

Fortschreibung des hydrogeologischen Gutachtens B-Plan Wernigerode „Küchengarten“ (Messwerte bis 12/2019)

1 Aufgabenstellung

Auf der Grundlage der Ergänzung zum hydrogeologischen Gutachten B-Plan Wernigerode „Küchengarten“ - Erweiterung / Fortschreibung bis 04/2018 (HGN, 30.04.2018) erfolgt mit dem vorliegenden Kurzbericht eine Auswertung der Messwerte bis 12/2019 als weitere Fortschreibung der Unterlagen.

Zudem werden ergänzende Auswertungen zum Einzugsgebiet und zur Wasserbilanz ausgeführt und hydraulische Parameter aus Pumpversuchsdaten ermittelt.

2 Entwicklung der Wasserstände

Zur Fortschreibung der Messreihe fand am 18.12.2019 eine weitere Auslesung der Datenlogger und dabei wiederum eine Stichtagsmessung der Wasserstände statt.

Die Ergebnisse der Stichtagsmessung sind in Tabelle 2-1 dokumentiert.

Tabelle 2-1: Ergebnisse der Stichtagsmessung 18.12.2019

	GWM 1	GWM 4	GWM 9	GWM 10	GWM 11	GWM 12	GWM 13	GWM 14
Höhe ROK in m NHN	256,76	257,65	259,23	257,03	256,52	257,81	259,74	259,56
	Wsp. in m unter ROK							
18.12.2019	trocken	defekt	defekt	3,76	6,61	trocken	6,48	2,73
	Wsp. in m NHN							
18.12.2019	<253,86	defekt	defekt	253,27	249,91	<250,02	253,26	256,83

Die Ergebnisse der Datenloggeraufzeichnungen (kontinuierliche Erfassung der Wasserstände) in den GWM 10, GWM 11, GWM 13 und GWM 14 sind in Abbildung 2-1 grafisch aufbereitet. Neben den Ganglinien sind die Geländehöhen im Umfeld der jeweiligen GWM sowie die Ergebnisse der Stichtagsmessungen mit im Diagramm dargestellt. Zum Vergleich sind zusätzlich die Niederschlagshöhen der Station Wernigerode des Deutschen Wetterdienstes (DWD) mit dargestellt.

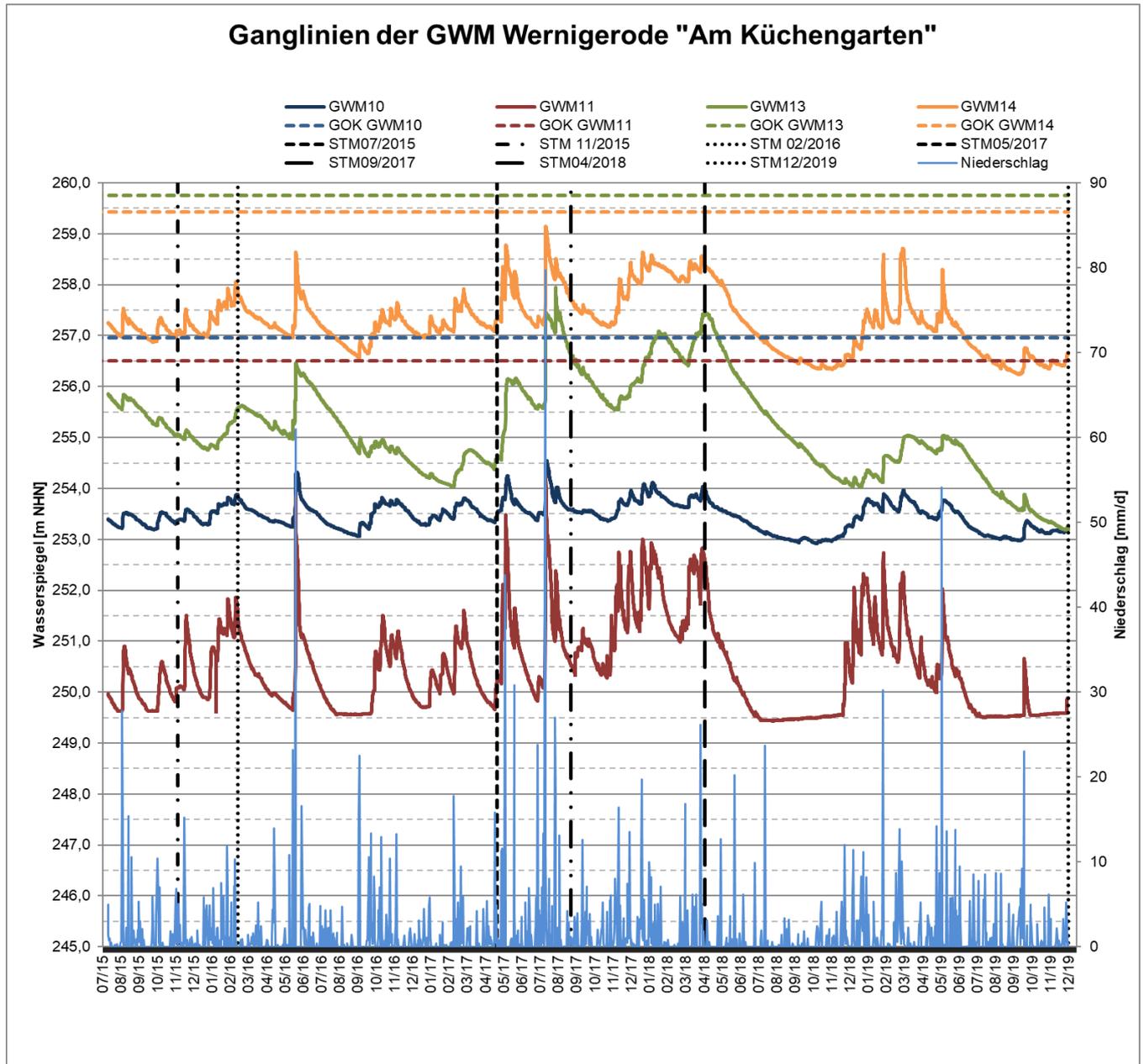


Abbildung 2-1: Grundwasserganglinien der mit Datenloggern ausgestatteten GWM

Der aktualisierte Messzeitraum umfasste das sehr trockene Jahr 2018 sowie das ebenfalls relativ trockene Jahr 2019. In diesem Zeitraum sanken ausgehend vom relativ hohen Wasserspiegelniveau im April 2018 die Grundwasserstände bis Ende 2018 kontinuierlich ab. Die Niederschlagsereignisse im Winter und Frühjahr 2019 führten zwischenzeitlich zum Anstieg, danach sanken die Wasserstände wieder deutlich ab. Die bisher aufgezeichneten geringsten Wasserstände vom 15.09.2016 wurden sowohl im Herbst 2018 als auch im Herbst 2019 noch unterschritten. An GWM 13 (nordöstlicher Bereich) lagen die Wasserstände 2019 nochmals 1 m tiefer als 2018.

In Anlage 1 ist ein Grundwassergleichenplan für den Stichtag 18.12.2019 enthalten, welcher die niedrigsten bisher aufgezeichneten Wasserstände darstellt.

In Abbildung 2-2 und Abbildung 2-3 sind zur ergänzenden Veranschaulichung die Ganglinien der Grundwasserstände an den GWM 13 (nördlich) und GWM 14 (südlich der Tiefgarage) in Bezug zum vorläufigen Tiefgaragenniveau dargestellt. Es zeigt sich, dass die Grundwasserstände über längere Zeiträume oberhalb des Tiefgaragenniveaus liegen und selbst bei Entwässerung bis zur Sohle der Tiefgarage keine dauerhafte Grundwasserabsenkung eintritt. Die Wirkung der Tiefgaragendränage beschränkt sich auf eine „Kappung“ der Wasserstandsspitzen etwa ab dem Niveau mittlerer Wasserspiegel. Zur Minderung potenzieller Auswirkungen wurde im Hydrogeologischen Gutachten (Fortschreibung, HGN 30.04.2018) zudem empfohlen, ein erhöhtes Drainageableitniveau (um 256,5 m NHN) anzulegen.

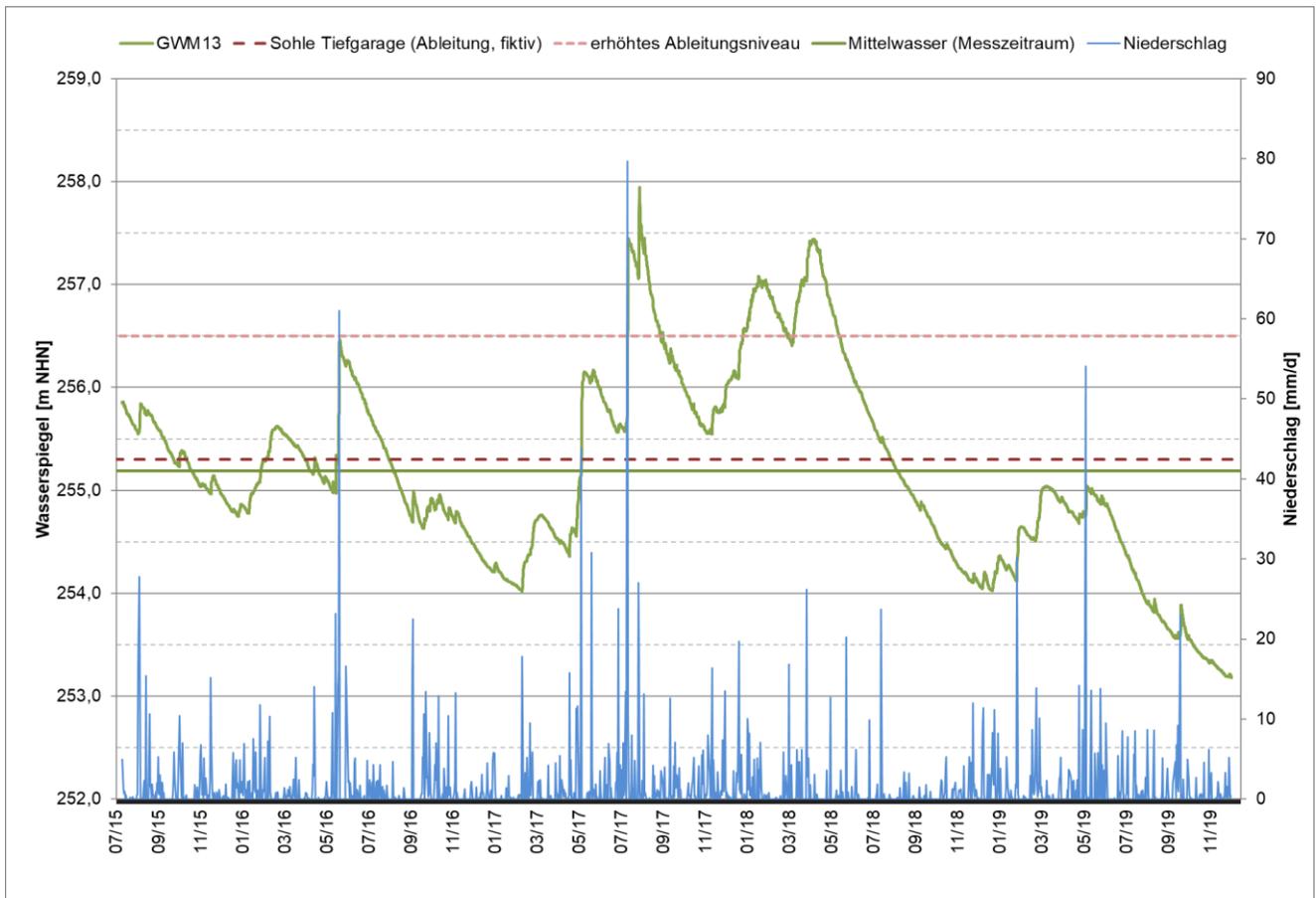


Abbildung 2-2: Ganglinie des Wasserstandes der GWM 13 (nördlich der Tiefgarage)

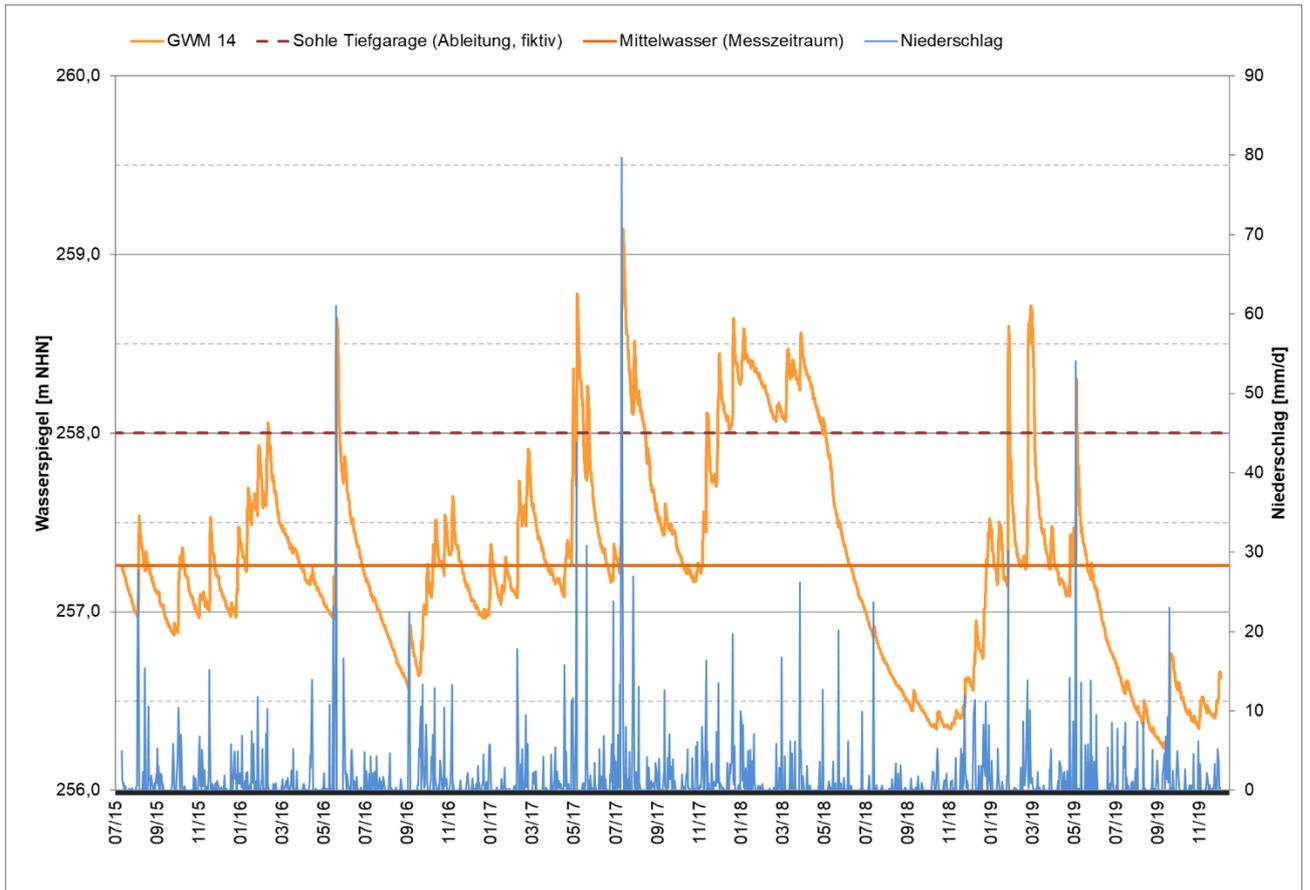


Abbildung 2-3: Ganglinie des Wasserstandes der GWM 14 (südlich der Tiefgarage)

3 Einzugsgebiet und Wasserbilanzbetrachtung

In einer Plausibilitätsprüfung war zu prüfen, ob das aus dem Einzugsgebiet von Süden zuströmende Grundwasser bei gering durchlässigem Untergrund überhaupt durch das B-Plan-Gebiet strömen kann.

In Auswertung der morphologischen Verhältnisse wurde das im Grundwasseranstrom südlich des B-Plan-Gebietes befindliche Einzugsgebiet (inkl. des B-Plan-Gebietes von ca. 2 ha) gemäß Anlage 2 mit 16 ha (maximale Größe für konservative Berechnung) abgegrenzt. Gemäß LHW /1/ ist in diesem Gebiet von einer mittleren Grundwasserneubildung in Höhe von ca. 100 mm/a bzw. ca. 3,2 l/(s*km²) auszugehen.

Folglich werden auf der Fläche des Einzugsgebietes ca. 16.000 m³/a Grundwasser neu gebildet.

Es war zu prüfen, bei welchen Durchlässigkeiten des Untergrundes diese Grundwassermenge das B-Plan-Gebiet durchsickern kann.

Nach DARCY gilt für die Grundwasserströmung:

$$Q = k_f * A * i$$

bzw. umgestellt:

$$k_f = \frac{Q}{A * i}$$

mit:	Q - Durchflussmenge	16.000 m ³ /a (0,0005 m ³ /s)
	A - durchströmte Fläche	2.000 m ² (200 m Breite * 10 m durchströmte Mächtigkeit ²)
	i - Grundwassergefälle	4 % (8 m auf 200 m Fließlänge im B-Plan-Gebiet)

$$k_f = \frac{0,0005 \frac{m^3}{s}}{2.000 m^2 * 0,04}$$

$$k_f = 6,3 * 10^{-6} \frac{m}{s}$$

Die Auswertung zeigt, dass die Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet das B-Plan-Gebiet bei einem plausiblen k_f -Wert von ca. $6 * 10^{-6}$ m/s als Systemdurchlässigkeit durchströmen kann. Unter Systemdurchlässigkeit versteht man die im Schichtenkomplex summarisch wirksame Durchlässigkeit, die aus höher und geringer durchlässigen Teilbereichen bestehen kann.

/1/ Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt / Pfützner / BAH: Grundwasserneubildung nach ArcEGMO, abgerufen vom LHW am 14.06.2019.

2) Die Durchströmung erfolgt überwiegend im oberen Teil des Schichtenpaketes (Verwitterungs- und Zersatzzone), während die tieferen Schichten an der Grundwasserbewegung nur geringfügig teilhaben. Entsprechend werden nur die oberen 10 m angesetzt, was für die Bewertung konservativ zu höheren k_f -Werten führt.

4 Überprüfung Pumpversuche aus GWM-Bau

Nach Errichtung im Jahr 2015 wurden die Grundwassermessstellen durch die Bohrfirma VTB Burg klargepumpt, wobei die Absenkung über die Zeit und der Wiederanstieg gemessen wurde. Die Messungen sind im Hydrogeologischen Gutachten Fortschreibung bis 04/2018 (HGN, 30.04.2018) dokumentiert.

Da es sich nicht um reguläre Pumpversuche zur Ermittlung geohydraulischer Parameter handelte, sondern um Klarpumpversuche zur Herstellung der Funktionsfähigkeit der Messstelle, fand keine Berechnung geohydraulischer Parameter, sondern eine fachgutachterliche Einschätzung der Ergebnisse statt.

Aufgrund der in der Einschätzung der Sachverständigen Dipl.-Ing. Almuth Große (GuD Berlin, 30.04.2019) dargelegten, aus den o. g. Messdaten der Klarpumpversuche für den Standort unplausibel hoch abgeschätzten Durchlässigkeitsbeiwerte für GWM 11 von $6,5 \cdot 10^{-4}$ m/s (Absenkphase) bzw. $1,5 \cdot 10^{-4}$ m/s (Wiederanstiegsphase) sowie für die anderen GWM aus den Wiederanstiegsphasen mit $1,2 \cdot 10^{-4}$ bis $2,6 \cdot 10^{-5}$ m/s (ohne nähere Angaben zum Berechnungsverfahren der Pumpversuchsauswertung) wurde die Möglichkeit einer fachgerechten Auswertung der Pumpversuchsdaten nochmals geprüft.

Folgende Einschätzung ist zu den erhobenen Daten in Bezug auf eine fachgerechte Pumpversuchsauswertung zu geben:

- In der GWM 11 wurde der Wasserstand in 30 min mit geringer Förderrate ($0,5 \text{ m}^3/\text{h}$) um 1,3 m abgesenkt (Gesamtfördermenge ca. 250 l). Der bis zum Ende des Pumpzeitraums steile Verlauf der Absenkkurve zeigt, dass nicht annähernd ein Gleichgewicht zwischen Wasserspiegel und Zufluss erreicht war, d. h. der zu erwartende stationäre Zulauf wäre an der Messstelle signifikant geringer.
Die Auswertung mittels Pumpversuchssoftware HydroTec ergab für die **GWM 11** eine Transmissivität (T-Wert) von $7,7 \cdot 10^{-6}$ m²/s, was multipliziert mit einer Mächtigkeit der hydraulisch erfassten Zone von 5 m einen **k_f-Wert von $1,5 \cdot 10^{-6}$ m/s** ergibt (siehe Anlage 3 - Hinweis: ausgeführt als indirekte Auswertung im Abstand von 0,1 m zum Pumpbrunnen, da eine Pumpversuchsauswertung über Messungen im Brunnen selbst im engeren Sinne nicht zulässig ist).
Die Auswertung des Wiederanstiegs ist nicht möglich, da das rücklaufende Wasser aus der Steigleitung nach Abschalten der Pumpe eine Verfälschung des Wiederanstiegs erzeugt hat (Rückschlagventil war nicht vorgesehen, da Klarpumpen zur Funktionalität der GWM). Der aufgezeichnete Wiederanstieg resultiert im Wesentlichen aus dem Rücklaufwasser. Ohne Berücksichtigung dieses Faktors würde eine deutlich zu hohe Durchlässigkeit bestimmt werden.
- Alle **anderen GWM** wurden trotz geringer Förderrate ($0,5 \text{ m}^3/\text{h}$) innerhalb kürzester Zeit (ca. 0,5 min) leergepumpt, ohne dass ein relevanter Zustrom aus dem umliegenden Gestein erfolgte. Eine Auswertung der Absenkphase ist daher nicht möglich. Da der Wiederanstieg abhängig von der abgepumpten Menge im Grundwasserleiter (Absenktrichter) ist, hier aber nahezu nur das Rohr- und Filterkiesvolumen abgepumpt wurde, ist auch keine fachgerechte Auswertung des Wiederanstiegs möglich. Zudem wurde Wasser hinzugegeben, um ein Klarpumpen für die Funktionalität der Messstelle zu ermöglichen. Des Weiteren lief Wasser aus dem Steigrohr nach Abschalten der Pumpe zurück, was die Anstiegswerte verfälscht. Die Ergebnisse der Klarpumpversuche deuten für diese GWM jedoch auf **deutlich geringere Durchlässigkeiten (Größenordnung $< 10^{-7}$ m/s)** als in der GWM 11 hin.

Im Ergebnis der nochmaligen Überprüfung der Pumpversuche wird eingeschätzt, dass die von der Sachverständigen Dipl.-Ing. Almuth Große (GuD Berlin, 30.04.2019) dargelegten k_f -Werte mit einer fachgerechten Pumpversuchsauswertung nicht nachvollzogen werden können. Die tatsächlich aus den Messwerten der GWM ableitbaren k_f -Werte liegen deutlich niedriger, so dass die Aussagen im hydrogeologischen Gutachten 2014 inkl. dessen Fortschreibung 04/2018 bestätigt werden.

5 Gesamtbewertung

Die bis 12/2019 fortgeführte Messreihe bestätigt die bisher im Hydrogeologischen Gutachten getätigte Aussage, dass die Grundwasserspiegel regelmäßig und über längere Zeiträume im Jahresverlauf unterhalb des Tiefgaragenniveaus liegen. Für die Gesamtbewertung des vorhabenbedingten Auswirkungspotenzials ist dieser Fakt entscheidend, da der Baugrund der umliegenden Häuser bereits natürlicherweise auf tiefere Grundwasserstände eingestellt ist und diese nicht weiter abgesenkt werden.

Im Ergebnis sind durch das Vorhaben keine unvermeidbaren Risiken für die umliegende Bebauung zu erwarten. Unabhängig von dieser Bewertung ist aufgrund der ungünstigen Baugrund- und hydrogeologischen Verhältnisse am Standort eine besondere Sorgfalt bei der Planung auf die wasserbezogenen Fachthemen zu legen.

Es gelten diesbezüglich weiterhin die in der Ergänzung zum hydrogeologischen Gutachten (Fortschreibung bis 04/2018, HGN, 30.04.2018) getätigten Schlussfolgerung für geplante Bebauung (dortiges Kap. 5) und Empfehlungen zur Beweissicherung (dortiges Kap. 6).

Aufgrund der nicht sicher erkundbaren Wasserführung in den gering durchlässigen Schichten können Auswirkungen auf die umliegende Bebauung trotz sorgfältig ausgeführter Untersuchung nicht vollständig ausgeschlossen werden. Für verbleibende Restrisiken wurde daher eine Beweissicherung vorgesehen. Ebenso sind weiterführende und vertiefende Untersuchungen zu Baugrund und Hydrogeologie im weiteren Planungsstadium vorzusehen.

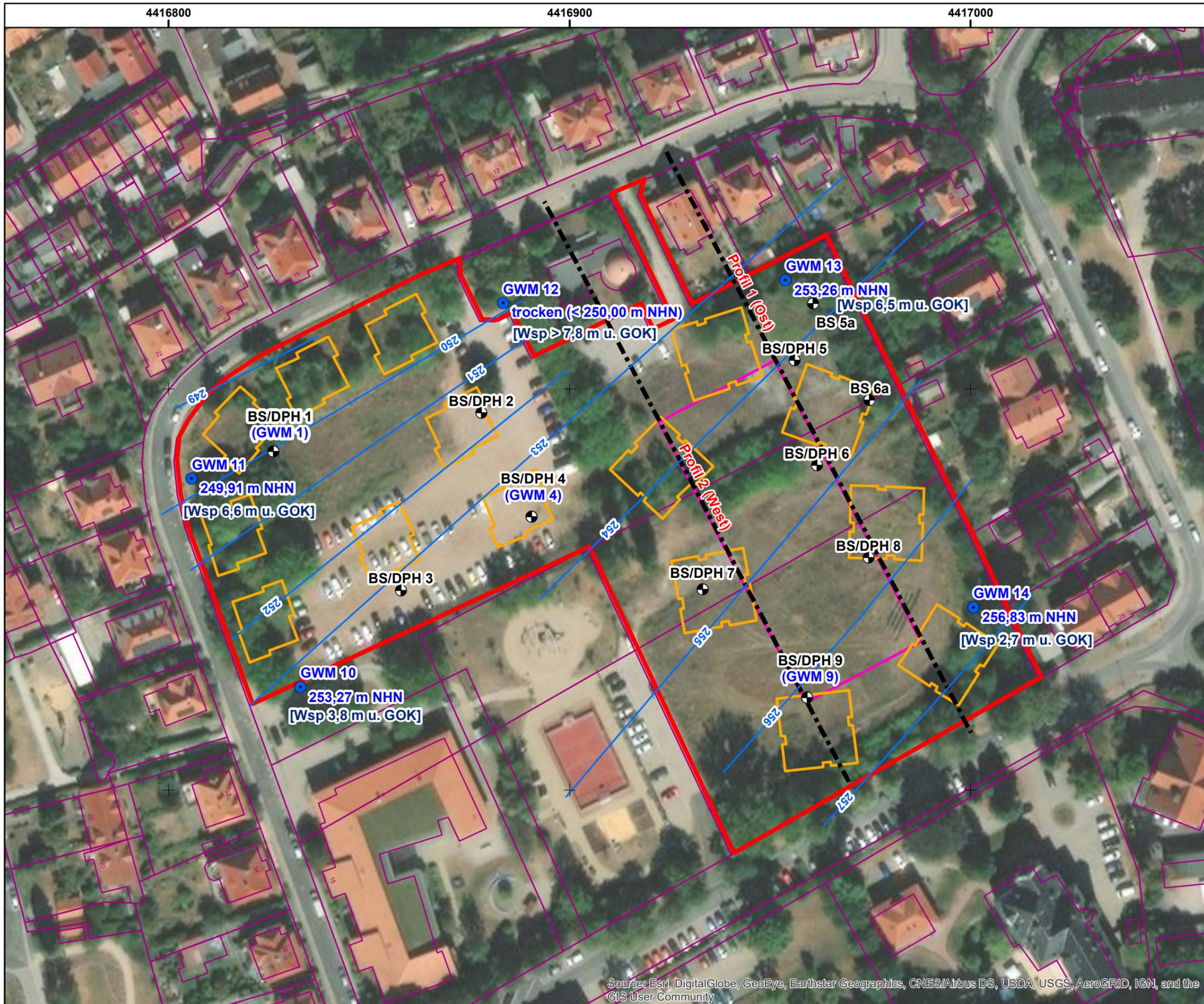
Anlagen

- Anlage 1: Grundwassergleichenplan Stichtag 18.12.2019
- Anlage 2: Wassereinzugsgebiet des B-Plan-Gebietes (orientierende Abgrenzung)
- Anlage 3: Pumpversuchsauswertung GWM 11

Andreas Ogroske

HGN Beratungsgesellschaft mbH
Liebknechtstraße 42
39108 Magdeburg
Tel: 0391 / 99 00 42 41

Magdeburg, 30.04.2020



- Legende:**
- Untersuchungsbereich
 - ALK-Auszug (Flurstücke und Gebäude)
 - Grundwassergleichen zum Stichtag 18.12.2019 [m NHN]
 - Hydrogeologische Profilschnitte Stadt villen
- Bohrungen**
- + Bohrsondierung - BS / schwere Rammsondierung - DPH (2014)
 - Bohrsondierung - BS (2014)
 - Grundwassermessstellen (GWM) 2015
- Planung Bebauung**
- Planung Tiefgarage
 - Planung Wohngebäude
- Hinweis:
Sohle der Tiefgarage liegt vollständig oberhalb des Grundwasserspiegels

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Quellvermerk ALK (LS150):
[ALK / 04/2014] © LVermGeo LSA (www.lvermgeo.sachsen-anhalt.de) / A18/1-13572/2010

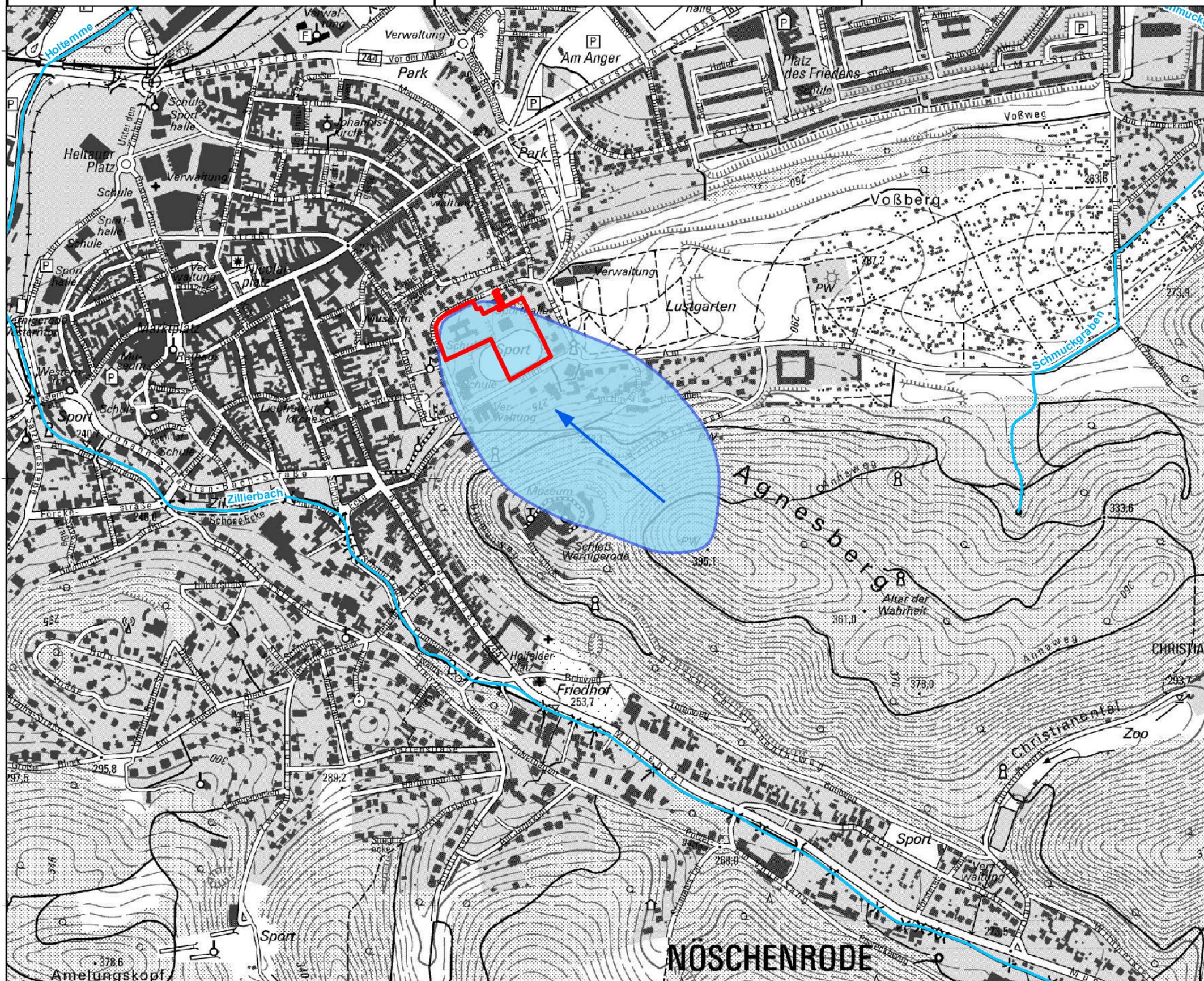
Quellvermerk Luftbild: ArcGIS Online World Image Layer ©ESRI

Die kartographische Darstellung basiert auf der Grundlage des Berichtes der Fugro Consult GmbH vom 06.10.2017 /3/

Projekt: Wernigerode, Küchengarten
Grundwassergleichenplan bei niedrigsten Wasserständen (Stichtag 18.12.2019)

Auftraggeber: Stadt Wernigerode	Maßstab: 1:1.000
Autragnehmer: HGN Beratungsgesellschaft mbH	Projekt-Nr.: 17-005
Datum: 24.04.2020	gezeichnet: KMr
geprüft: AOg	Anlage 1





Legende:

- Untersuchungsbereich
- Oberirdisches Einzugsgebiet

5745600
5744800
5744000

Projekt: Wernigerode, Küchengarten

Karte des oberirdischen Einzugsgebietes

Auftraggeber: Stadt Wernigerode

Maßstab: 1:7.500

Autragnehmer: HGN Beratungsgesellschaft mbH

Datum: 24.04.2020

Projekt-Nr.: 17-005

gezeichnet: KMr

geprüft: AOg

Anlage 2



Kartengrundlage:

[TK10] © LVermGeo LSA (www.lvermgeo.sachsen-anhalt.de) / A18/1-13572/2010

P:\20_18_Projekte\17-005_Wernigerode_B-Plan_Küchengarten\400_GIS\EZG_Stellnahme.mxd



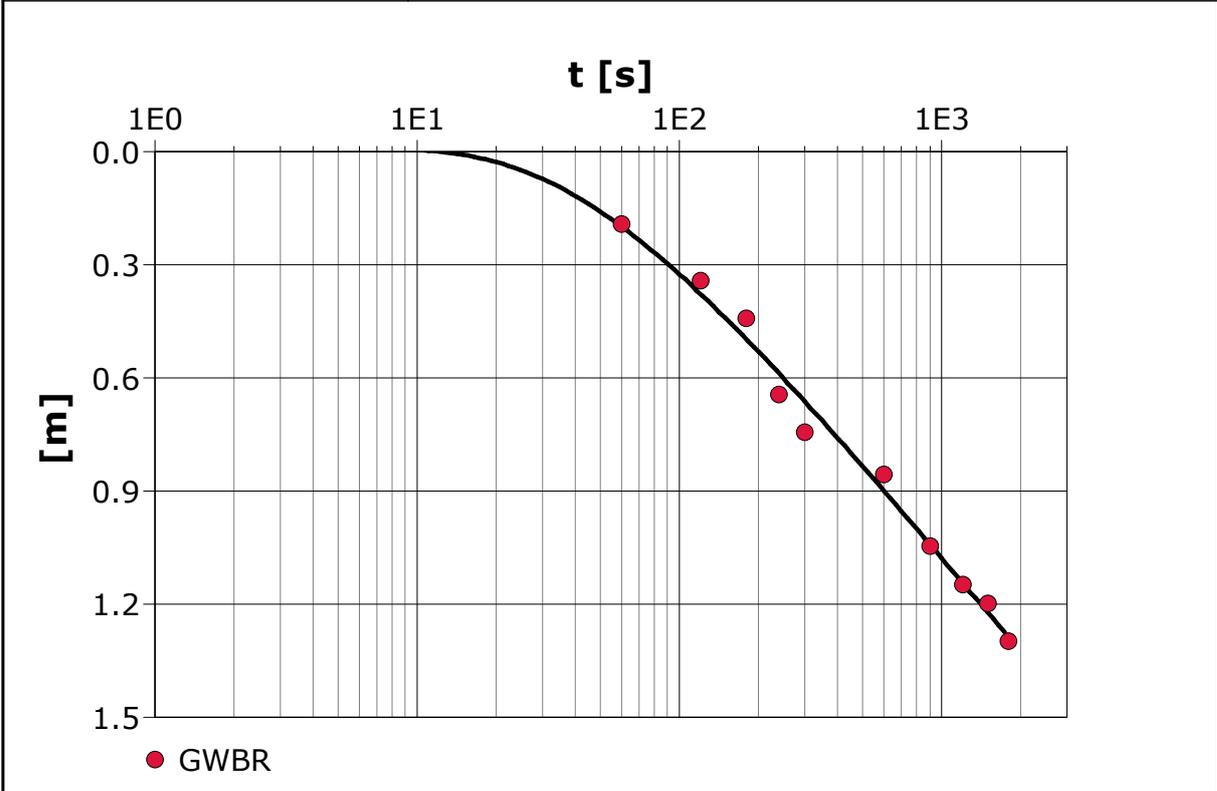
Pumpversuchsauswertung

Projekt: Küchengarten

Projekt-Nr: 17-005

Auftraggeber: Stadt Wernigerode

Ort: Wernigerode	Pumpversuch: GWM 11	Pumpbrunnen: Brunnen 1
Durchgeführt von:		Versuchsdatum: 2015
Bearbeiter:	Absenkung	Datum: 29.04.2020
Aquifermächtigkeit: 5.00 m	Förderrate: variabel, Ø 0.0014 [m³/s]	



Berechnungsergebnisse nach THEIS

Beobachtungsbrunnen	Transmissivität [m²/s]	Hydraul. Durchlässigkeit [m/s]	Speicherkoefizient	Abstand zum Pumpbr. [m]
GWBR	7.66×10^{-6}	1.53×10^{-6}	9.05×10^{-2}	0.1