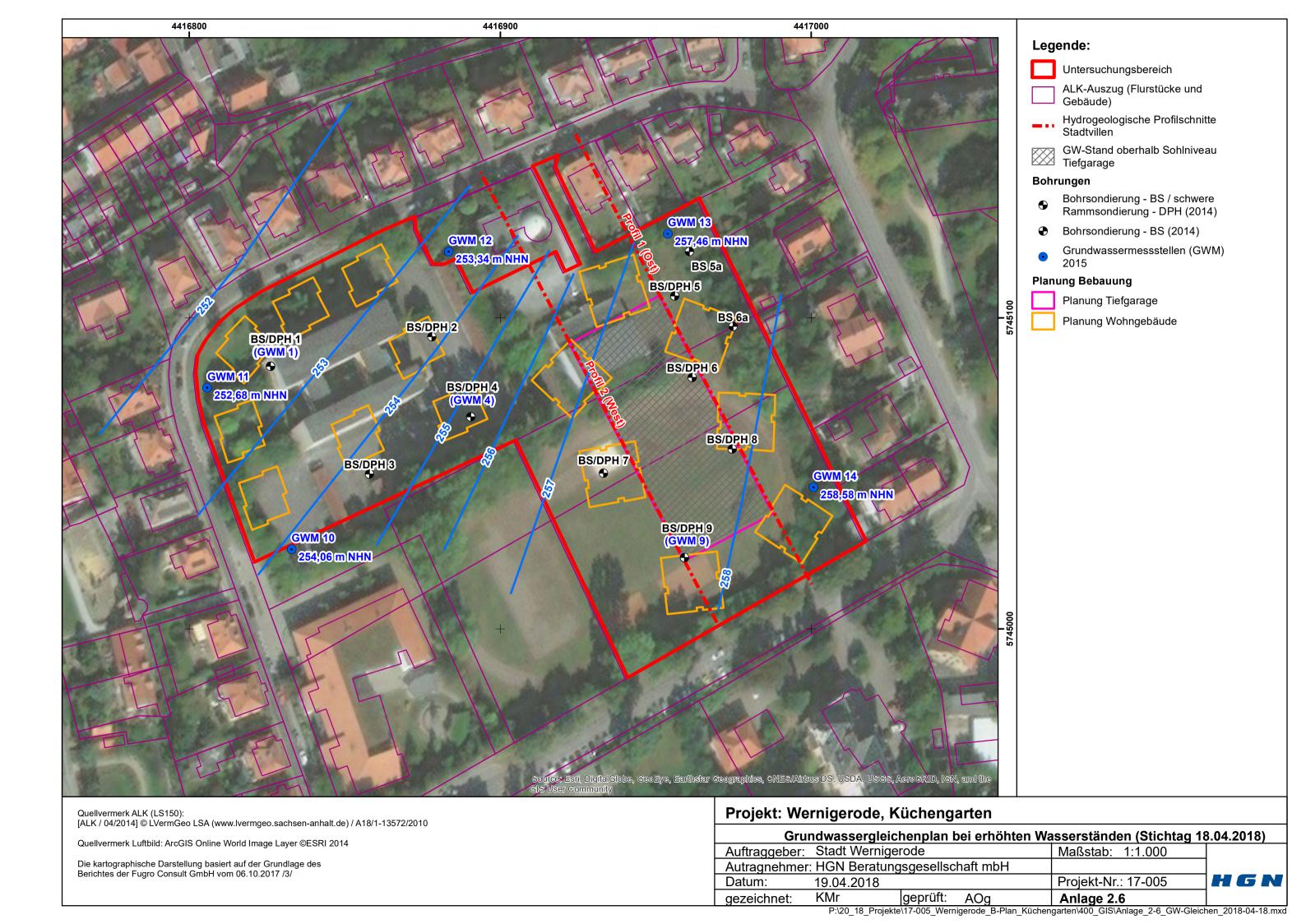


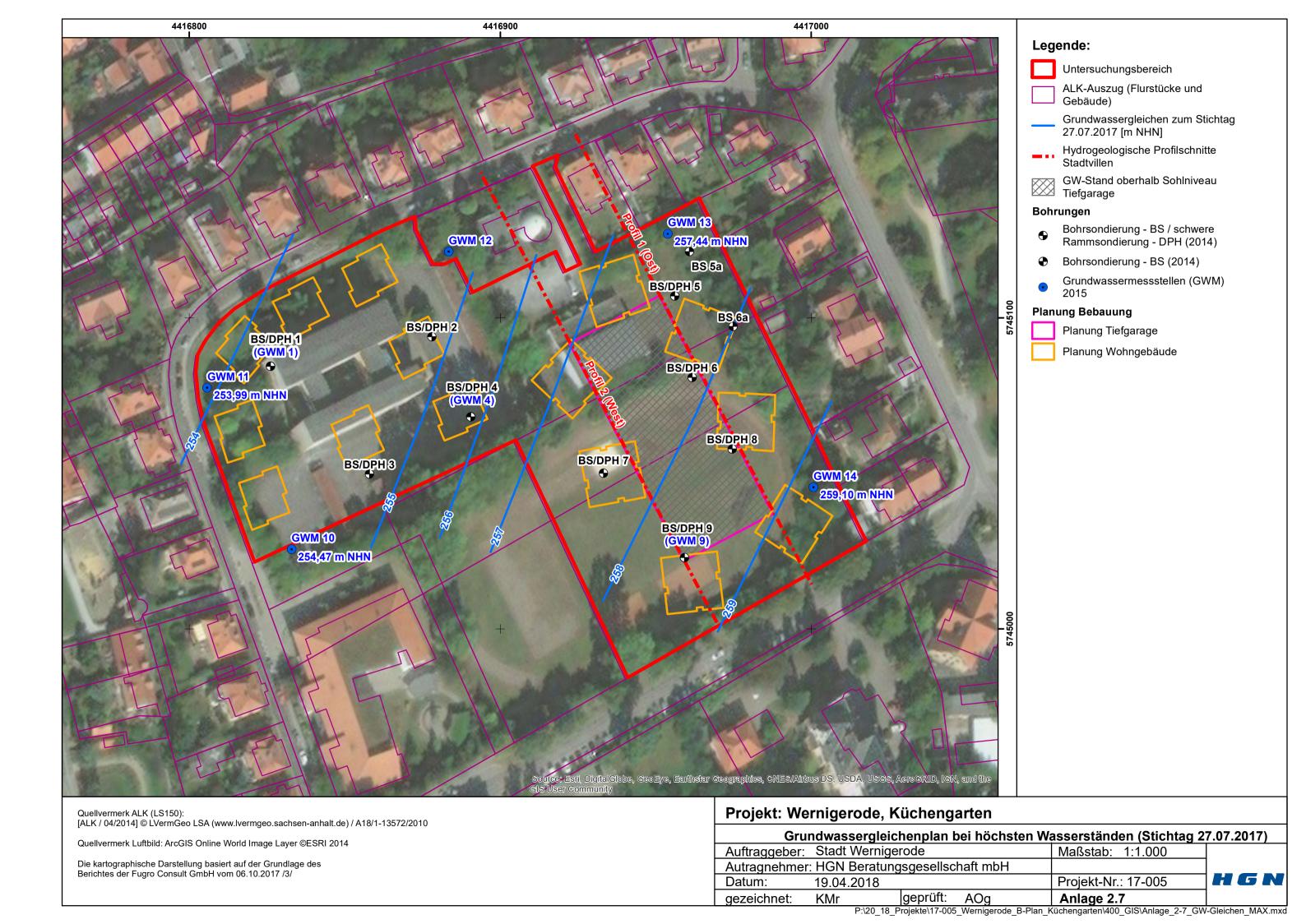


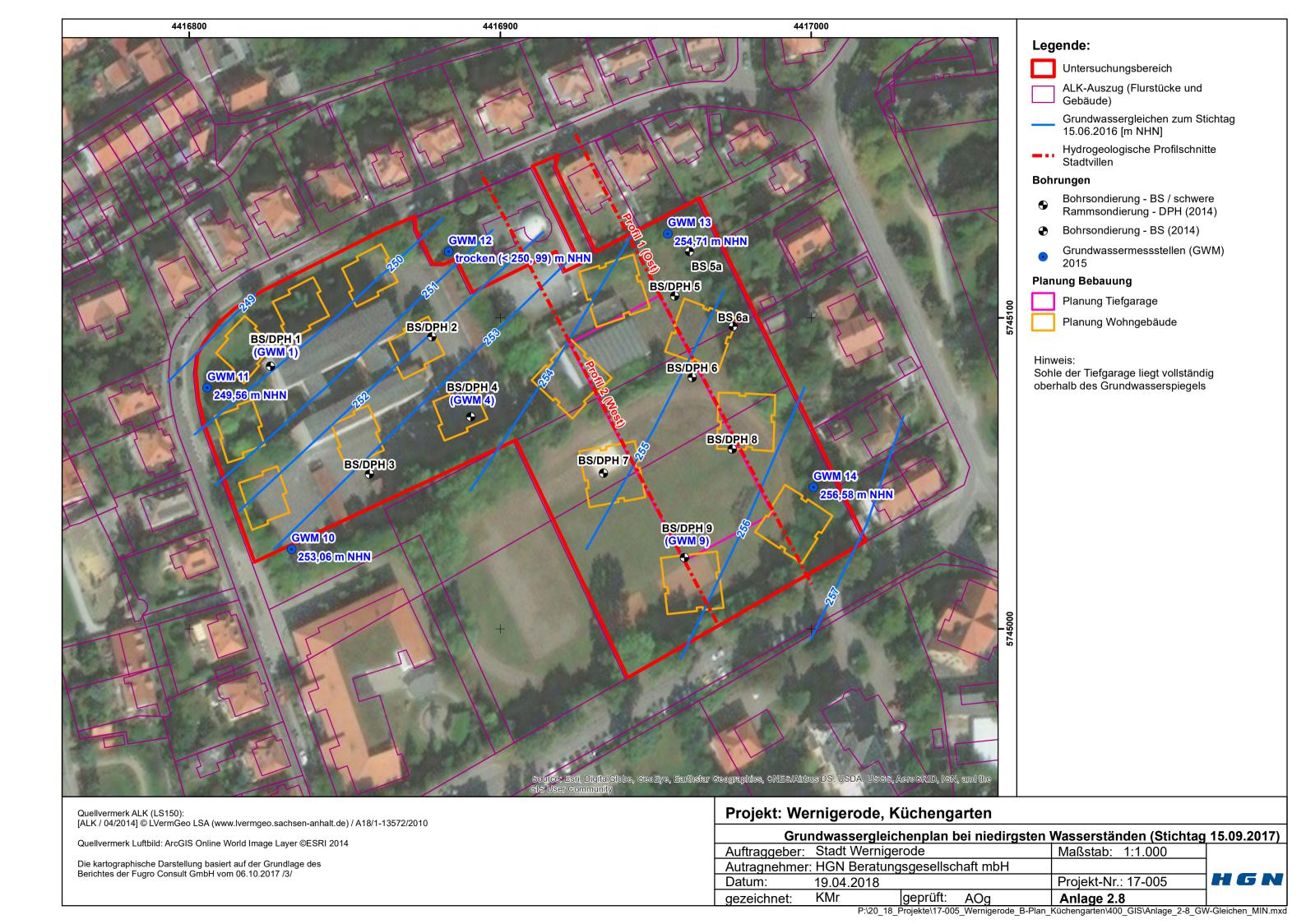


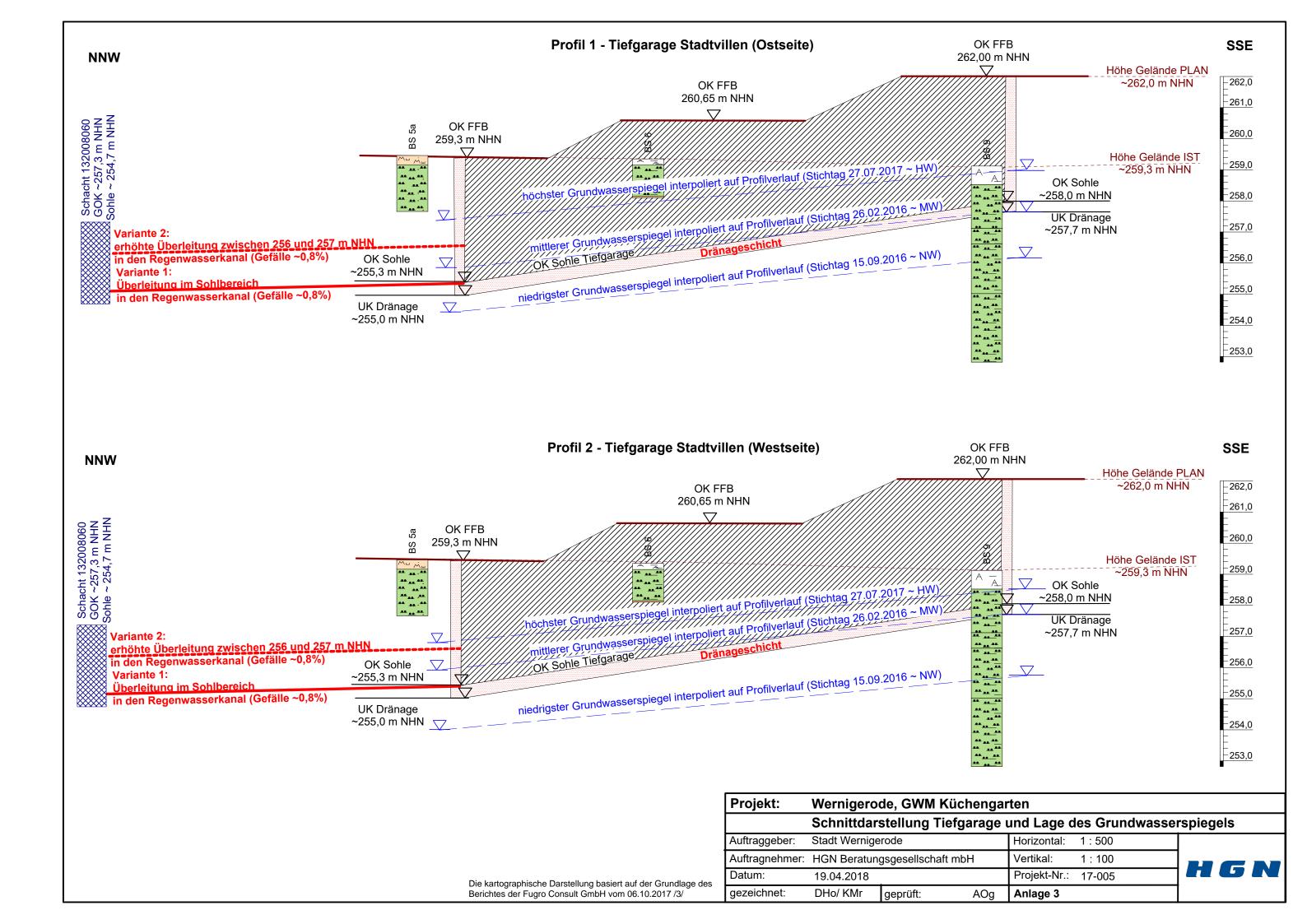














Anlage 4
Schichtenprofile und
Ausbauzeichnungen der GWM

GWM 10/2015 ROK=257,03 m NHN m NHN -0,30 -0,15 -0,07 Betonring Abschlußkappe PVC Schluff, tonig, feinsandig, schwach humos, Auffüllung, grau bis rotbraun, Ziegelbruchstücke 0,00 _50 mm _Straßenkappe 0,06 0.15 Schluff, tonig, feinsandig, Auffüllung, grau, braun, Betonbruch- & grus 0,80 256,0 BL Ø: 220mm Tonsperre 254,0 3,00 3,573,50 Ton, schluffig, humos, braun, Vollrohr PVC ursprünglicher Oberboden 50 mm Ton, schluffig, Bruchstücke von Tonstein, Bruchstücke von Siltstein, 4,50 rotbraun 252,0 5,06 5,00 Ton, schluffig, Bruchstücke von Siltstein, Bruchstücke von Sandstein, rotbraun 5,10 Ton, schluffig, Bruchstücke von Tonstein, Bruchstücke von Siltstein, rotbraun, Spülproben tonig BL Ø: 220mm Filtersand 0,7 -1,2mm Filterrohr PVC 250,0 50 mm, SW 0,50 Bodenkappe PVC 7,96____ 8,00__/ 50 mm 8,00

Bohrung:	GWM 10/2015		
Projekt	310-15-222 Wernigerode, GWM Küchenga	arten	
Kurzbez.:	GWM 10	Rechtswert:	4416833
Auftraggeber:	Stadt Wernigerode	Hochwert:	5745026
Bohrfirma:	VTB Bau Burg GmbH	Ansatzhöhe:	256,96 m
Bohrdatum:	23.06.2015	Endtiefe:	8,00 m



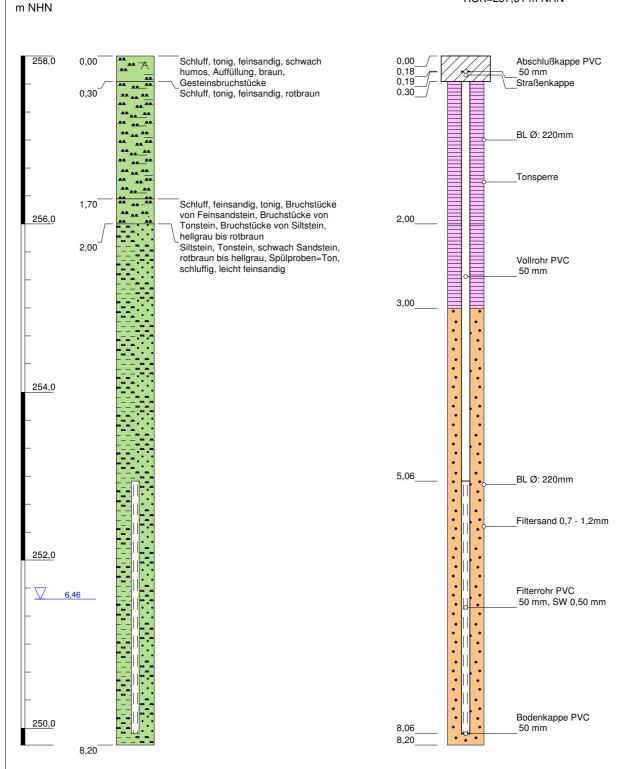
GWM 11/2015 ROK=256,52 m NHN m NHN -0,30 -0,09 -0,01 Betonring Abschlußkappe PVC Schluff, sandig, kiesig, humos, Auffüllung, dunkelbraun, Ziegelbruchstücke 0,00 _50 mm _Straßenkappe 256,0 BL Ø: 220mm Schluff, tonig, Bruchstücke von Sandstein, rotbraun 1,70 Tonsperre 254,0 2,50 Schluff, tonig, feinsandig, stark Bruchstücke von Sandstein, rotbraun, hellgrau 3,00 Vollrohr PVC 50 mm 3,50 Sandstein, hellgrau, rotbraun, Spülprobe=zerriebener Sst.(kaum Schluff, keine tonigen Bestandteile) 3,50 4,20_ 252,0 BL Ø: 220mm Filterrohr PVC 50 mm, SW 0,50 250,0 6,39 mm Filtersand 0,7 -1,2mm Bodenkappe PVC 7,20 50 mm 8,00_ 8,00

Bohrung:	GWM 11/2015		
Projekt	310-15-222 Wernigerode, GWM Küchenga	arten	
Kurzbez.:	GWM 11	Rechtswert:	4416806
Auftraggeber:	Stadt Wernigerode	Hochwert:	5745078
Bohrfirma:	VTB Bau Burg GmbH	Ansatzhöhe:	256,51 m
Bohrdatum:	17.06.2015	Endtiefe:	8,00 m



GWM 12/2015

ROK=257,81 m NHN



Bohrung:	GWM 12/2015		
Projekt	310-15-222 Wernigerode, GWM Küchenga	arten	
Kurzbez.:	GWM 12	Rechtswert:	4416883
Auftraggeber:	Stadt Wernigerode	Hochwert:	5745121
Bohrfirma:	VTB Bau Burg GmbH	Ansatzhöhe:	258,00 m
Bohrdatum:	16.06.2015	Endtiefe:	8,00 m



GWM13/2015 ROK=259,74 m NHN m NHN -0,30 -0,14 0,00 260,0 _Betonring Abschlußkappe PVC Schluff, tonig, schwach feinsandig, humos, braun 0,00 50 mm Straßenkappe 0,02 0.16 Schluff, tonig, schwach feinsandig, schwach Bruchstücke von Sandstein, rotbraun bis hellgrau 0,80 BL Ø: 220mm 258,0 Tonsperre 3,00 Vollrohr PVC 3,70_ Schluff, tonig, Siltstein, Tonstein, schwach Sandstein, rotbraun bis hellgrau, tonig-schluffige Spülproben, z.T. feinsandig 50 mm 3,823,70 4,99_ BL Ø: 220mm 254,0 Filtersand 0,7 -1,2mm Filterrohr PVC _50 mm, SW 0,50 Bodenkappe PVC 252,0 50 mm 7,99 8,00 8,00_

Bohrung:	GWM13/2015		
Projekt	310-15-222 Wernigerode, GWM Küchenga	arten	
Kurzbez.:	GWM 13	Rechtswert:	4416954
Auftraggeber:	Stadt Wernigerode	Hochwert:	5745127
Bohrfirma:	VTB Bau Burg GmbH	Ansatzhöhe:	259,90 m
Bohrdatum:	17.06.2015	Endtiefe:	8,00 m



GWM14/2015 ROK=259,56 m NHN m NHN -0,30_ -0,20_ -0,14_ Abschlußkappe PVC _50 mm _Betonring _Straßenkappe Schluff, feinsandig, kiesig, Auffüllung, dunkelbraun, Gesteinsbruchstücke 0,00 0.00 0.10 Schluff, tonig, Bruchstücke von Tonstein, Bruchstücke von Siltstein, rotbraun, lagenweise hellgrau 0,80 _Tonsperre 258,0 1,88 Vollrohr PVC 50 mm 3,00 256,0 BL Ø: 220mm 4,69 Filtersand 0,7 -1,2mm 254,0 Filterrohr PVC _50 mm, SW 0,50 mm Bodenkappe PVC _50 mm 252,0 7,69 8,00_ 8,00

Bohrung:	GWM14/2015		
Projekt	310-15-222 Wernigerode, GWM Küchenga	arten	
Kurzbez.:	GWM 14	Rechtswert:	4417001
Auftraggeber:	Stadt Wernigerode	Hochwert:	5745046
Bohrfirma:	VTB Bau Burg GmbH	Ansatzhöhe:	259,63 m
Bohrdatum:	18.06.2015	Endtiefe:	8,00 m





Anlage 4 Fotodokumentation

































Anlage 6 Dokumentation der Pumpversuche (VTB Burg)



VTB Bau Burg GmbH

Uferstraße 5 b 39288 Burg Tel.: (03921) 9342-0

DVGW - Arbeitsblatt W 111

Anlage 6

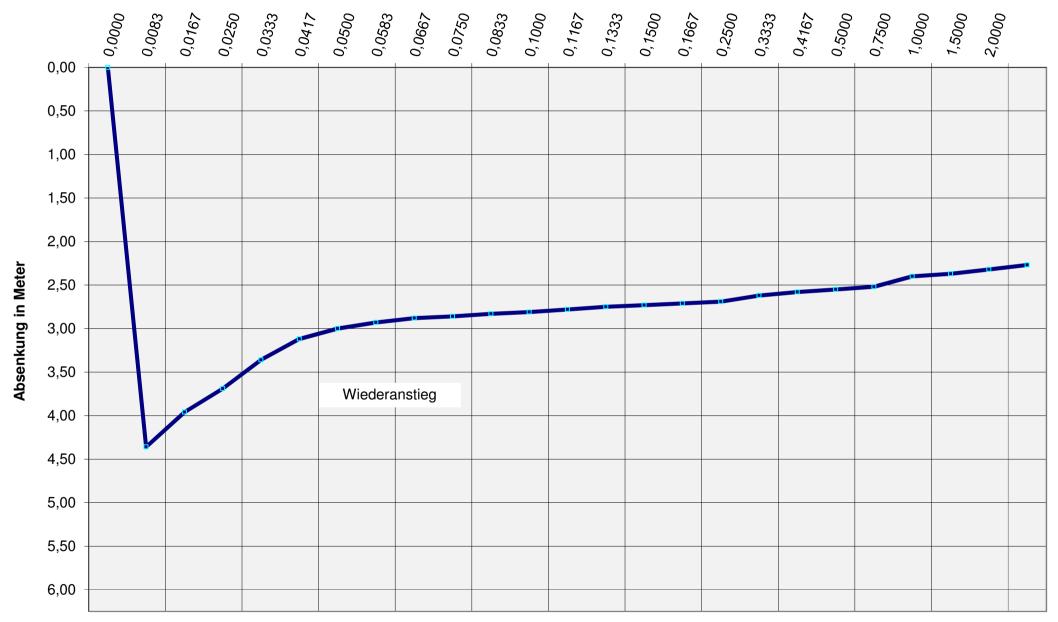
VTB Bau Burg GmbH

Fax: (03921) 9342-88

Formblatt C

Pumpversuc	:h:			Pumpve	ersuch									
Projekt: Errichtung von GWMS							Baustelle: WRathenau-Str., We				rnigerode Pegel Nr.: GWM 10/15			
Filter von		bis		m	u GOK	Pu	mpversuch Nr.:			1		Menge :	0,5 m ³ /h	
Versuchszei	t von	23.	06.15	bis	23.06.	15				Dauer:	0,50	Stunden		
Meßpunkt:		0,00	m ü G	OK	Ruhespi	egel:	23.6.15 0	1 5 0:00		3,64	m	unter Meßp	unkt	
Datum	Uhrzeit	Minuten	Dauer	Meßpunl	piegel unte kt am Pege Meter		Absenkung im Pegel in Meter	Leitfähikeit	°C Temperatur	Q m ^{3/} h	Trübung	Farbe	Bemerkung	
		00	0,0000	3	3,64		Brunne	Brunnen leer gepumpt, Pumpversuch unter Zugabe von Wasser						
		00	0,0000	8	3,00		4,36				Wiederans	tieg		
		0,5	0,0083	7	7,60		3,96	0	0	0	0	0	0	
		1,0	0,0167	7	7,33		3,69	0	0	0	0	0	0	
		1,5	0,0250	7	7,00		3,36	0	0	0	0	0	0	
		2,0	0,0333	6	6,76		3,12	0	0	0	0	0	0	
		2,5	0,0417	6	6,64		3,00	0	0	0	0	0	0	
		3,0	0,0500	6	6,57		2,93	0	0	0	0	0	0	
		3,5	0,0583	6	6,52		2,88	0	0	0	0	0	0	
		4,0	0,0667	6	6,50		2,86	0	0	0	0	0	0	
		4,5	0,0750	6	6,47		2,83	0	0	0	0	0	0	
		5,0	0,0833	6	6,45		2,81	0	0	0	0	0	0	
		6,0	0,1000	6	6,42		2,78	0	0	0	0	0	0	
		7,0	0,1167	6	6,39		2,75	0	0	0	0	0	0	
		8,0	0,1333	6	6,37		2,73	0	0	0	0	0	0	
		9,0	0,1500	6	6,35		2,71	0	0	0	0	0	0	
		10,0	0,1667	6	5,33		2,69	0	0	0	0	0	0	
		15,0	0,2500	6	6,26		2,62	0	0	0	0	0	0	
		20,0	0,3333	6	6,22		2,58	0	0	0	0	0	0	
		25,0	0,4167	6	3,19	4	2,55	0	0	0	0	0	0	
		30,0	0,5000	6	6,16		2,52	0	0	0	0	0	0	
		45,0	0,7500	6	6,04	4	2,40	0	0	0	0	0	0	
		60,0	1,0000	6	3,01	4	2,37	0	0	0	0	0	0	
		90,0	1,5000	5	5,96		2,32	0	0	0	0	0	0	
		120,0	2,0000		5,91		2,27	0	0	0	0	0	0	
Messur	ngen					von	23.0	06.15						
ausgef	ührt					bis		06.15						
					١	lame	Herr P	ilzecker						





VTB -

VTB Bau Burg GmbH

Uferstraße 5 b 39288 Burg Tel.: (03921) 9342-0

DVGW - Arbeitsblatt W 111

Anlage 6

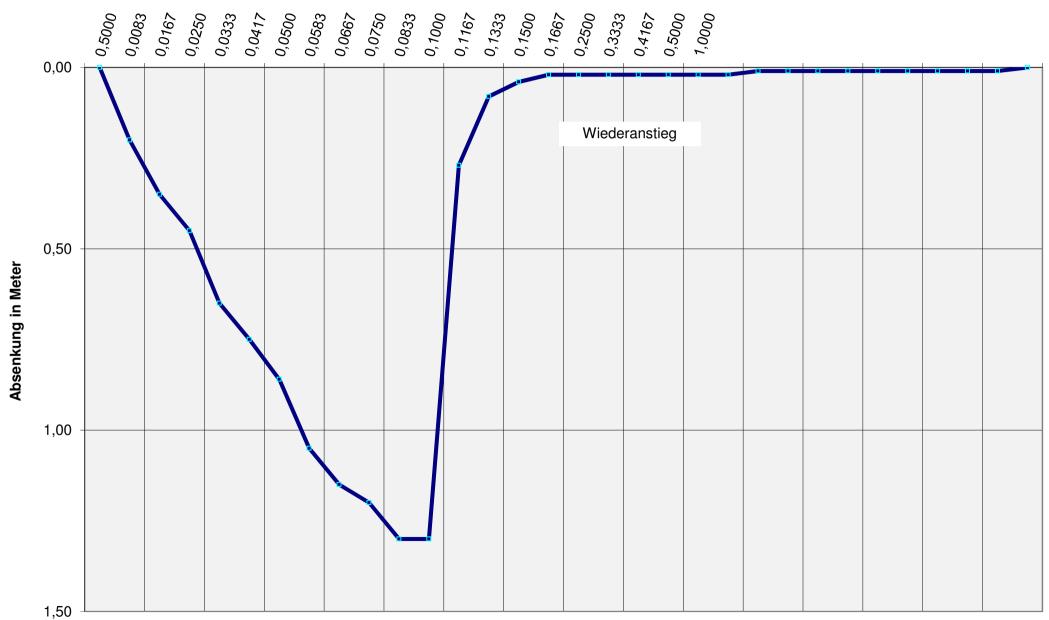
VTB Bau Burg GmbH

Fax: (03921) 9342-88

Formblatt C

Pumpversuc	:h:			Pumpv	ersuch								
Projekt:			rrichtung vo	n GWMS			Baustelle:	WRa	thenau	-Str., Wei	Pegel Nr.:	GWM 11/15	
Filter von		bis		m	u GOK		mpversuch Nr.:			1		Menge :	0,5 m ³ /h
Versuchszei	t von	17.	06.15	bis	17.06.	15				Dauer:	0,50	Stunden	
Meßpunkt:		0,00 m ü GOK		Ruhespie	Ruhespiegel: 17.6.15 0:		0:00	Uhr	5,70	m	unter Meßp	ounkt	
Datum	Uhrzeit	Minuten	Dauer	Meßpun	spiegel unte kt am Pege Meter		Absenkung im Pegel in Meter	Leitfähikeit	°C Temperatur	Q m ^{3/} h	Trübung	Farbe	Bemerkung
		00	0,0000	į	5,70		0,00			0,00			
		01	0,0167		5,90		0,20			0,50			
		02	0,0333	(6,05		0,35			0,50			
		03	0,0500	(6,15		0,45			0,50			
		04	0,0667	(6,35		0,65			0,50			
		05	0,0833	(6,45		0,75			0,50			
		10	0,1667	(6,56		0,86			0,50			
		15	0,2500	(6,75		1,05			0,50			
		20	0,3333	(6,85		1,15			0,50			
		25	0,4167	(6,90		1,20			0,50			
		30	0,5000		7,00		1,30			0,50			
		30 0,5000 7,00		7,00		1,30				Wiederanstieg			
		0,5	0,0083	į	5,97		0,27	0	0	0	0	0	0
		1,0	0,0167	į	5,78		0,08	0	0	0	0	0	0
		1,5	0,0250		5,74		0,04	0	0	0	0	0	0
		2,0	0,0333		5,72		0,02	0	0	0	0	0	0
		2,5	0,0417		5,72		0,02	0	0	0	0	0	0
		3,0	0,0500		5,72		0,02	0	0	0	0	0	0
		3,5	0,0583		5,72		0,02	0	0	0	0	0	0
		4,0	0,0667	5,72 5,72 5,72 5,71 5,71			0,02	0	0	0	0	0	0
		4,5	0,0750				0,02	0	0	0	0	0	0
		5,0	0,0833				0,02	0	0	0	0	0	0
		6,0	0,1000				0,01	0	0	0	0	0	0
		7,0	0,1167				0,01	0	0	0	0	0	0
		8,0	0,1333		5,71		0,01	0	0	0	0	0	0
		9,0	0,1500		5,71		0,01	0	0	0	0	0	0
		10,0	0,1667		5,71		0,01	0	0	0	0	0	0
		15,0	0,2500		5,71		0,01	0	0	0	0	0	0
		20,0	0,3333		5,71 5,71		0,01	0	0	0	0	0	0
		25,0	0,4167				0,01	0	0	0	0	0	0
		30,0	0,5000		5,71		0,01	0	0	0	0	0	0
		60,0	1,0000		5,70		0,00	0	0	0	0	0	0
Messur ausgef	-					von bis lame	17.0	06.15 06.15 ilzecker					
					N	ıame	Herr P	ıızecker					







Messungen

ausgeführt

VTB Bau Burg GmbH

Uferstraße 5 b 39288 Burg Tel.: (03921) 9342-0

DVGW - Arbeitsblatt W 111

Anlage 6

Formblatt C VTB Bau Burg GmbH Fax: (03921) 9342-88 Pumpversuch Projekt: **Errichtung von GWMS** Baustelle: W.-Rathenau-Str., Wernigerode Pegel Nr.: **GWM 12/15** Menge: $\mathbf{0,5}$ \mathbf{m}^3/\mathbf{h} Filter von bis u GOK Pumpversuch Nr.: 16.06.15 bis 16.06.15 Dauer: **0,50** Versuchszeit von Stunden 0,00 m ü GOK 16.06.15 unter Meßpunkt Meßpunkt: Ruhespiegel: Uhr 5,87 m °C Temperatur Bemerkung Leitfähikeit Minuten Wasserspiegel unter Q Farbe Absenkung im Meßpunkt am Pegel Datum Uhrzeit Dauer Pegel in Meter in Meter $m^{3/}\,h$ 00 0,0000 5,87 Brunnen leer gepumpt, Pumpversuch unter Zugabe von Wasser 00 0,0000 8,00 2,13 Wiederanstieg 0 0 0 0 0 0 0,5 0,0083 7,50 1,63 0 1,57 0 0 0 0 0 1,0 0,0167 7,44 1,5 0,0250 1,53 0 0 0 0 0 0 7,40 0 0 0 0 0 0 2,0 7,38 1,51 0,0333 2.5 7,36 1,49 0 0 0 0 0 0 0,0417 0 0 0 0 0 3,0 0,0500 7,34 1,47 0 0 0 0 0 0 0 3,5 0,0583 7,32 1,45 0 0 0 0 0 0 4,0 0,0667 7,30 1,43 0 0 0 0 0 0 4,5 0.0750 7,28 1,41 0 0 5,0 0,0833 7,26 1,39 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 6,0 0,1000 7,22 1,35 0 0 7.0 0,1167 7,19 1,32 0 0 0 0 0,1333 0 0 0 0 0 0 8,0 7,16 1,29 0 0 9,0 0,1500 7,14 1,27 0 0 0 0 7.12 1,25 0 0 0 0 0 0 10.0 0 1667 15,0 0,2500 7,04 1,17 0 0 0 0 0 0 20,0 0,3333 6,97 1,10 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 25,0 0,4167 6,91 1,04 0 0 0 0 0 30,0 0,5000 6,86 0,99 0 60,0 1,0000 6,75 0,88 0 0 0 0 0 0

16.06.15

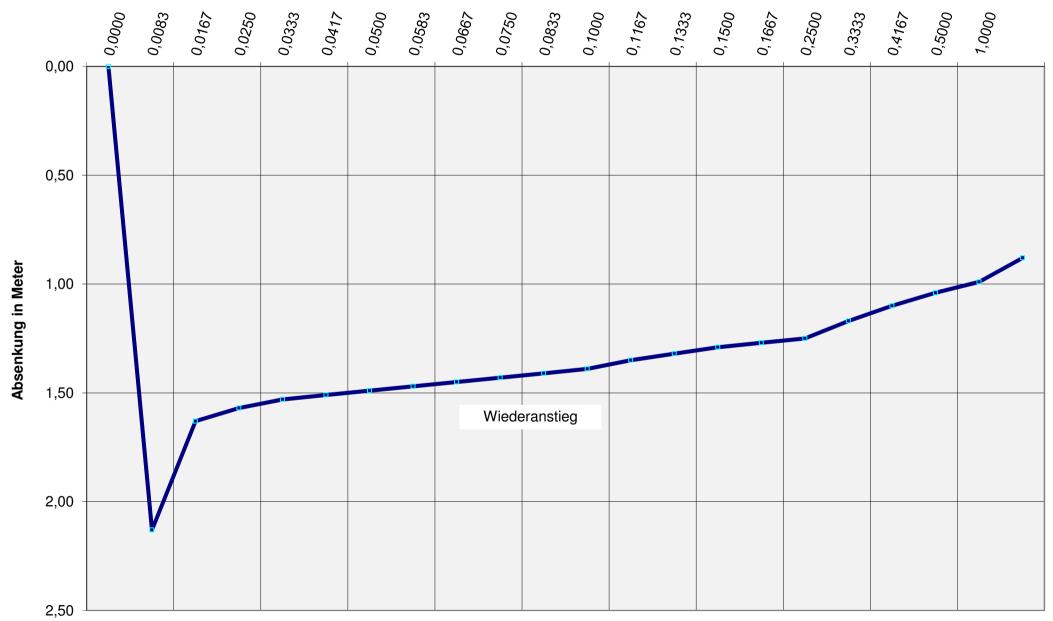
16.06.15

Herr Pilzecker

bis

Name







VTB Bau Burg GmbH

Uferstraße 5 b 39288 Burg Tel.: (03921) 9342-0

DVGW - Arbeitsblatt W 111

Anlage 6

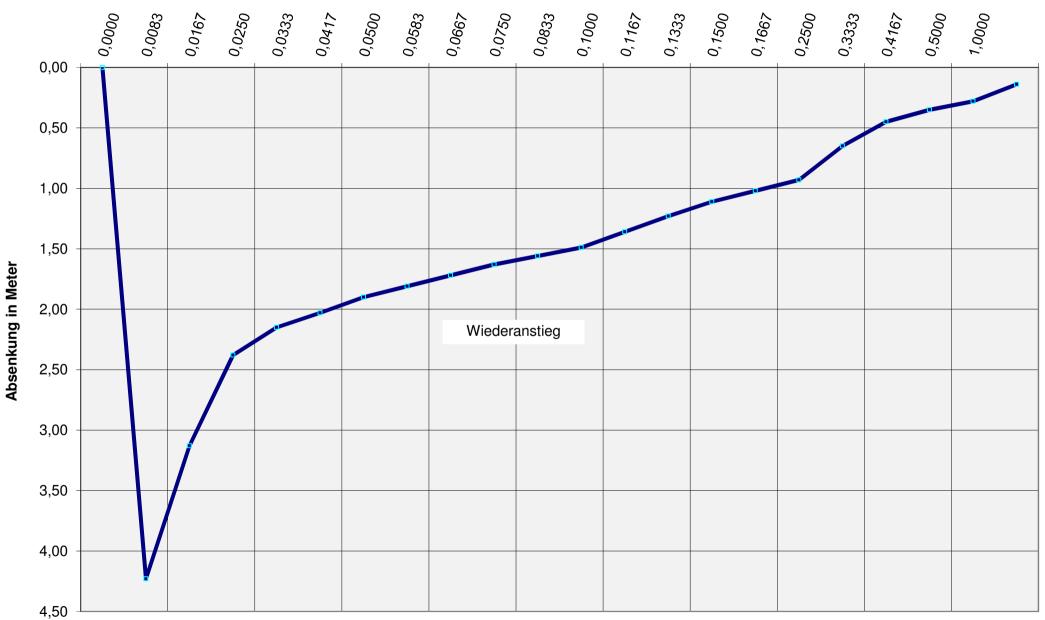
VTB Bau Burg GmbH

Fax: (03921) 9342-88

Formblatt C

Pumpversuc	:h:			Pumpv	ersuch									
Projekt:		E	rrichtung voi	n GWMS		Baustelle:	WRa	thenau	-Str., Wer	rnigerode Pegel Nr.: GWM 13/15				
Filter von		bis		m	u GOK		mpversuch Nr.:			1		Menge :	0,5 m ³ /h	
Versuchszei	t von	18	.06.15	bis	18.06.	15				Dauer:	0,50	Stunden		
Meßpunkt:		0,00	m ü G	ок	Ruhespi	egel:	18.06.1	5	Uhr	3,77	m	unter Meßր	ounkt	
Datum	Uhrzeit	Minuten	Wasserspiegel u Dauer Meßpunkt am Po in Meter		kt am Pege		Absenkung im Pegel in Meter	Leitfähikeit	°C Temperatur	Q m ^{3/} h	Trübung	Farbe	Bemerkung	
		00	0,0000		3,77		Brunnen leer gepumpt, Pumpversuch unter Zugabe von Wasser							
		00	0,0000		8,00		4,23				Wiederanstieg			
		0,5	0,0083		6,90		3,13	0	0	0	0	0	0	
		1,0	0,0167		6,15		2,38	0	0	0	0	0	0	
		1,5	0,0250		5,92		2,15	0	0	0	0	0	0	
		2,0	0,0333		5,80		2,03	0	0	0	0	0	0	
		2,5	0,0417		5,67		1,90	0	0	0	0	0	0	
		3,0	0,0500		5,58		1,81	0	0	0	0	0	0	
		3,5	0,0583		5,49		1,72	0	0	0	0	0	0	
		4,0	0,0667		5,40		1,63	0	0	0	0	0	0	
		4,5	0,0750		5,33		1,56	0	0	0	0	0	0	
		5,0	0,0833		5,26		1,49	0	0	0	0	0	0	
		6,0	0,1000		5,13		1,36	0	0	0	0	0	0	
		7,0	0,1167		5,00		1,23	0	0	0	0	0	0	
		8,0	0,1333		4,88		1,11	0	0	0	0	0	0	
		9,0	0,1500		4,79		1,02	0	0	0	0	0	0	
		10,0	0,1667		4,70		0,93	0	0	0	0	0	0	
		15,0	0,2500		4,42		0,65	0	0	0	0	0	0	
		20,0	0,3333		4,22		0,45	0	0	0	0	0	0	
		25,0	0,4167		4,12		0,35	0	0	0	0	0	0	
		30,0	0,5000		4,05		0,28	0	0	0	0	0	0	
		60,0	1,0000		3,91		0,14	0	0	0	0	0	0	
Messur	ngen					von	18.0	6.15			-			
ausgef	ührt					bis Jame		16.15 ilzecker						







VTB Bau Burg GmbH

Uferstraße 5 b 39288 Burg Tel.: (03921) 9342-0

DVGW - Arbeitsblatt W 111

Anlage 6

Formblatt C VTB Bau Burg GmbH Fax: (03921) 9342-88 Pumpversuch Pumpversuch: **Errichtung von GWMS** Baustelle: W.-Rathenau-Str., Wernigerode Pegel Nr.: GWM 14/15 Projekt: Filter von bis u GOK Pumpversuch Nr.: 1 Menge: 0,5 m³/h 18.06.15 bis 18.06.15 0,50 Versuchszeit von Dauer: Stunden 0,00 m ü GOK Meßpunkt: Ruhespiegel: 18.06.15 2,07 unter Meßpunkt Uhr m Temperatur Bemerkung -eitfähikeit Trübung Minuten Wasserspiegel unter Q Farbe Absenkung im Datum Uhrzeit Dauer Meßpunkt am Pegel Pegel in Meter in Meter $m^{3/}h$ 00 0,0000 2,07 Brunnen leer gepumpt, Pumpversuch unter Zugabe von Wasser 00 0,0000 8,00 5,93 Wiederanstieg n n n n n 0 0,5 0,0083 6,60 4,53 0 0 0 0 0 0 1.0 0,0167 6.25 4,18 0 0 0 0 0 0 1,5 0,0250 6,03 3,96 0 0 0 0 0 0 2,0 0,0333 5,94 3,87 0 0 0 0 0 0 25 0,0417 5.87 3,80 0 0 3.0 0,0500 5,82 3,75 0 0 0 0 0 0 0 0 0 3,5 0,0583 5,76 3,69 0 0 0 0 0 0 0 4,0 0,0667 5,70 3,63 0 0 0 0 4,5 0.0750 5,65 3,58 0 0 0 5,0 0,0833 5,60 3,53 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 6,0 0,1000 5,50 3,43 7.0 0,1167 5.40 3.33 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 8,0 0,1333 5,30 3,23 0 0 9,0 0,1500 5,20 3,13 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 5 12 3 05 10.0 0 1667 0,1833 5,00 2,93 0 0 0 0 0 0 11.0 12,0 0,2000 4,88 0 0 0 0 0 0 2,81 0 0 0 0 0 0,2167 0 13,0 4,76 2,69 0 0 0 0 2,58 0 0 14.0 0.2333 4.65 15,0 0,2500 4,53 2,46 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 16,0 0,2667 4,42 2,35 0,2833 4,32 0 0 0 0 0 0 17,0 2,25 0 0 0 0 0 0 18,0 0,3000 4,22 2,15 0 0 0 0 0 0 19,0 0,3167 4,13 2,06 0 0 0 0 0 0 20,0 0,3333 4,04 1,97 0 0 21,0 0,3500 3,95 1,88 0 0 0 0 0 0,3667 0 0 0 0 0 22,0 3,87 1,80 0 0 0 0 0 0 0,3833 23,0 3,80 1,73 0 0 0 0,4000 0 0 0 24.0 3.73 1.66 0 0 0 0 0 0 25,0 0,4167 3,65 1,58 0 26,0 0,4333 3,58 1,51 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1,45 27.0 0,4500 3,52 0 0 0 0 0 0 28,0 0,4667 3,45 1,38 0 0 0 0 0 29,0 0,4833 3,41 1,34 0 0 0 0 0 0 0 0,5000 3,35 1,28 30,0 18.06.15 Messungen von ausgeführt bis 18.06.15 Herr Pilzecker Name





