

Autor  
Selami Güven

Empfänger  
Dr. Andreas Bauer

Mobile  
+905367736108

E-mail  
selami.gueven@afry.com

Datum  
03/11/2022  
Project ID  
119001685-001

## HAP/OB: Evaluierung Grundwassersituation im Bereich des Oberbeckens

### 1 Einführung

Dieses Dokument befasst sich mit der Evaluierung der Grundwassermessdaten im Betrachtungszeitraum 2013 – 2022 im Bereich des Oberbeckens. Im speziellen wird darauf eingegangen welche Grundwassermessstände (im weiteren GW-Messstände) bemessungsrelevant sind.

### 2 Auswertungen

#### 2.1 Grundwassermessungen (Datenlogger) Brunnen (Betrachtungszeitraum 2013-2021)

Abbildung 1 zeigt die in dieser Auswertung berücksichtigten Brunnen **B3**, **B4**, **B4a**, **B5**, **B6** und **B7**. Die GW-Messungen erfolgten automatisiert mittels Datenlogger.

#### **Datengrundlage:**

-  Brunnen, Quellen, Niederschläge 2019.xlsx
-  Brunnen, Quellen, Niederschläge 2020.xlsx
-  Brunnen, Quellen, Niederschläge 2021.xlsx
-  Brunnen, Quellen, Niederschl.2016.xls
-  Brunnen, Quellen, Niederschl.2017 Januar-September.xls
-  Brunnen, Quellen, Niederschl.2017 Oktober-Dezember.xls
-  Brunnen, Quellen, Niederschl.2018.xls
-  Brunnen, Quellen, Niederschl.2013.xls
-  Brunnen, Quellen, Niederschl.2014.xls
-  Brunnen, Quellen, Niederschl.2015.xls

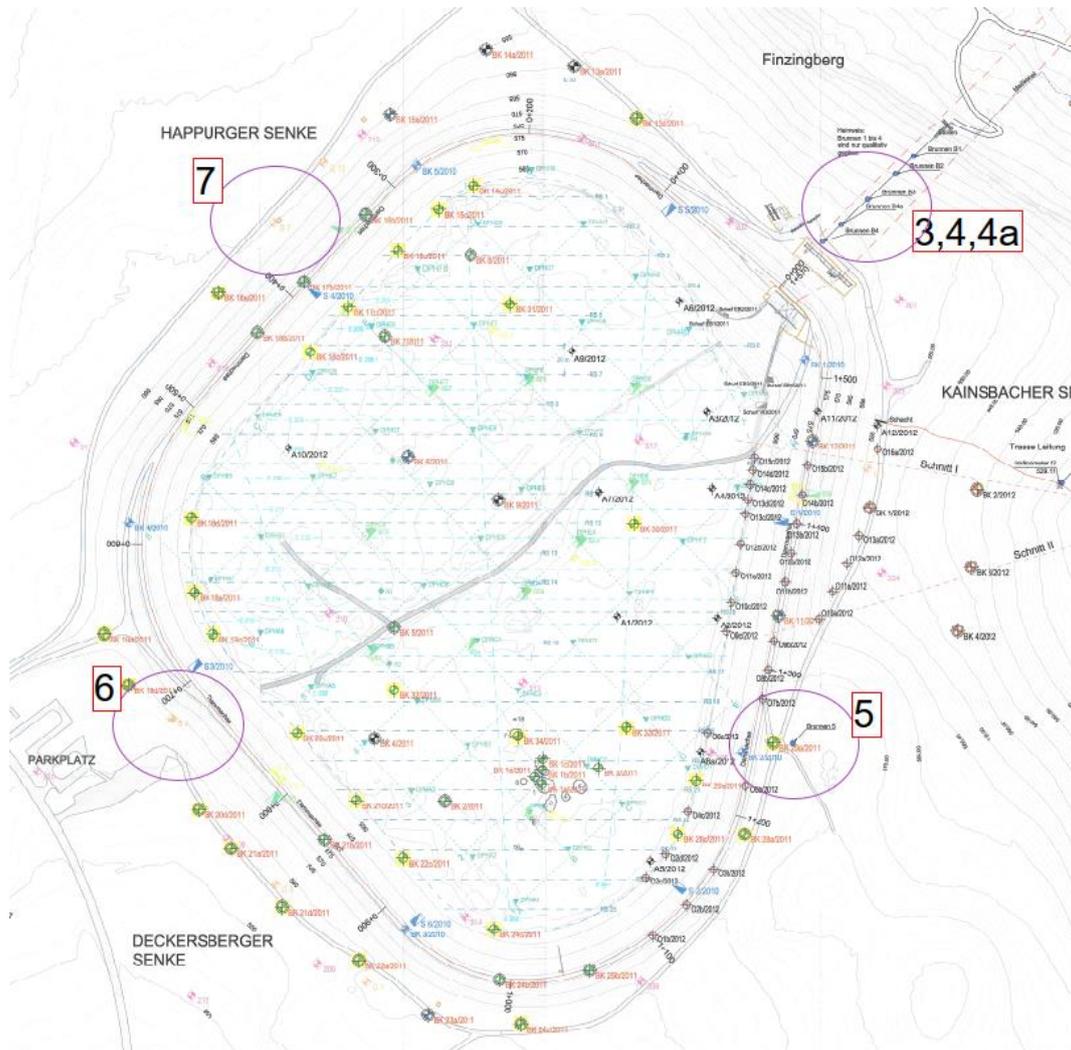


Abbildung 1: Lageplan Oberbecken inkl. Brunnen

Abbildung 2 zeigt die GW-Ganglinien/-Messdaten sowie den Niederschlag und die Lufttemperatur im Betrachtungszeitraum. Auffällig ist, dass die Ganglinien der Brunnen, welche an der Oberfläche installiert sind (B5, B6 und B7), Bewegungen bei niedrigen Temperaturen aufweisen bzw. deren Ganglinien nicht direkt mit dem Niederschlag korrelieren. Eine mögliche Erklärung wäre, dass durch Schmelzwasser im Frühjahr die Grundwasserstände aufgefüllt werden. Die in den Stollen situierten Brunnen (B3, B4, B4a) zeigen kleinere Bewegungen im Vergleich zu den an der Oberfläche installierten Brunnen (B5, B6 und B7). Da die erfassten Messerwerte mittels Datenlogger durch manuelle Kontrollmessungen verifiziert werden und daher als verlässlich einzuschätzen sind, ist davon auszugehen, dass die Abweichungen der Grundwasserbewegungen auf die Brunnenlage zurückzuführen ist.

Die horizontalen Abschnitte in den Ganglinien deuten auf „0“ Messungen hin (Brunnen trocken/ Grundwasserstand niedriger als Sondenhöhenlage).

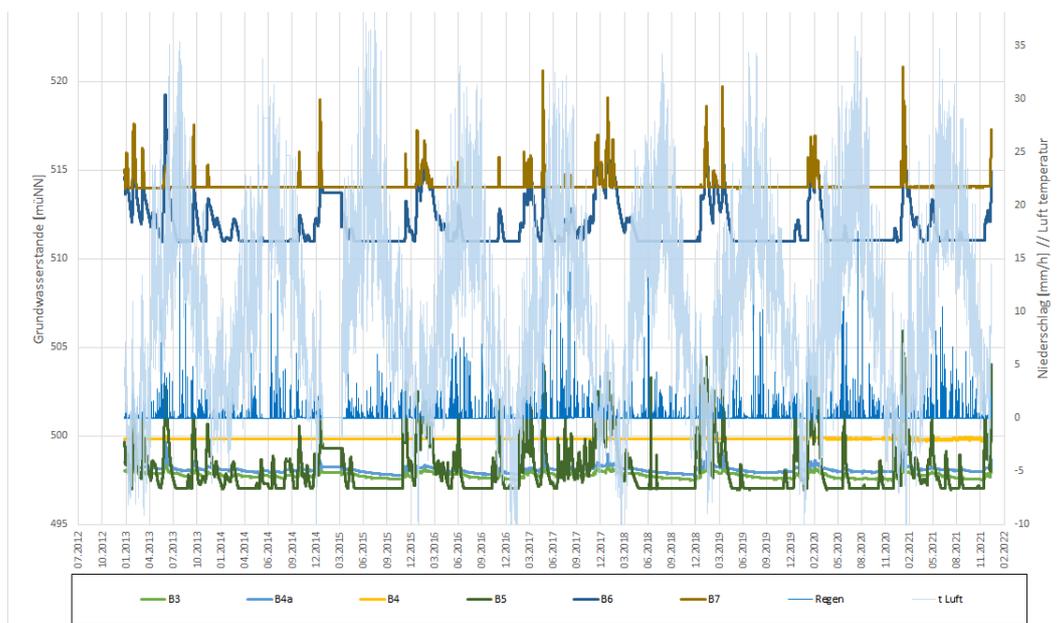


Abbildung 2: Grundwassermessungen Brunnen, Betrachtungszeitraum 2013 – 2021

## 2.2 Grundwassermessungen (Datenlogger) in Kernbohrungen, BK (Betrachtungszeitraum 2013-2019)

Abbildung 3 zeigt die in der Auswertung berücksichtigten BK/Brunnen **BK5, BK6, BK11, BK12, BK13 (G13), BK15a, BK23a**. Die GW-Messungen erfolgten automatisiert mittels Datenlogger.

### Datengrundlage:

-  HAP Oberbecken BK DataLogger Messungen 2013-04-01 bis 2019-05-07.xlsx
-  HAP Oberbecken BK DataLogger Messungen 2019-01-01 bis 2019-12-31.xlsx
-  HAP Oberbecken BK DataLogger Messungen 2020-01-01 bis 2020-12-31.xlsx
-  HAP Oberbecken BK DataLogger Messungen 2021-01-01 bis 2021-12-31.xlsx
-  HAP Oberbecken BK DataLogger Messungen 2022-01-01 bis 2022-12-31.xlsx

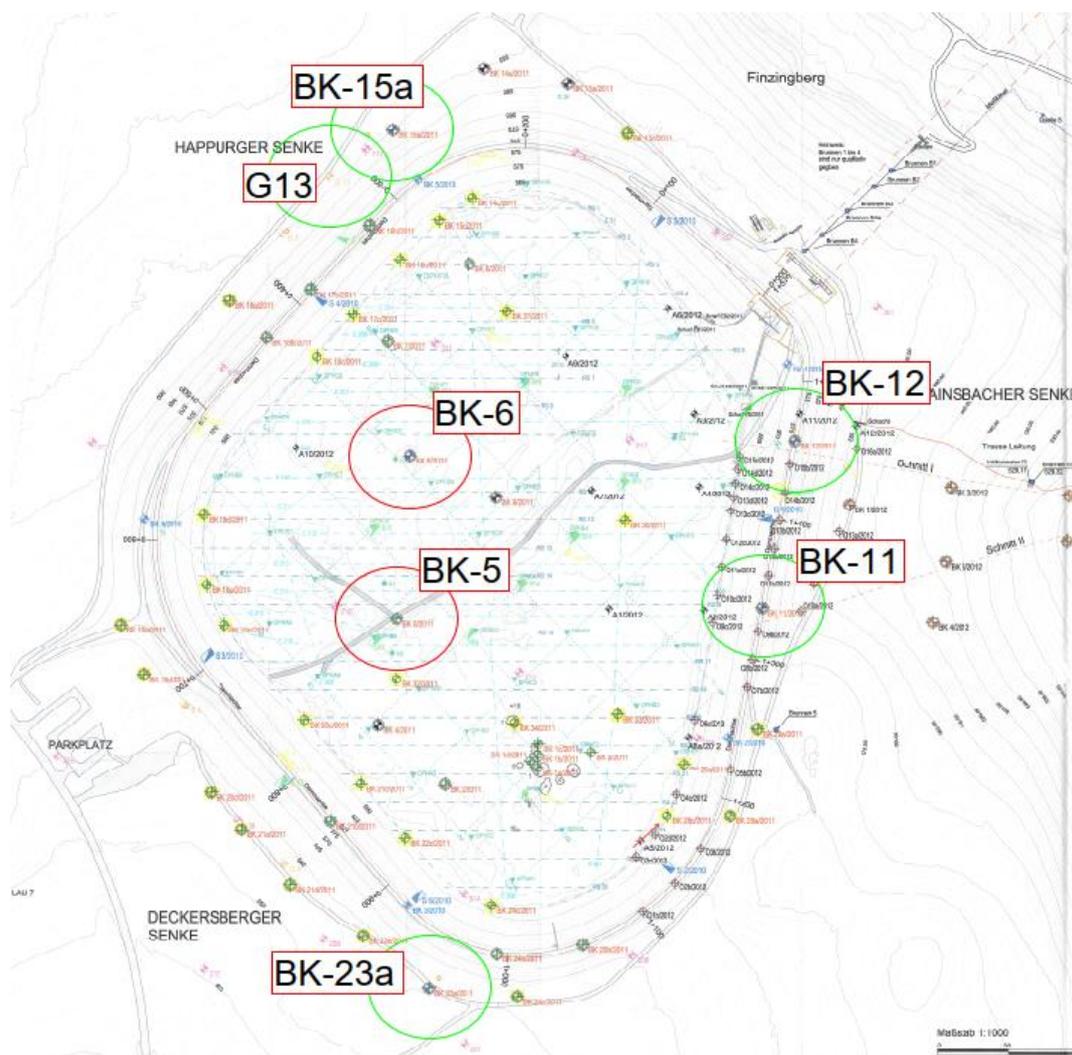


Abbildung 3: Lageplan Oberbecken inkl. zu GW-Messstellen ausgebaute Kernbohrungen

Die GW-Messungen in BK-5 zeigen keine Bewegungen in der Ganglinie. Unter Berücksichtigung der GW-Messstellentiefe (26m inkl. Aufsatzrohr) und den Kontrollmessungen kann davon ausgegangen werden, dass die GW-Messstelle dauerhaft trocken ist, also der GW-Stand tiefer als die Messstellentiefe liegt.

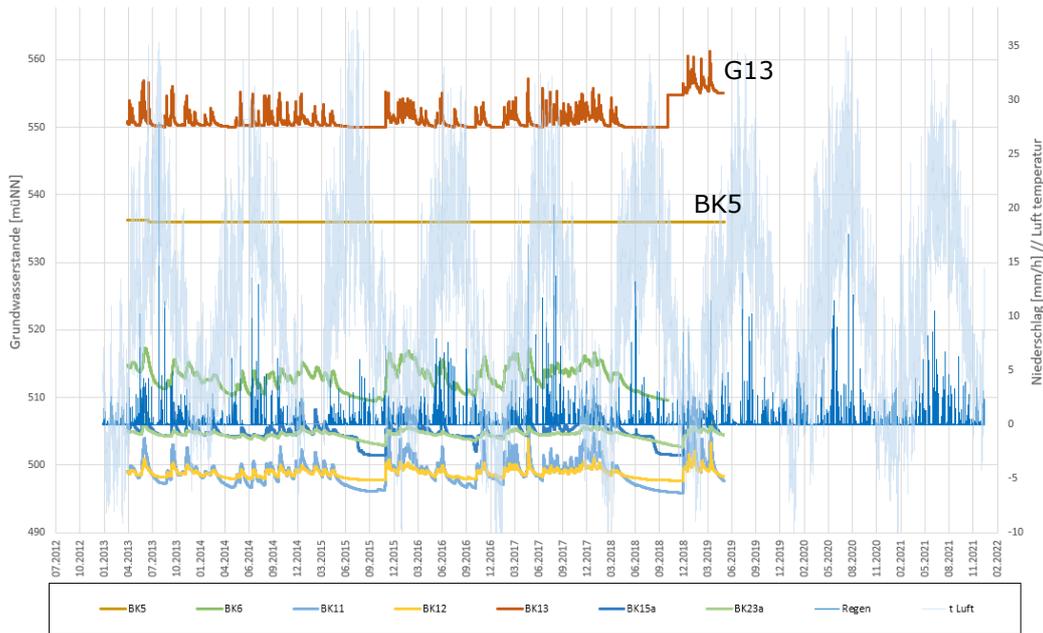


Abbildung 4: Grundwassermessungen Brunnen, Betrachtungszeitraum 2013 – 2019

Die gemessenen GW-Stände in BK-13 (G13), BK-15a und Brunnen 7 bzw. die hydrostatischen Druckhöhen weisen trotz räumlicher Nähe starke Abweichungen auf (Abweichung GW-Spiegel von BK-13 zu BK-15a bis zirka 50m). Abbildung 5 zeigt die Überlagerung der Ganglinien von BK15a und BK-13 (G13). Die ausgebildeten Ganglinienverläufe und -spitzen können als ähnlich beschrieben werden und können tendenziell unter Betrachtung von Abbildung 6 auf den Niederschlag zurückgeführt werden.

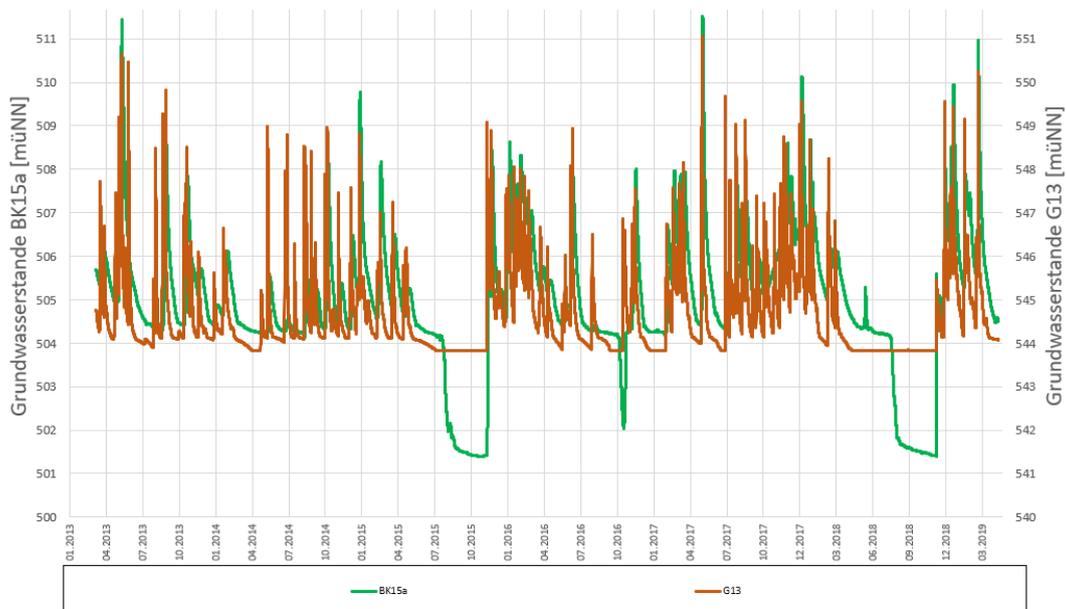


Abbildung 5: Vergleich BK15a mit G13

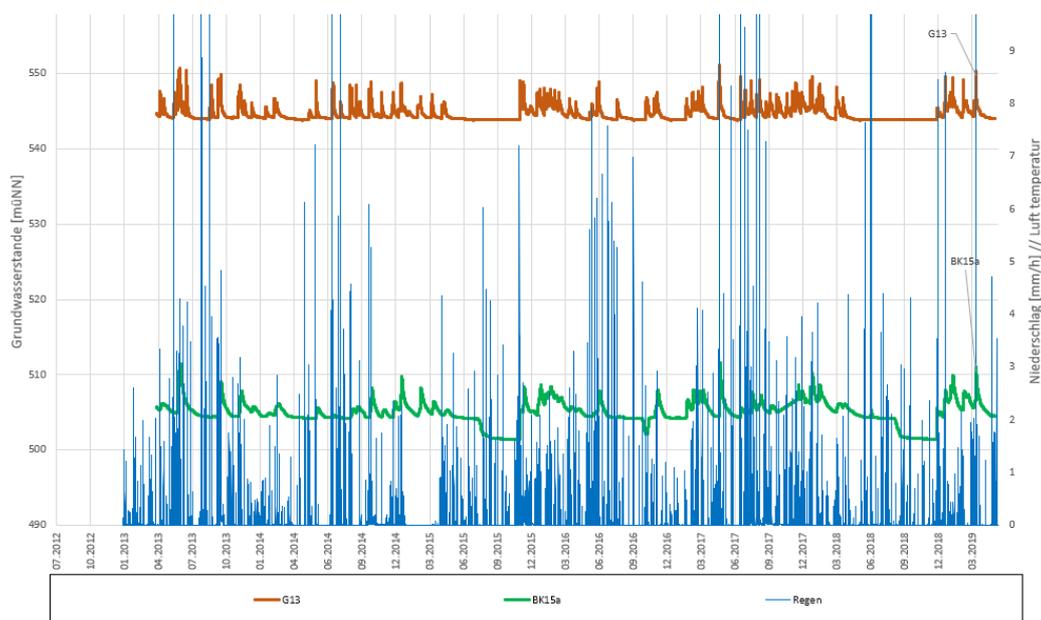


Abbildung 6: Vergleich BK15a und G13 mit Niederschläge

### 2.3 Grundwassermessungen (manuell) in Kernbohrungen, BK (Betrachtungszeitraum 2018-2022)

Abbildung 7 zeigt die in der Auswertung berücksichtigten Grundwassermessstellen in den Kernbohrungen **BK-1/2012**, **BK-4/2011**, **BK-13-d/2011**, **BK-14-c/2011**, **BK19-c/2011**, **BK-20d/2011**, **BK-29a/2011**, **BK-33/2011**. Die GW-Messungen erfolgten manuell.

#### Datengrundlage:

-  HAP Obb. Brunnen monatlich 2013.xlsx
-  HAP Obb. Brunnen monatlich 2016.xlsx
-  HAP Obb. Brunnen monatlich 2017.xlsx
-  HAP Obb. Brunnen monatlich 2018.xlsx
-  HAP Obb. Brunnen monatlich 2019.xlsx
-  HAP Obb. Brunnen monatlich 2020.xlsx
-  HAP Obb. Brunnen monatlich 2021.xlsx
-  HAP Obb. Brunnen monatlich 2022.xlsx
-  HAP Obb. Brunnen wöchentlich ab KW13.xlsx
-  HAP Obb. Brunnen wöchentlich ab KW39.xlsx

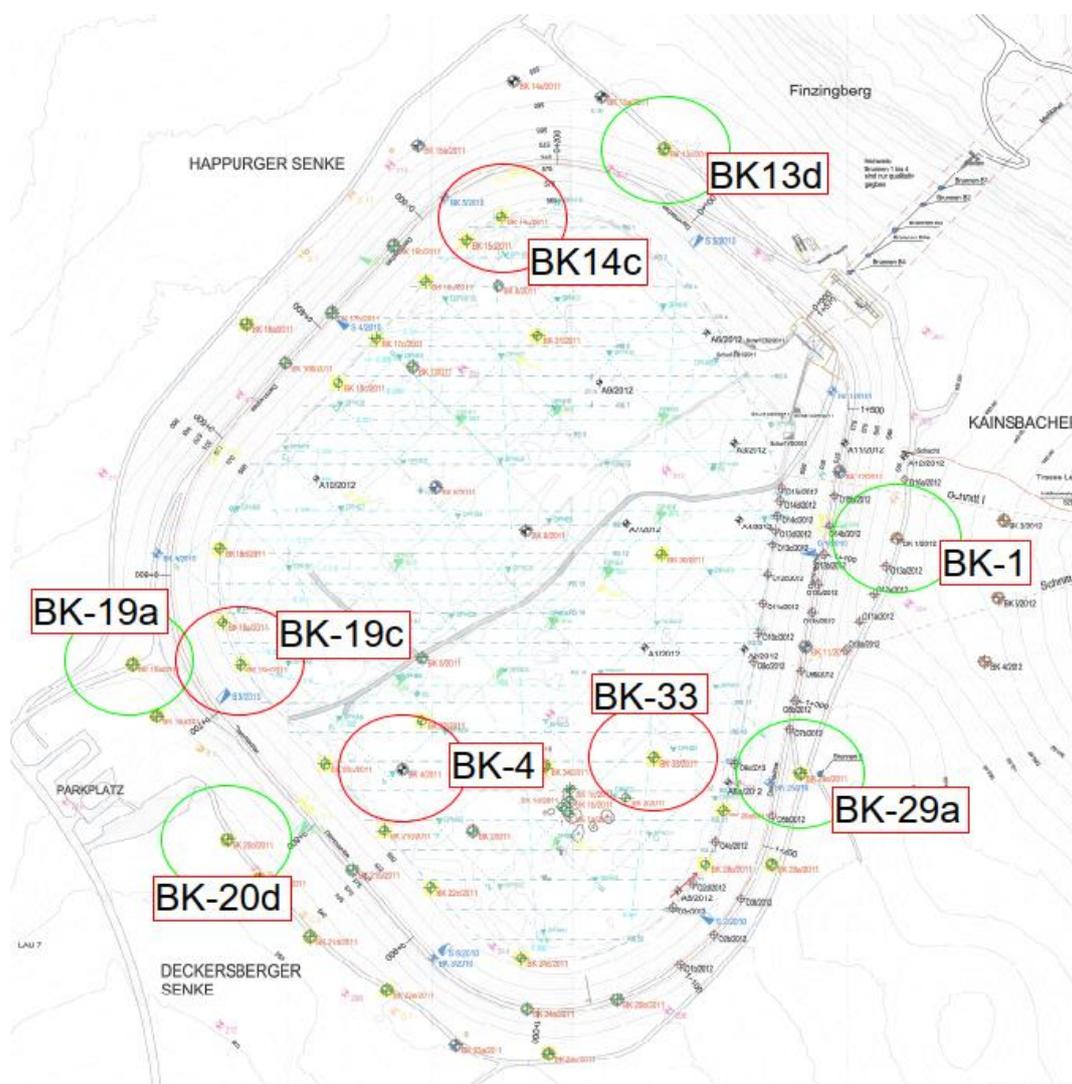


Abbildung 7: Lageplan Oberbecken inkl. zu GW-Messstellen ausgebauter Kernbohrungen (manuelle Messung)

Sämtliche manuelle GW-Messungen, mit Ausnahme von BK1/2012, zeigen vergleichsweise hohe Grundwasserstände (zwischen 530 – 560mNN). Es ist auffällig, dass die gemessenen Grundwasserstände immer im Nahbereich des Messstellentieftsten liegen (Interpretation siehe Abschnitt 2.4.1).

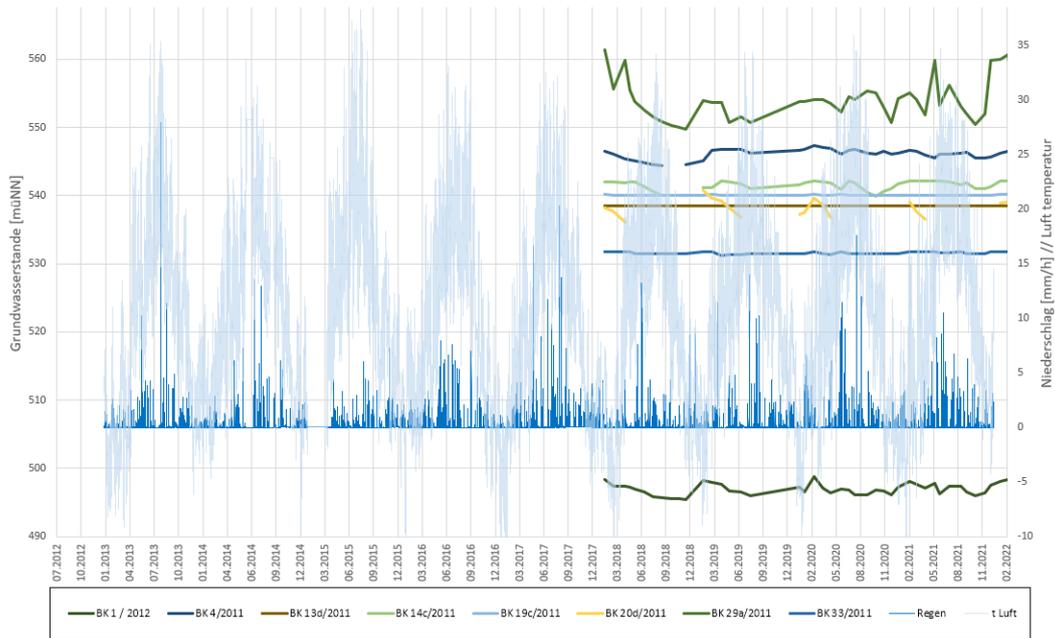


Abbildung 8: Grundwassermessungen Brunnen, Betrachtungszeitraum 2018 - 2022

## 2.4 Zusammenstellung/Gegenüberstellung GW-Messungen

Abbildung 9 zeigt eine Zusammenstellung sämtlicher in diesem Dokument betrachteter GW-Messungen/-Daten.

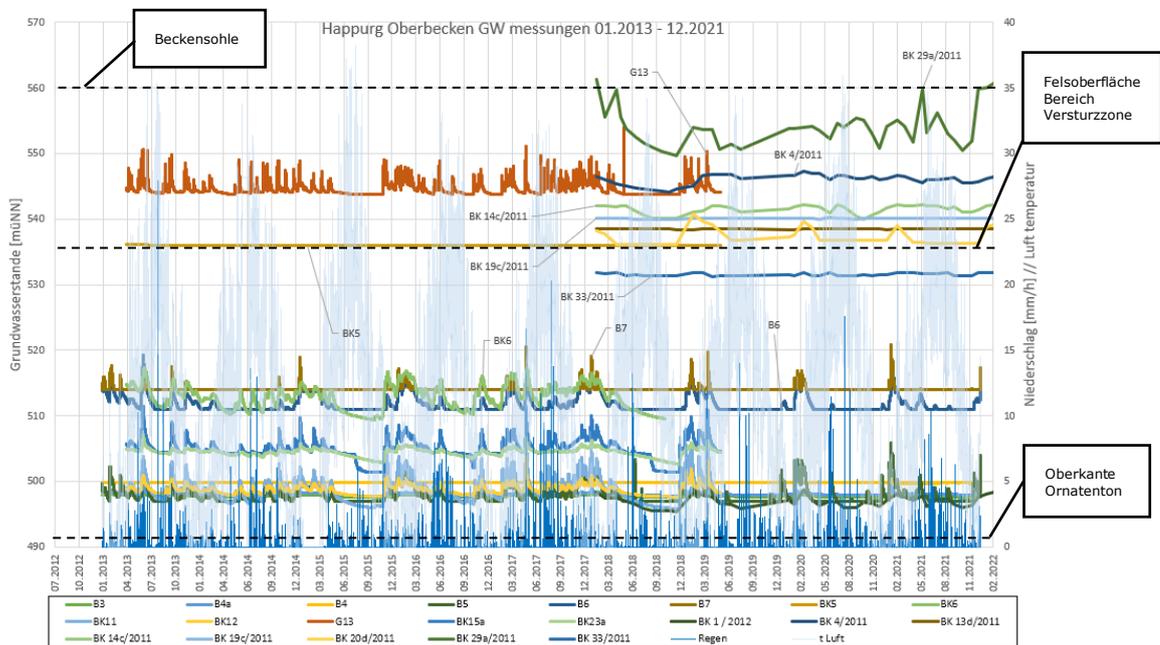


Abbildung 9: Zusammenstellung sämtlicher Grundwassermessdaten (Betrachtungszeitraum 2013 - 2021)

Um die Übersichtlichkeit zu verbessern (Visualisierung) wurden zwei getrennte Diagramme für **i. Grundwassermessungen im Nahbereich der Beckensohle** (Abbildung 10) und **ii. Grundwassermessungen im Bereich des Ornatentons** (Abbildung 12) erstellt.

### 2.4.1 Grundwassermessungen im Nahbereich der Beckensohle

Bei den Grundwassermessungen im Nahbereich der Beckensohle (Grundwassermessungen über 530mNN) wurde in den meisten GW-Messstellen ein Wasserstand im Nahbereich des Bohrloch-/Brunnentiefsten (Bohrlochgrund abgedichtet mit Ton) festgestellt (siehe Tabelle 1). Zur Herstellung der GW-Messstellen wurden Bohrlöcher in einer gewählten Tiefenlage mittels Ton verpresst/abgedichtet und anschließend wurde im darüberliegenden Bereich (bis Oberkante Bohrung) ein PVC Rohr eingebracht (vgl. Abbildung 11).

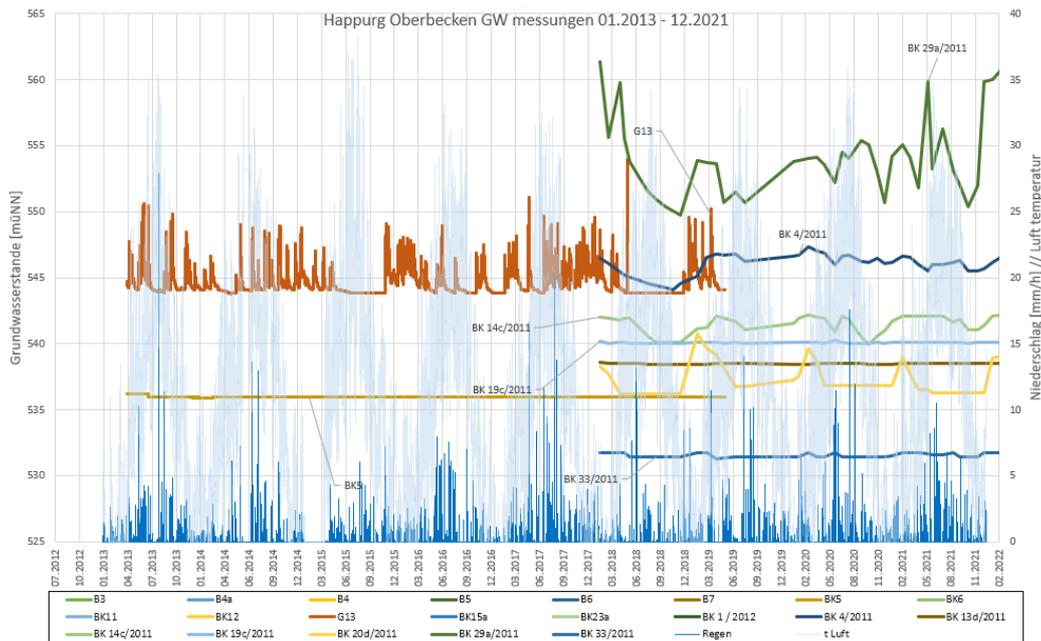


Abbildung 10: Grundwassermessungen im Nahbereich der Beckensohle, Betrachtungszeitraum 2013 - 2021

Die meisten GW-Messstellen befinden sich im Kalksteingebirge, in dem aufgrund der hohen Gebirgsdurchlässigkeit tendenziell kein hoher Grundwasserstand zu erwarten ist. Die in Tabelle 1 dargestellten Auswertungen zeigen, dass in den meisten GW-Messstellen ein GW-Stand knapp über dem GW-Messstellengrund gemessen wird (letzte Spalte). Unter Berücksichtigung der Messstellenausführung und der Ergebnisse der Datenauswertung ist davon auszugehen, dass die gemessenen GW-Stände keine natürlichen GW-Stände darstellen und somit nicht repräsentativ sind.

Tabelle 1: Grundwassermessungen im Nahbereich der Beckensohle

Bohrung	Datenquelle	Endtiefe Bohrung [m]	Endtiefe GW-Messstelle oder Tonabdichtung [m]	Geologie im Bereich der Endtiefe GW-Messstelle	Länge Aufsatzrohr über GOK [m]	GW-Messstellenlänge (Tiefe von Aufsatzrohrberkante zu Endtiefe GW-Messstelle) [m]	GW-gemessen [m] (05.2013)	GW-Stand über GW-Messstellentiefe [m]
BK 4	Anlage 4-07 BK4-2011	32,0	16,0	Schluff, tonig	1,00	17,00	16,81	0,19
BK 13d	Anlage 4-16 BK13d-2011	26,0	25,0	Kalkstein	1,00	26,00	25,48	0,52
BK 14c	Anlage 4-18 BK14c-2011	22,0	20,7	Kalkstein	1,00	21,70	19,50	2,20
BK 19a	Anlage 4-31 BK19a-2011	20,0	20,0	Kalkstein	0,00	20,00	trocken	trocken
BK 19c	Anlage 4-32 BK19c-2011	27,7	23,0	Kalkstein	0,96	23,96	21,80	2,16
BK 20d	Anlage 4-35 BK20d-2011	20,0	20,0	Kalkstein	1,00	21,00	19,82	1,18
BK 29a	Anlage 4-49 BK29a-2011	25,0	13,0	Kalkstein	0,98	13,98	14,18	-0,20
BK 33	Anlage 4-54 BK33-2011	32,0	30,8	Kalkstein	1,09	31,89	29,32	2,57
G13/198 1	Anlage 7 versickerungsversuch	10,0	10,0	-	0,00	10,00	9,18	0,82

Abbildung 11 zeigt beispielhaft die Ausführung der GW-Messstellen.

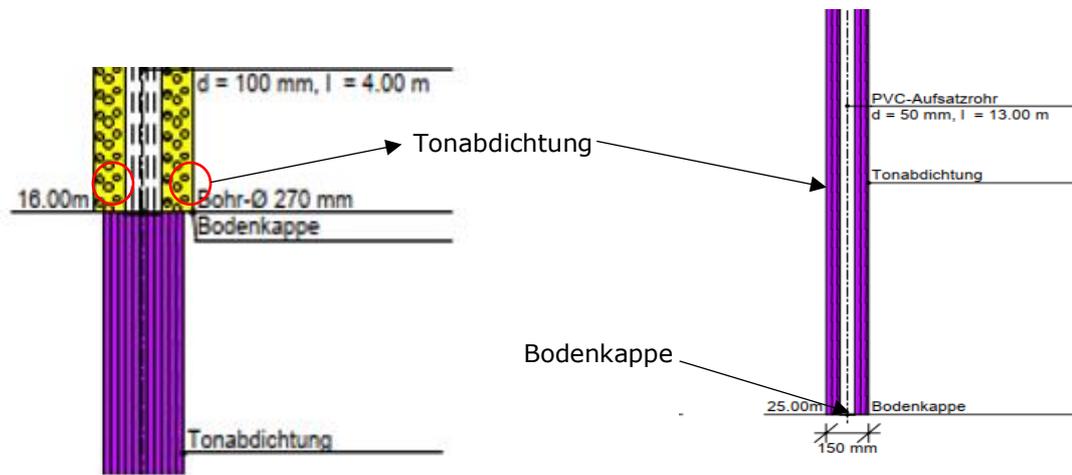


Abbildung 11: Beispielskizze Einbau BK4 (links) und BK29a (rechts)

## 2.4.2 Grundwassermessungen im Bereich des Ornatentons

Abbildung 12 zeigt die GW-Messdaten im Bereich des Ornatentons.

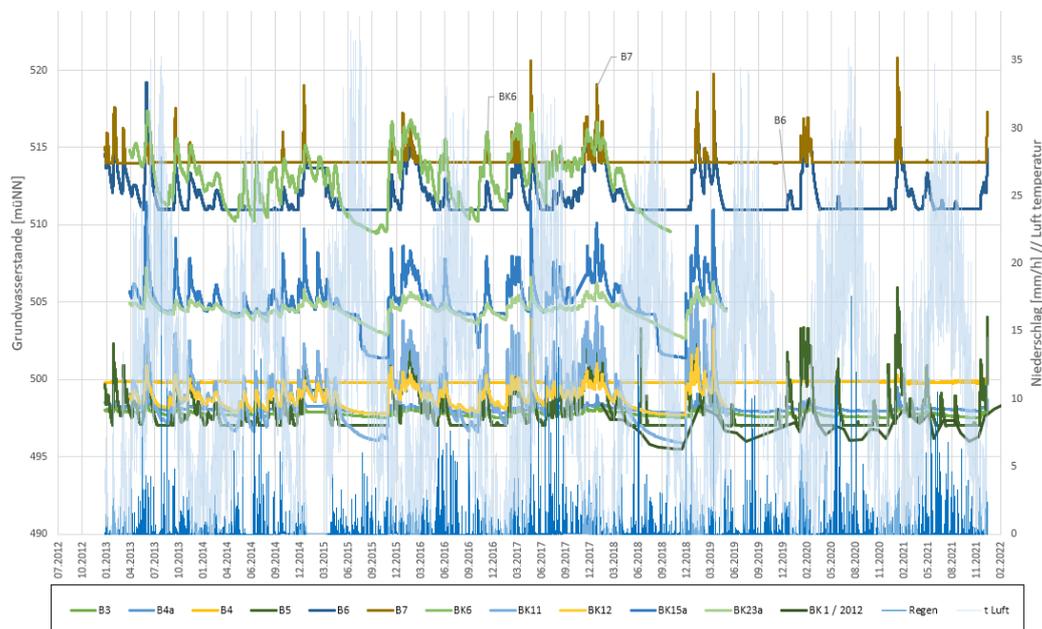


Abbildung 12: Grundwassermessungen im Bereich des Ornatentons, Betrachtungszeitraum 2013 - 2021

Basierend auf den vorhandenen Daten (Grundwassermessungen zwischen 490 - 520 mN) kann tendenziell von einem „leichten“ Gefälle (Orientierung W → O) der Grundwasseroberfläche (Hauptgrundwasserkörper) ausgegangen (dargestellt in den geologischen Schnitten bzw. im 3D Modell, vgl. Abbildung 14 und Abbildung 15) werden (Schnittführung siehe Abbildung 13). Tabelle 2 zeigt die Grundwassermessungen zu drei ausgewählten Zeitpunkten (01.09.2013, 01.03.2016 und 01.02.2018). Die Daten von Tabelle 2 sind grafisch mittels Isolinien in den Lageplänen in Abbildung 16, Abbildung 17 und Abbildung 18 dargestellt.

Tabelle 2: Gewählte Grundwassermessungen im Bereich des Ornatentons

Name	Koordinate	Grundwasser Höhe (mN)		
		01.09.2013	01.03.2016	01.02.2018
Brunnen-3	678552.051, 5483851.996	497,732	497,981	497,507
Brunnen-4a	678535.237, 5483834.610	498,063	498,222	497,792
Brunnen-4	678523.341, 5483822.829	499,828	499,830	499,801
Brunnen-5	678518.652, 5483487.434	497,756	499,924	497,024
Brunnen-6	678105.312, 5483488.695	511,004	514,173	511,000
Brunnen-7	678159.056, 5483821.865	514,019	514,019	514,019
BK6/2011	678254.548, 5483669.055	512,550	515,960	515,337
BK11/2011	678505.433, 5483572.286	498,910	500,844	501,217
BK12/2011	678523.027, 5483689.611	498,810	499,500	499,530
BK15a/2011	678232.222, 5483897.330	504,450	506,762	507,333
BK23a/2011	678283.996, 5483297.522	504,320	505,298	505,360
BK1/2012	678562.296, 5483646.080	-	-	498,370

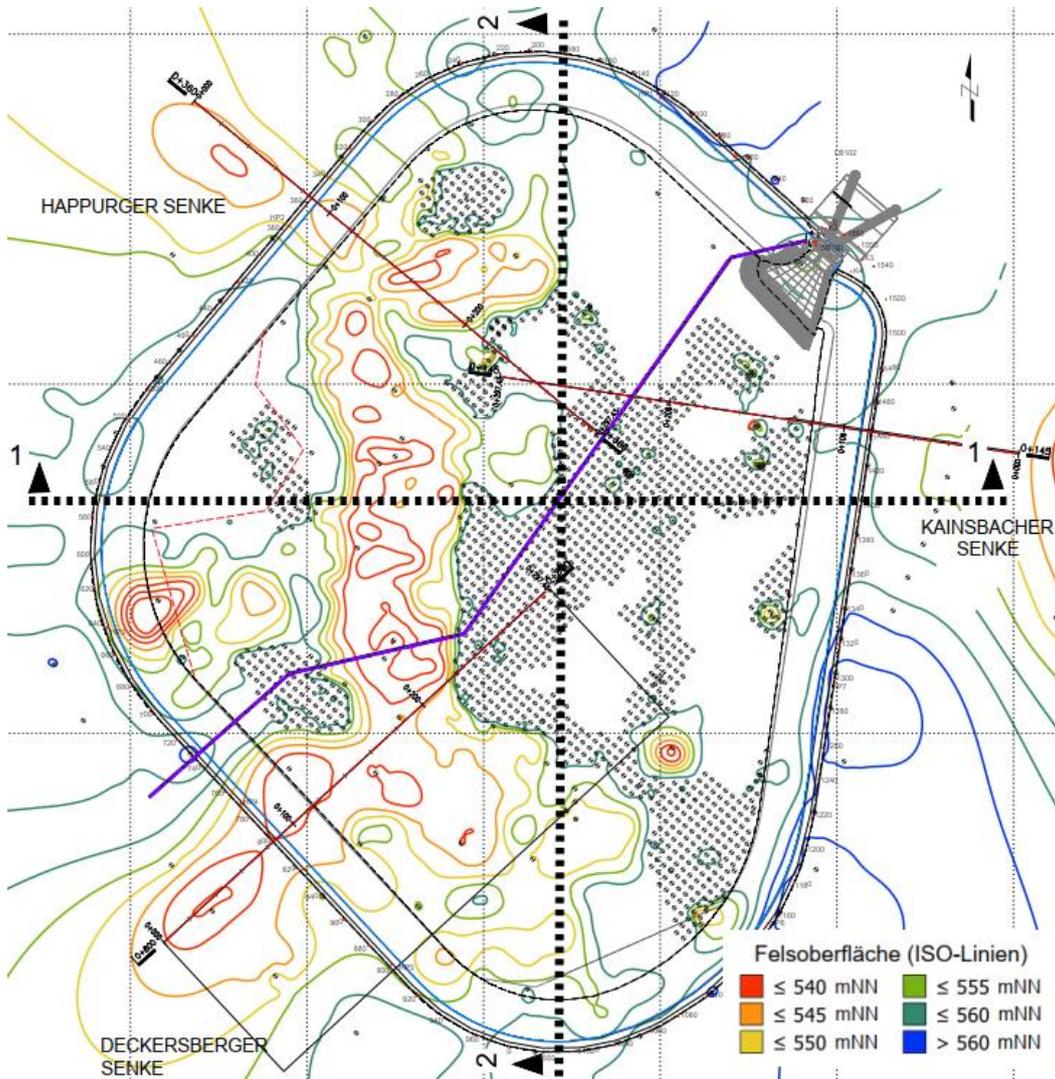


Abbildung 13: Lageplan inkl. Schnittführung (vgl. Abbildung 14 und Abbildung 15)

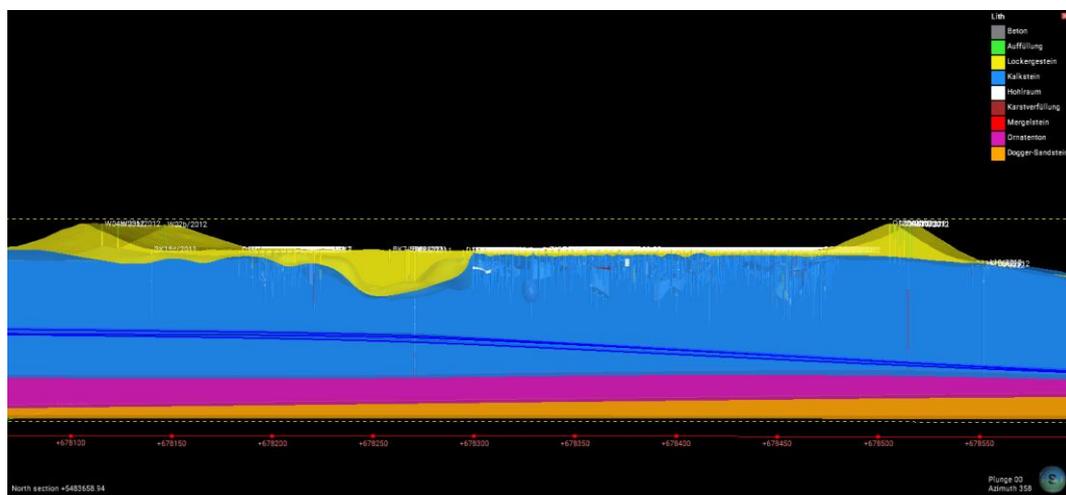


Abbildung 14: Interpolierte Grundwasseroberflächen, Blickrichtung Norden (3D Untergrundmodell) – Schnitt 1-1

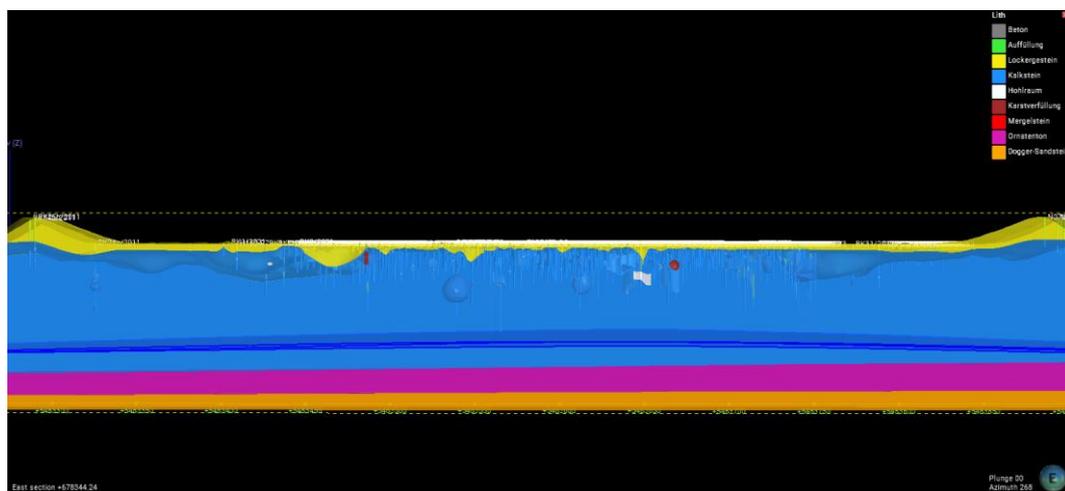


Abbildung 15: Interpolierte Grundwasseroberflächen, Blickrichtung Westen (3D Untergrundmodell)  
– Schnitt 2-2

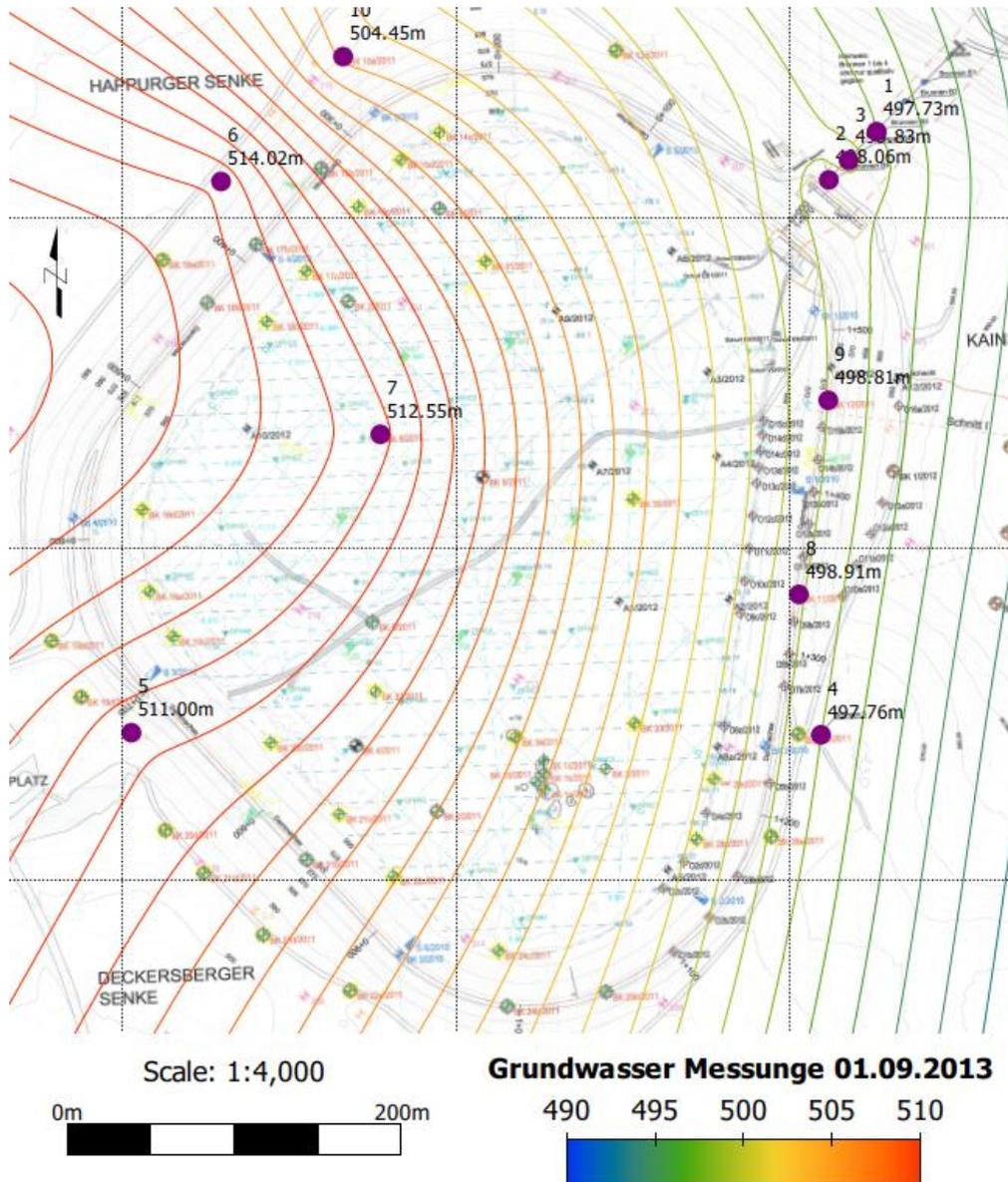


Abbildung 16: Isolinien der GW-Oberfläche oberhalb des Ornatentons (01.09.2013)

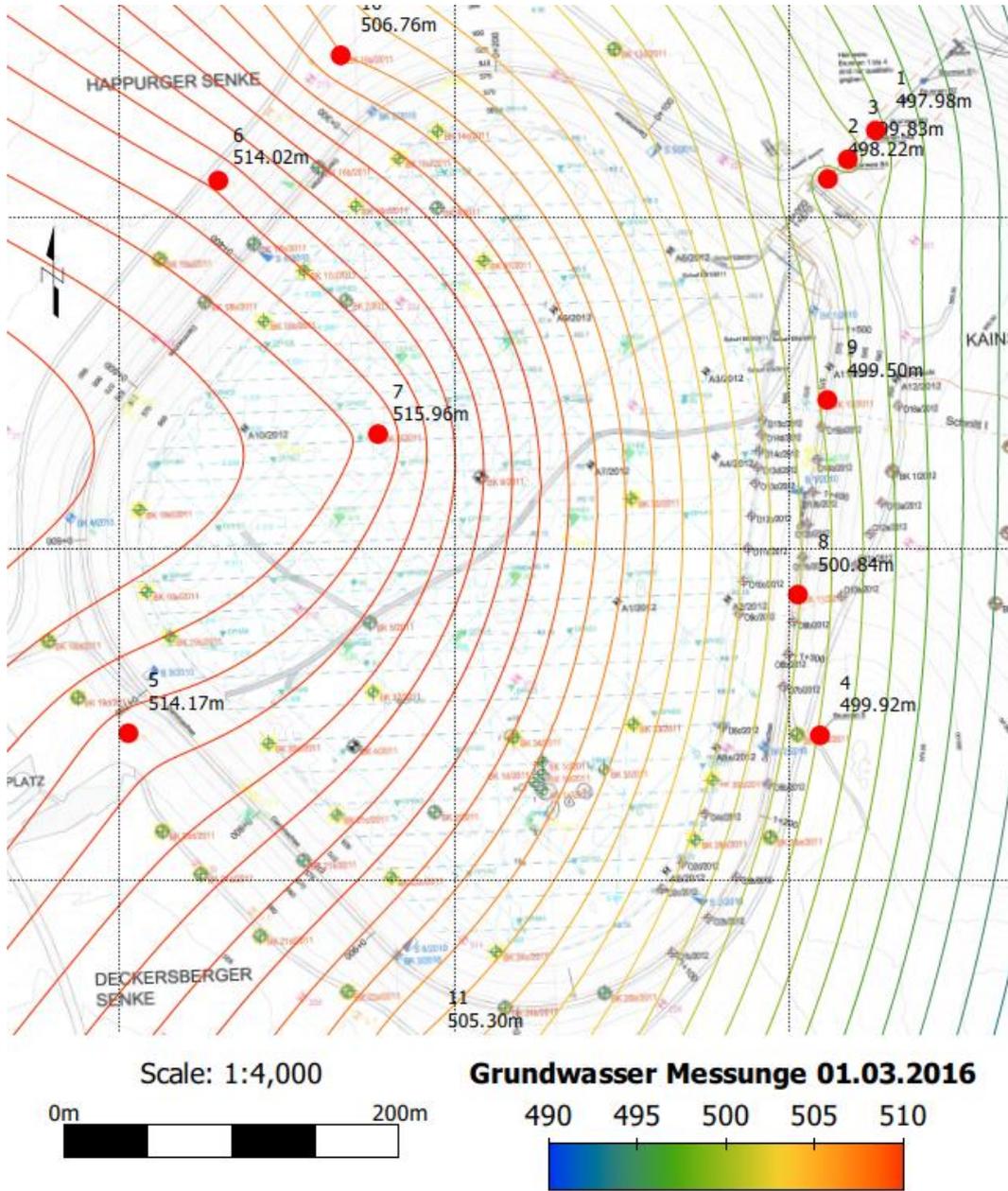


Abbildung 17: Isolinien der GW-Oberfläche oberhalb des Ornatentons (1.03.2016)

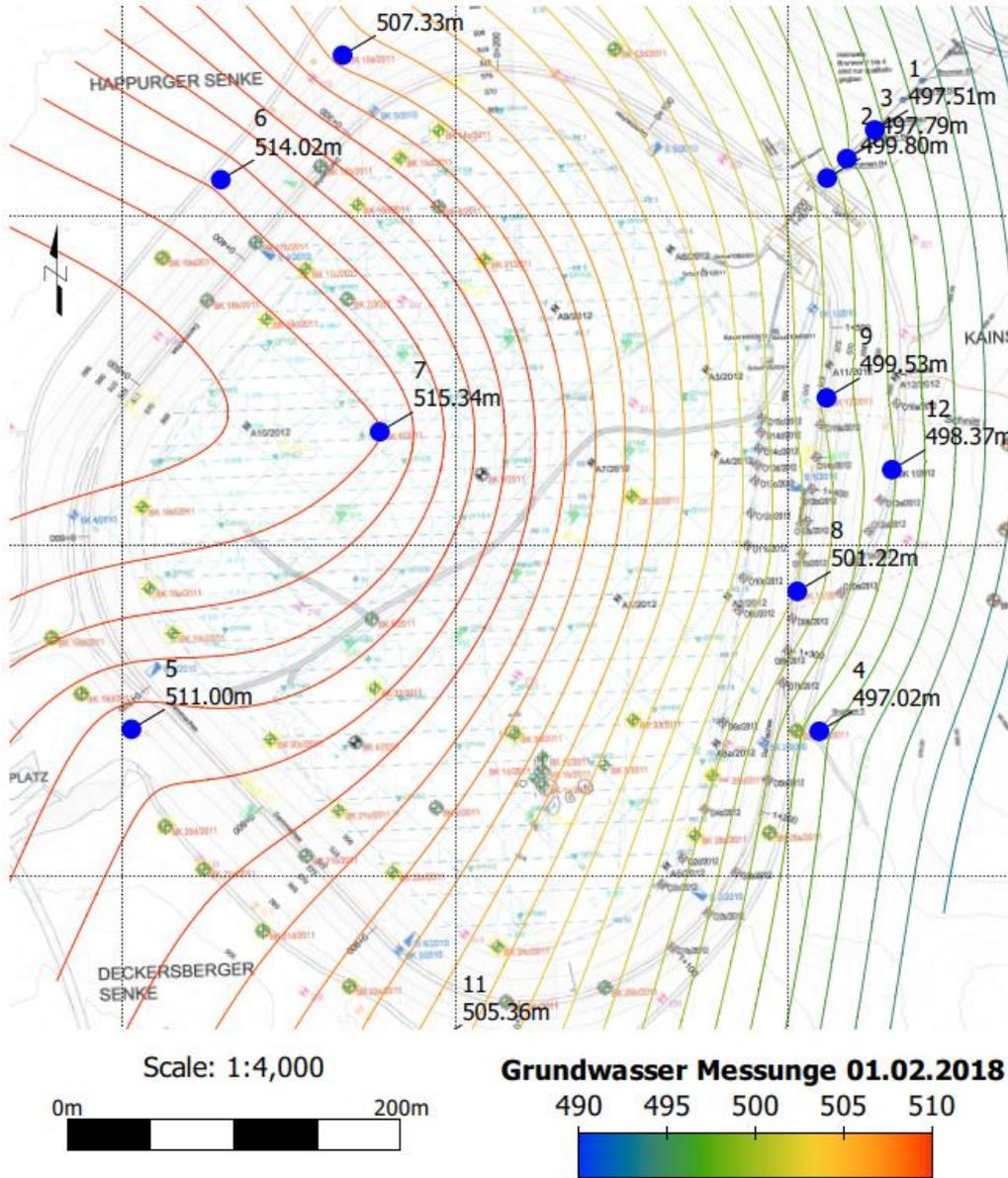


Abbildung 18: Isolinien der GW-Oberfläche oberhalb des Ornatentons (1.02.2018)

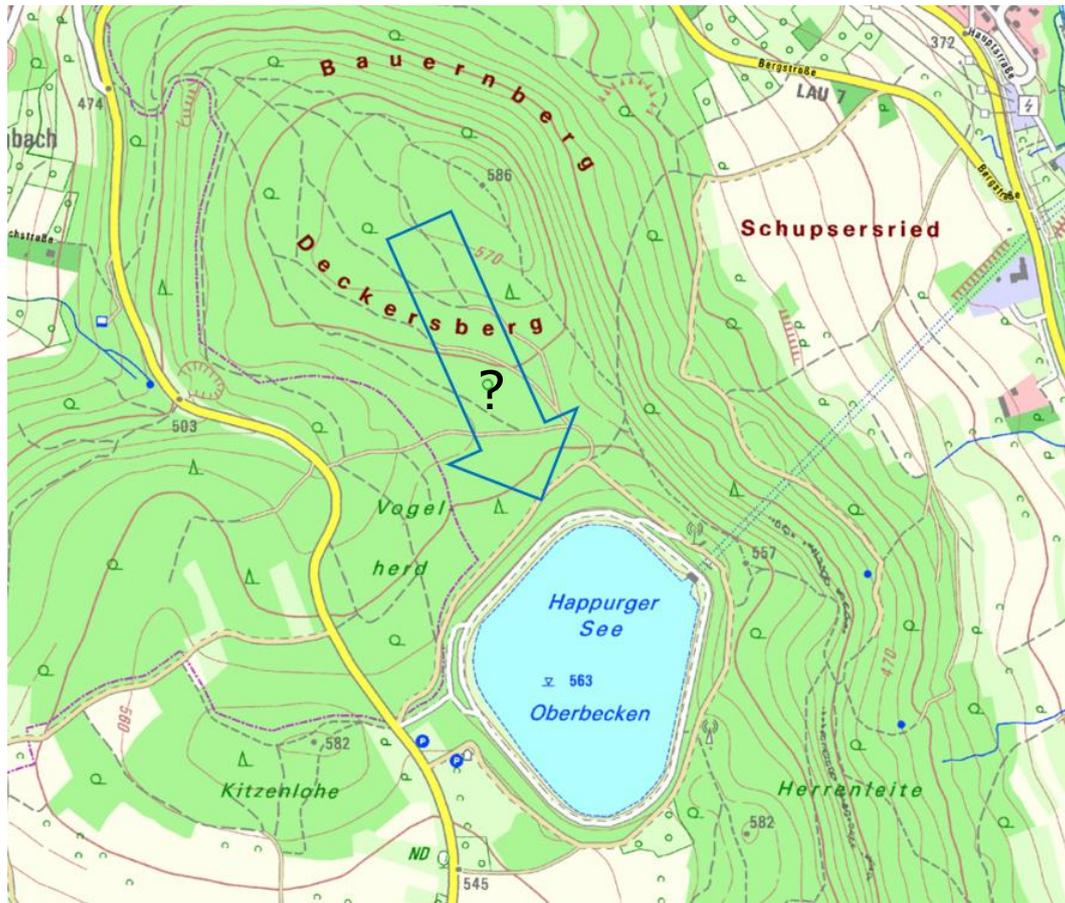


Abbildung 19: Topographische Karte Bereich Oberbecken (blauer Pfeil zeigt möglichen GW Zustrom zu Becken)

### 3 Interpretation und Schlussfolgerung

Die in diesem Dokument beschriebenen Grundwasserauswertungen beziehen sich auf Messdaten von 2013 bis 2022. Die Auswertungen zeigen, dass kein zweiter Grundwasserkörper/-horizont (Schichtengrundwasser) im Nahbereich der Beckensohle nachgewiesen werden kann. Die GW-Messdaten implizieren einen Grundwasserkörper (Hauptgrundwasserkörper), welcher durch den Grundwasserstauer (Ornatenton - Seehöhe zirka 495mNN) begrenzt wird. Die detaillierte Betrachtung der GW-Messdaten im Nahbereich des Beckenbodens (siehe Abschnitt 2.4.2), welche in der Vergangenheit dazu führten dass ein zweiter oberflächennaher Grundwasserkörper (Schichtengrundwasser) vermutet wurde, zeigte dass die gemessenen GW-Stände mit hoher Wahrscheinlichkeit keine natürlichen Grundwasserständen zeigen. Vielmehr werden gesammelte Wässer aus Niederschlag, etc. in den GW-Messstellentiefsten detektiert (siehe Tabelle 1). Im Bezug auf den Hauptgrundwasserkörper zeigen die erstellten GW-Isolinienkarten (siehe Abbildung 16, Abbildung 17 und Abbildung 18) einen Grundwasserstrom Richtung Nord-Ost (tendenziell rechtwinkelig auf die Störzone/Versturzzone). Die angesprochenen Grundwassermessungen bzw. der dadurch abgegrenzte Grundwasserkörper bzw. dessen Oberfläche liegt in allen Bereichen zirka 20m unterhalb der Felsoberfläche und beeinflusst somit nicht die baulichen Maßnahmen am Oberbecken.

Das nicht vorhanden sein eines Schichtengrundwasserkörpers nahe der Oberfläche unterstützt auch die Theorie, dass in der Vergangenheit die Verstürze durch

Lockergesteinserosion, bedingt durch Wasserzutritten aus dem Becken, hervorgerufen wurden. Dies scheint insofern plausibel da die eintretenden Wässer entsprechende Gradienten (Staudruck) aufwiesen.

Basierend auf den GW-Auswertungen beziehungsweise dem zuvor ausgeführten, kann der Stellungnahme von Prof. Strobl vollumfänglich zugestimmt werden.

**Stellungnahme Prof. Strobl (12.10.2022)**

Die Beobachtung der Grundwasserstände oberhalb des Ornatentons sind für die Sicherheitsüberwachung des Oberbeckens des PSW Happurg nicht zielführend da diese von mehreren Einflussfaktoren bestimmt werden und nur sehr träge reagieren. Da durch eine zweischalige Abdichtung des Oberbeckens die Sicherheitsüberwachung der Dichtigkeit vorgesehen ist, ist aus Sicht des Unterzeichnenden eine weitere Analyse der Grundwasserverhältnisse oberhalb des Ornatentons im Zusammenhang mit dem Betrieb des PSW nicht erforderlich.