

**Auswertung zu den Untersuchungen
der hydrogeologischen Verhältnisse
im Raum Hartmannsdorf und Einfluss
der Kiessandtagebaue auf das Tribschseemoor**

Bearbeiter: Dr. F. Bednorz
F. Hertel
S. Duhra

Bestätigt: 
.....
C. Risch
stellv. Abteilungsleiterin
Fugro Germany Land
Bergbau/Umwelt


.....
Dr. F. Bednorz
Büroleiter (HGN Berlin-
Brandenburg)

Datum: Berlin, 13.12.2018

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	5
2	Umsetzung der Maßnahmen	5
2.1	Überwachung der moornahen Grundwasserverhältnisse.....	5
2.2	Durchführung des Pumpversuchs zur Prüfung des Speisungseinflusses des Oder-Spree-Kanals 6	
3	Auswertung der Untersuchungsergebnisse	7
3.1	Auswertung der Messergebnisse zu moornahen Messstellen	7
3.2	Auswertung der Messergebnisse zum Pumpversuch.....	9
3.3	Zusammenfassende Bewertung der Messergebnisse.....	10
4	Modelltechnische Auswertung	11
4.1.1	Methodik.....	11
4.1.2	Instationäre Modellberechnungen.....	11
4.1.3	Stationäre Modellberechnungen	13
4.1.3.1	Modellkalibrierung.....	13
4.1.3.2	Auswirkungsprognose zum geplanten Erweiterungsfeld.....	15
4.2	Zusammenfassende Bewertung der Modellergebnisse.....	19
5	Empfehlung weiterer Maßnahmen	19

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Kombinationsgrafik mit Wasserständen moornaher Messstellen.....	8
Abbildung 2:	Kombinationsgrafik mit Wasserständen moornaher Messstellen und der GWM 05/08	8
Abbildung 3:	Kombinationsgrafik mit Wasserständen der PV-Messstellen und den Pumpraten in der GMW 1/18.....	9
Abbildung 4:	berechnete Wasserstände vor der Parameteranpassung (20181017_1)	12
Abbildung 5:	berechnete Wasserstände nach Parameteranpassung (20181124_3)	13
Abbildung 6:	Vergleich der gemessenen (observed) und berechneten (computet) Wasserspiegel; blaue Linie: berechneter Wert entspricht dem gemessenen Wert; Konfidenzintervall: Abweichung des berechneten vom gemessenem Wert > ±50 cm	14

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Koordinaten der Messstellen (ETRS) zur Überwachung der moornahen Grundwasserverhältnisse (Anlage 1)	5
Tabelle 2:	Koordinaten der Messstellen für den Pumpversuch (Anlage 1)	6
Tabelle 3:	Auswertung der Absenkbeträge während des PV	9
Tabelle 4:	Gegenüberstellung der gemessenen und berechneten Absenkung	13
Tabelle 5:	Übersicht zu den simulierten Abbauzuständen (Variationen sind fett hervorgehoben).....	15
Tabelle 6:	Grundwasserbilanz durch den Kiesabbau Hartmannsdorf II und Hartmannsdorf SW 2 für den Ausgangszustand und die Prognosevarianten 1 und 2.....	16
Tabelle 7:	Zusammenfassung der Ergebnisse zur prognostischen Wasserstandsentwicklung.....	17
Tabelle 8:	Zusammenstellung der relevanten Grundwassermessstellen und Vorschlag für das montanhydrogeologische Monitoring	19

Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Lageplan mit Darstellung der Messstellen für die Umsetzung der Maßnahmen, M 1 : 4.000
Anlage 2:	Bohrprofile und Ausbaudaten der Messstellen
Anlage 3:	G27 Ausbaudaten und Funktionsfähigkeit
Anlage 4:	Fotodokumentation
Anlage 5:	Grundwassergleichpläne
Anlage 5.1:	Grundwassergleichplan vom 09.10.2018
Anlage 5.2:	Grundwassergleichplan vom Okt. 2017
Anlage 6:	Grundwasserganglinien
Anlage 7:	Wasserbuch zum Pumpversuch
Anlage 8:	Modelldokumentation
Anlage 8.1:	Karte mit Darstellung der kf-Werte für den oberen Grundwasserleiter
Anlage 8.2:	Simulationsergebniss für den Ausgangszustand Okt. 2017
Anlage 9:	Simulationsergebnisse für Prognosevarianten
Anlage 9.1:	Prognose der Wasserstandsentwicklung bei aktivem Kiesabbau – VAR 1
Anlage 9.2:	Prognose der Wasserstandsentwicklung bei aktivem Kiesabbau – VAR 2

Abkürzungen

DL	-	Datenlogger
FFH	-	Flora-Fauna-Habitat
GW	-	Grundwasser
GWL	-	Grundwasserleiter
GWM	-	Grundwassermessstelle
LBGR	-	Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe
LfU	-	Landesamt für Umwelt
LP	-	Lattenpegel
o. g.	-	oben genannt
OSK	-	Oder-Spree-Kanal
PFV	-	Planfeststellungsverfahren
PV	-	Pumpversuch
RP	-	Rammpegel
SW	-	Südwest
uWB	-	untere Wasserbehörde
v. g.	-	vorn genannt
WSP	-	Wasserspiegel
WSV	-	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

1 Veranlassung

Zur Klärung der hydrogeologischen Verhältnisse im Raum Hartmannsdorf und des Einflusses der Kiessandtagebaue Hartmannsdorf SW und Hartmannsdorf II auf das Tribschseemoor fand im Rahmen der Planfeststellungsverfahren (PFV) eine Beratung am 18.07.2018 statt.

Im hydrogeologischen Gutachten zum Vorhaben Hartmannsdorf II wurde mittels eines Grundwassermodells eine Absenkung des Grundwasserstandes an der südlichen Grenze des FFH-Gebietes Tribschsee von 15 cm prognostiziert.

Aufgrund dieser Modellprognose aus Fugro 2016 wurden im Ergebnis der Beratung folgende Maßnahmen festgelegt:

1. Überwachung des Grundwasserstandes im Bereich des Tribschseemoores an 3 Messstellen
2. Ermittlung der Speisungsmenge aus dem Oder-Spree-Kanal (OSK) durch einen nochmaligen Pumpversuch
3. Modellgestützter Vorschlag eines ökologischen Waldumbaus als Ausgleichsmaßnahme zur Erhöhung der Grundwasserneubildung im Einzugsgebietes des Tribschseemoores
4. Schließung von noch im Moor vorhandenen Entwässerungsgräben

Für die Umsetzung der festgelegten Maßnahmen 1 und 2 wurde Anfang August 2018 ein Konzept erarbeitet und vorgelegt. Die beiden Maßnahmen wurden im **Zeitraum vom 15.09.2018 bis zum 15.10.2018** durchgeführt. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchungen dargestellt und ausgewertet.

2 Umsetzung der Maßnahmen

2.1 Überwachung der moornahen Grundwasserverhältnisse

Um die Grundwasserstandsverhältnisse im Bereich des Tribschseemoores zu klären, wurden an folgenden Messstellen mittels Datenloggern der Wasserstand seit dem 15.09.2018 beobachtet:

- Lattenpegel Tribschsee, Rammpegel (RP) 4/18 und G 27

Die Koordinaten und Pegeloberkanten der o. g. Messstellen sind in der folgenden Tabelle genannt.

Tabelle 1: Koordinaten der Messstellen (ETRS) zur Überwachung der moornahen Grundwasserverhältnisse (Anlage 1)

Messstellen	Rechtswert	Hochwert	Pegeloberkante [m NHN]	Geländeoberkante [m NHN]
G27	3418572	5799789	38,14	37,30
RP 4/18	3418464	5799874	35,76	34,50
LP Tribschsee	3418717	5800112	35,75*	-

* Zur DL-Überwachung wurde direkt neben dem LP Tribschsee ein RP gesetzt, dessen Pegeloberkante bei 35,52 m NHN liegt.

Die Messdaten der Grundwasserstandsbeobachtung im Zeitraum vom 15.09.-15.10.2018 sind in Anlage 6 in Form von Wasserstandszeitreihen dokumentiert.

Der RP 4/18 wurde am 14.09.2018 durch den Sachverständigen für Umwelt und Chemie, Hr. Dr. Runge, zur Erfassung des Wasserstandes im Moorkörper gesetzt. Für die Registrierung der Grundwasserstände unterhalb des Moorkörpers wurde die bereits vorhandene Grundwassermessstelle G27 verwendet. Während der Vor-Ort Begehung erfolgte die Überprüfung der Funktionsfähigkeit dieser Messstelle. Da festgestellt wurde, dass die Messstelle funktionsfähig ist, ersetzt diese die im Konzept geplante GWM 5/18. Die Erfassung des Oberflächenwasserstandes erfolgte mit dem LP Tribschsee. Das Schichtenverzeichnis und der Ausbau des RP 4/18 und G27 sind in Anlage 2 und Anlage 3 beigefügt.

Zur Überwachung der Grundwasserverhältnisse wurden in den Messstellen Datenlogger mit stündlicher Datenerfassung eingerichtet, da Grundwasserstandschwankungen in kürzeren Zeiträumen, wie z.B. beim Pumpversuch gemessen werden, nicht zu erwarten waren. Die Aufzeichnung begann am 15.09.2018 und die Auslesung erfolgte am 15.10.2018. Es wird vorgeschlagen, im Moorbereich die DL zur Beweissicherung zu belassen oder durch monatliche Stichtagsmessungen zu ersetzen.

2.2 Durchführung des Pumpversuchs zur Prüfung des Speisungseinflusses des Oder-Spree-Kanals

Zur Prüfung des Speisungseinflusses des Oder-Spree-Kanals erfolgte die Durchführung eines Pumpversuches. Für den Versuch wurden südlich des Kanals eine Grundwassermessstelle (GWM) 1/18 sowie zwei temporäre Rammpegel (RP) 2/18 und 3/18 errichtet.

Die Messstellen GWM 1/18 sowie RP 3/18 wurden durch Harald Wilde Brunnenbau am 13. und 14.09.2018 gesetzt. Der RP 3/18 befindet sich unmittelbar am Oder-Spree-Kanal in 3 m Entfernung. Die GWM 1/18 ist 36 m zum Oder-Spree-Kanal entfernt und dient als temporärer Pumpbrunnen. Des Weiteren wurde für eine genauere Aufzeichnung der Absenkung während des Pumpversuches genau mittig, zwischen den beiden Messstellen, der RP 2/18 durch die Fa. GEOKO am 06.10.2018 errichtet. Die Schichtenverzeichnisse und Ausbaudaten sind in Anlage 2 beigefügt.

Für die Wasserstandsmessungen wurden die o. g. Messstellen und die GWM 05/08, welche gegenüber der RP 3/17 am nördlichen Kanalufer liegt, jeweils mit einem Datenlogger ausgestattet. Die Koordinaten und Pegeloberkanten der v. g. Messstellen sind Tabelle 2 entnehmbar.

Tabelle 2: Koordinaten der Messstellen für den Pumpversuch (Anlage 1)

Name	Rechtswert	Hochwert	Pegeloberkante [m NHN]	Geländeoberkante [m NHN]
GWM 1/18	3417993	5799438	38,79	39,00
RP 2/18	3417987	5799453	40,15	39,15
RP 3/18	3417980	5799467	38,99	38,50
GWM 5/08	3418004	5799534	39,37	

Die Wasserstandsdaten für den Zeitraum vom 15.09.-15.10.2018 sind in Anlage 4 dokumentiert. Für den Pegel 2/18 liegen Messdaten erst ab dem 06.10., für den Pumpbrunnen GWM 1/18 ab dem 9.10.2018 vor. Die Datenlogger wurden am 16.10.2018 wieder ausgebaut.

In den umliegenden Grundwassermessstellen wurde am 09.10.2018 eine Stichtagsmessung durchgeführt. Die daraus resultierenden Grundwassergleichen sind in Anlage 5.1 dargestellt. Die Stichtagsmessung belegt den bisherigen Kenntnisstand. Hierzu zählt u.a. die Ausbildung einer Grundwasserscheide im Bereich des OSK, welche die Einzugsgebiete des Tribschseemoores und der Kiesabbaufelder (Hartmannsdorf II und Hartmannsdorf SW2) räumlich voneinander trennt.

Das Abpumpwasser wurde nicht in den Oder-Spree-Kanal geleitet, da bis zum Versuchsbeginn die Zustimmung der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) nicht vorlag. Daher erfolgte die Ableitung südöstlich des temporären Pumpbrunnens in 300 m Entfernung über Verrieselung in den Wald (Grundstück Nr.55, Flur 10 der Gem. Hartmannsdorf), welches im Besitz des Tagebaubetreibers von Hartmannsdorf II, der SKBB, steht.

Der Pumpversuch startete am 09.10.2018 um 16 Uhr und wurde am 12.10.2018 um 18 Uhr beendet. Nach einer Anlaufphase mit einer durchschnittlichen Förderrate von 30 m³/h, wurde aufgrund der geringen Absenkung im Pumpbrunnen am 10.12.2018 die Förderleistung auf 40 m³/h erhöht. Damit lief der Versuch entsprechend der Forderung des Landesamtes für Umwelt (LfU), Abteilung Wasser, vom 26.09.2018 über eine Dauer von 72 h.

Während der Versuchsdauer wurden aus der GWM 1/18, dem temporären Pumpbrunnen, 30-40 m³ pro Stunde gefördert. Die Gesamtentnahmemenge betrug 2.751 m³. Im Zuge der PV-Überwachung wurden auch Handmessungen des Wasserstandes mittels Lichtlot durchgeführt. Zeitgleich wurden Handmessungen zur Erfassung des Kanalwasserstandes vorgenommen. Die Aufzeichnungen zum PV sind in Anlage 5 beigefügt.

3 Auswertung der Untersuchungsergebnisse

Zur Auswertung der Messergebnisse aus dem Zeitraum vom 15.09.-15.10.2018 wurden aus den in Anlage 5 dokumentierten Messreihen Kombinationsgrafiken erstellt, welche die zwei Untersuchungsräume „Moor“ und „PV-Einzugsgebiet“ repräsentieren.

3.1 Auswertung der Messergebnisse zu moornahen Messstellen

In den folgenden Abbildungen werden die Messreihen der Datenlogger aus der G27 (moornahe GWM), der RP 4/18 (Moorpegel), des LP Tribschsee (Oberflächenwasserstand) und der GWM 5/08 (unmittelbar nördlich des OSK gelegen) miteinander verglichen.

Aus den Messreihen in Abbildung 1 und 2 können folgende wesentliche Erkenntnisse gewonnen werden:

1. Der Wasserstand im Moor (gemessen an RP 4/18 als auch am LP Tribschsee) liegt deutlich tiefer (60 bis 80 cm) als der Grundwasserstand (gemessen an G27 und der GWM 5/08).
2. An der Wasserstandsganglinie der G27 und der GWM 5/08 ist ein sinkender WSP-Trend erkennbar, welcher sich in den Messreihen des Moores nicht abzeichnet.
3. Wasserstandsänderungen durch Niederschlagsereignisse sind im Moor deutlich stärker ausgeprägt als im Grundwasser

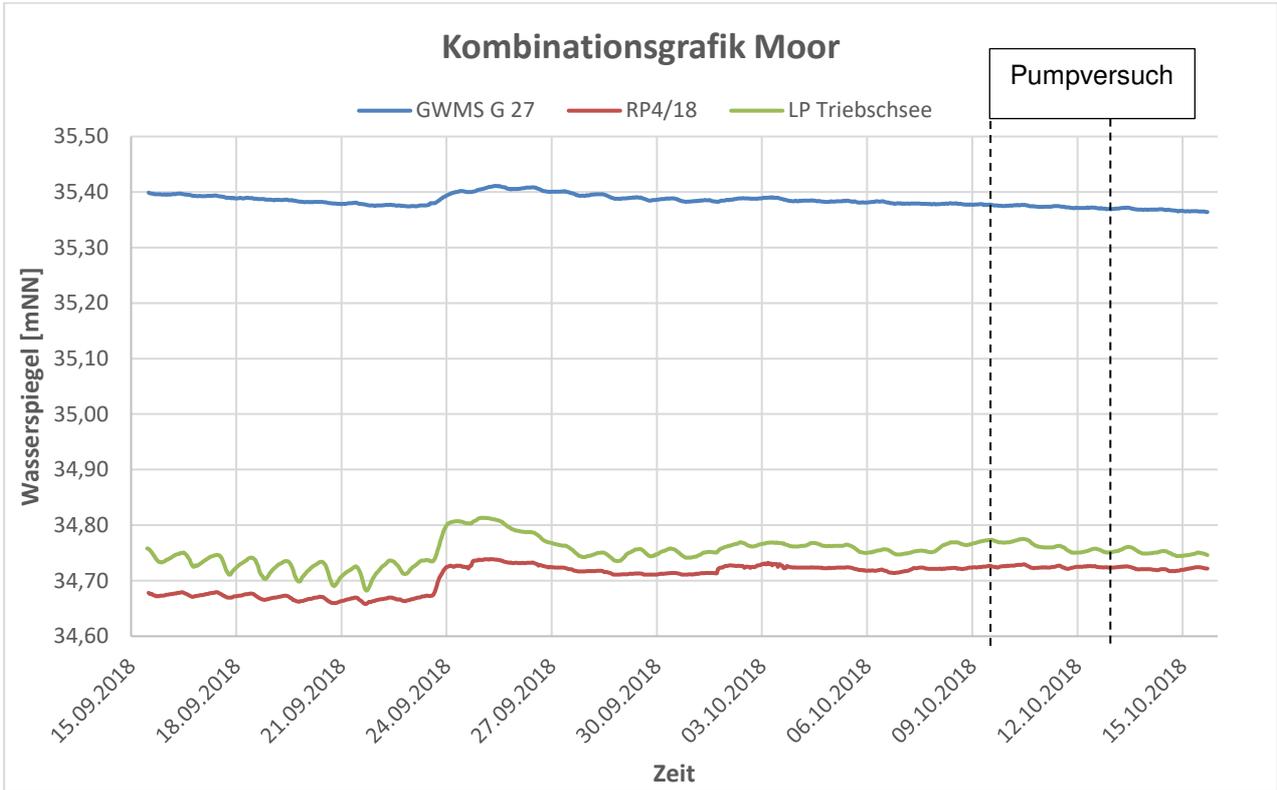


Abbildung 1: Kombinationsgrafik mit Wasserständen moornaher Messstellen

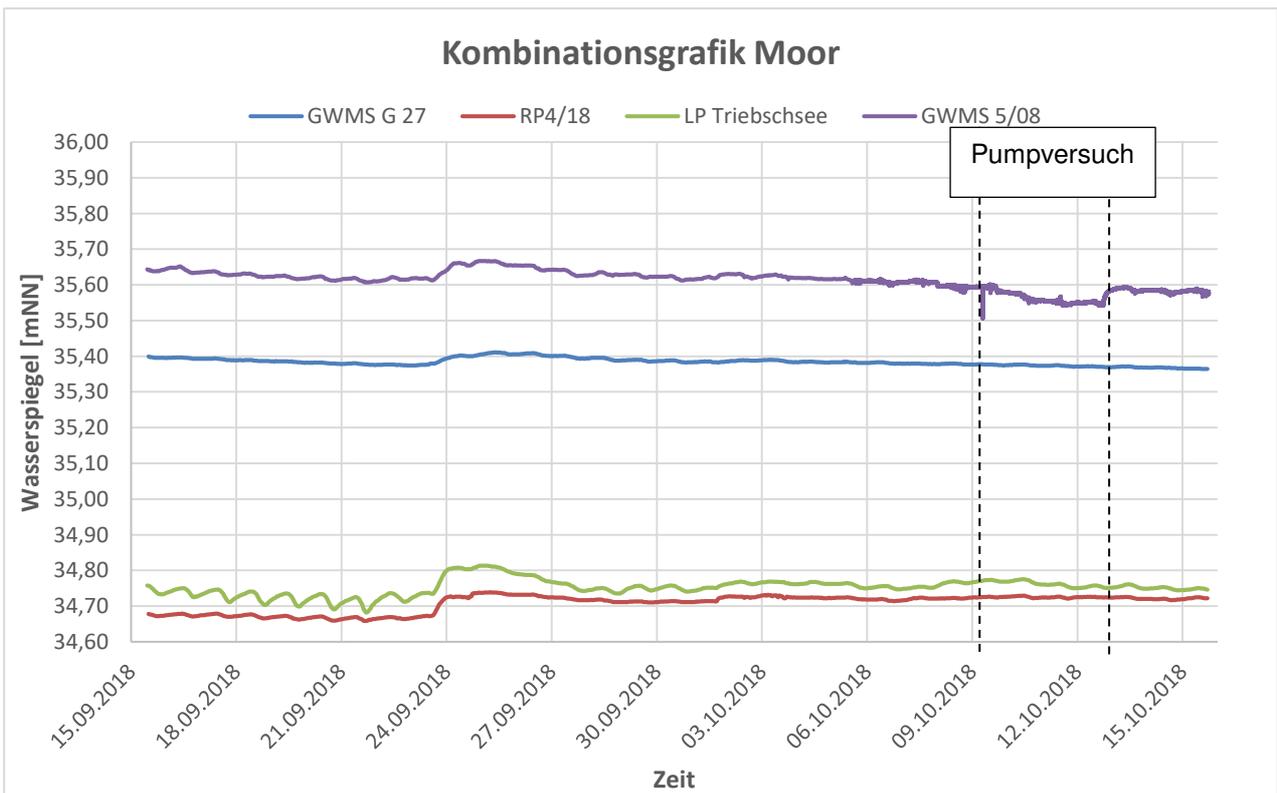


Abbildung 2: Kombinationsgrafik mit Wasserständen moornaher Messstellen und der GWM 05/08

4. In den Messreihen der moornahen GWM ist keine Reaktion in Form von Wasserstandsänderungen durch den PV nachweisbar.
5. Im Wasserstand des Moores ist der Pumpversuch nicht ersichtlich.

3.2 Auswertung der Messergebnisse zum Pumpversuch

In der folgenden Abbildung werden die Messreihen der Datenlogger aus der GWM 1/18 (südl. des OSK), des RP 2/18 und der RP 3/18 (jeweils zw. Pumpbrunnen und Kanal gelegen) sowie der GWM 5/08 (nördl. des Kanals gelegen) miteinander verglichen.

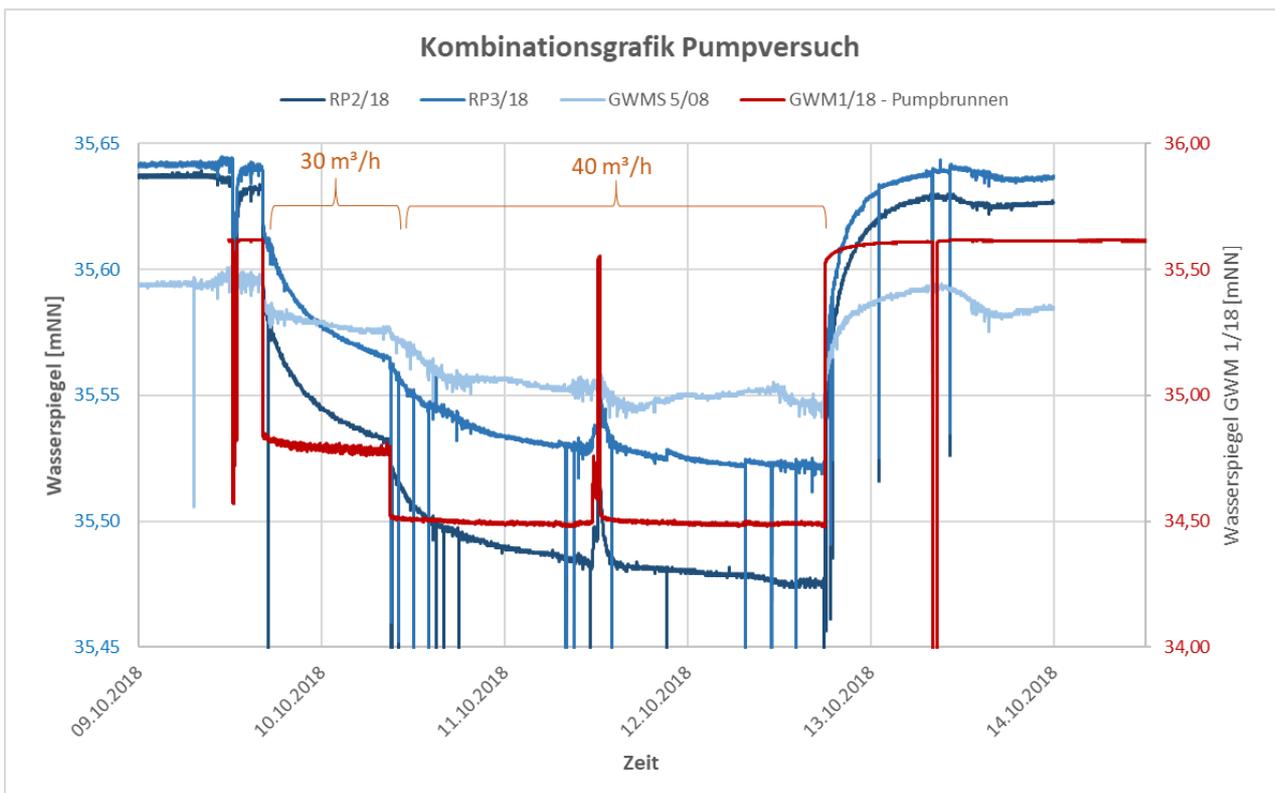


Abbildung 3: Kombinationsgrafik mit Wasserständen der PV-Messstellen und den Pumpraten in der GWM 1/18

Aus den in Abbildung 3 dargestellten Messreihen wurden folgende Absenkbeträge nach 72-stündigem Pumpversuch in den Überwachungspegeln gemessen:

Tabelle 3: Auswertung der Absenkbeträge während des PV

GWM	Abstand zum Brunnen (1/18)	Absenkbetrag nach 72 h, gemessen
RP 2/18	16 m	22 cm
RP 3/18	33 m	9 cm
GWM 5/08	104 m	4 cm

Die Handmessungen des Kanalwasserstandes zeigten im Versuchszeitraum einen annähernd konstanten Wasserstand zwischen 36,82 mNN und 36,85 mNN (vgl. Anlage 7).

Aus dem Pumpversuch konnten folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

1. Der PV wurde mit einer täglichen Fördermenge von 960 m³/d gefahren. Diese Menge liegt nur 14% unter dem errechneten täglich auszugleichenden Massendefizit des Kiesabbaus Hartmannsdorf II von 1.111 m³/d (VAR 2 / 3). Somit sind die Dimensionen des Wasserbedarfes während des PV vergleichbar mit dem des Kiesabbaus.
2. Die GW-Absenkung in 100 m Entfernung (außerhalb des Moores) lag bei 4 cm, was deutlich unter der modelltechnisch ausgewiesenen und in Kap. 1 erwähnten Absenkung bei der Erweiterung von Hartmannsdorf II von 15 cm nördlich des OSK liegt.
3. Die Erweiterung des Kiesabbaues Hartmannsdorf II liegt jedoch minimal um das Doppelte (> 200 m) vom Nordufer des OSK (= Lage der GW-Scheide = Grenze des nördlichen Einzugsgebietes des Tribschseemoores) entfernt. Die Entfernung des Kiesabbaues Hartmannsdorf SW2 zum OSK beträgt über 700 m. Eine durch die Kiesabbau hervorgerufene nachweisbare Absenkung, nördlich des OSK, ist demnach nicht ableitbar.
4. Mit dem Grundwasserströmungsmodell wurden zunächst weitaus höhere Absenkbeträge für den PV prognostiziert (vgl. Fugro 08/2018). In Analogie zu den PV-Messergebnissen ist zu schlussfolgern, dass im Zuge einer notwendigen Modellanpassung (z.B. Anpassung des k_r -Wertes) auch für die Prognosevarianten eine entsprechend geringere Absenkung durch den erweiterten Kiesabbau berechnet werden würde (vgl. Kap. 4).
5. Die hydraulische Reaktion an der GWM 5/08 (WSP-Änderung um 4 cm) während des Pumpversuches ist in ihrer Intensität mit einem 3-Tages Niederschlagsereignis vergleichbar. In Anlage 6 ist ein derartiges Niederschlagsereignis, welches an der Station Lindenberg des DWD vom 21.09.-24.09.2018 (insges. 24,5 mm) aufgezeichnet worden ist, in der Ganglinie der GWM 5/08 aufgetragen.

3.3 Zusammenfassende Bewertung der Messergebnisse

Aus den Messergebnissen der Stichtagsmessung, der moornahen GWM und des Pumpversuches, lassen sich folgende Schlussfolgerungen zum Einflusses der Kiessandtagebaue Hartmannsdorf SW und Hartmannsdorf II auf das Tribschseemoor ziehen:

1. Die Stichtagsmessung belegt die Grundwasserscheide und somit die Trennung der Einzugsgebiete des Tribschseemoores und der Kiesabbaufelder im Bereich des Oder-Spree-Kanals.
2. Durch das Moormonitoring konnte eine hydraulische Abkopplung der Wasserstände des Moorkörpers / Tribschsees gegenüber der WSP-Entwicklung des GWL belegt werden.
3. Der Gradient zwischen der Anstromgrundwassermessstelle GWM 5/08 (nördl. Kanalufer) und dem Moorpegel RP 4/18 beträgt ca. 0,8 m auf eine Fließstrecke von ca. 200 m.

4. Der PV hat gezeigt, dass eine Absenkung des Grundwasserspiegels unter dem Kanal hindurch nur bis zu einer Entfernung von 100 m möglich ist. Eine Beeinflussung durch die Kiesabbaue ist somit nicht gegeben.
5. Insofern ist ein Erfordernis für die in Kap. 1 unter Pkt. 3. und 4. erwähnten Maßnahmen nicht mehr ableitbar.

4 Modelltechnische Auswertung

4.1.1 Methodik

Zur Überprüfung der modelltechnisch ausgewiesenen Grundwasserabsenkung im Umfeld des Kiesabaus, wurde folgende Methodik angewandt:

- Überführung des stationären Grundwassersströmungsmodells in ein Modell mit instationären Randbedingungen zur zeitlichen Abbildung des Pumpversuches
- Implementierung des Brunnens und der zusätzlichen Messtellen (RP 2/18, RP 3/18 und G27) in das Modell
- Instationäre Berechnung des Pumpversuches und iterative Anpassung von Modellparametern zur Kalibrierung des Modells
- Übertragung der im instationären Modellansatz ausgewählten Parameter in das stationäre Modell zur Prognose der GW-Absenkung bei erweitertem Kiesabau (VAR 3, worst-case)

4.1.2 Instationäre Modellberechnungen

Die Förderrate des Brunnens im Modell wurde identisch zum realisierten PV, anhand der Aufzeichnungen aus dem Wasserbuch (Anlage 7), als Stufenfunktion mit 30 m³/h am 1. Tag bzw. 40 m³/h ab dem 2. Tag übernommen.

In den folgenden Abbildungen werden zunächst die berechneten Ganglinien aus dem PV-Brunnen (GWM 1/18) – blaue Linie, der RP 2/18 – rote Linie, RP 3/18 – grüne Linie und der GWM 5/05 – violette Linie – für die Modellszenarien vor und nach der Parameteranpassung dargestellt.

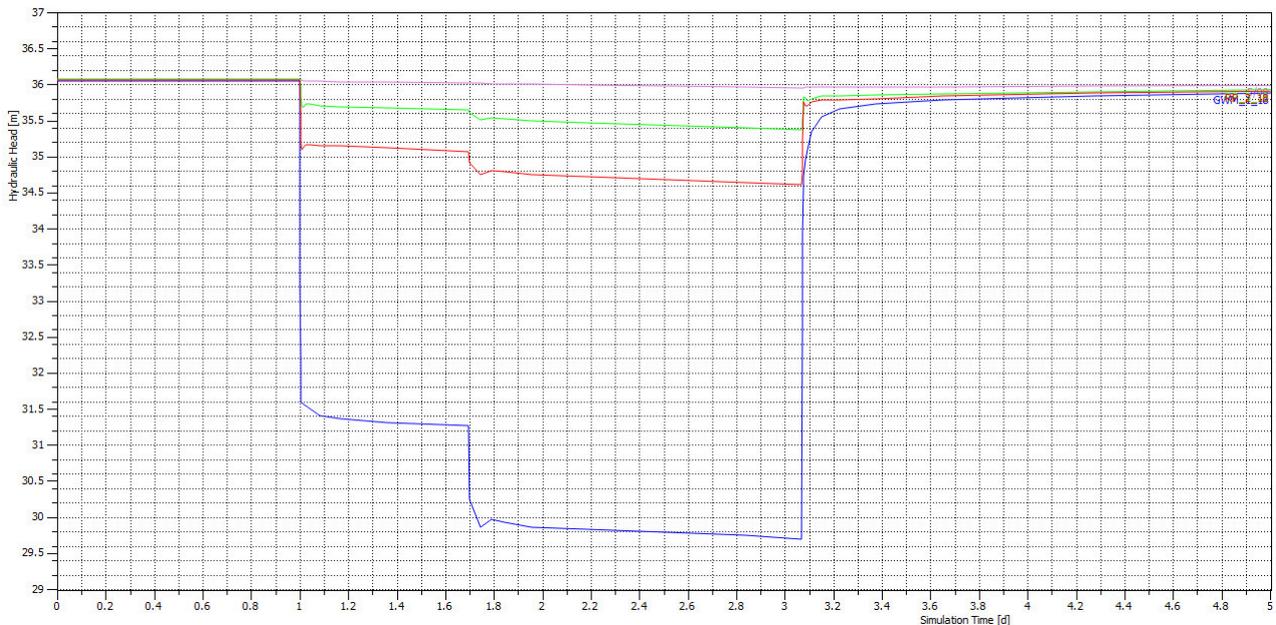


Abbildung 4: berechnete Wasserstände vor der Parameteranpassung (20181017_1)

Aus Abbildung 4 geht hervor, dass sowohl die Absenkung im Brunnen als auch in den Messstellen gegenüber den gemessenen Werte (vgl. Abbildung 3) zu hoch lag. Im Zuge der iterativen Parameteranpassung zeigte sich, dass der Durchlässigkeitsbeiwert (kf-Wert) im betreffenden GWL-Bereich auf $2 \cdot 10^{-3}$ m/s (entspricht der Größenordnung von Grobsand, kiesig) angehoben werden musste. Der Vergleich mit den im Schichtenverzeichnis der GWM 1/18 dokumentierten Schichtenabfolge zeigt, dass ab 4 m u. GOK in der Bohrung Grobsand, z.T. stark kiesig, angetroffen wurde.

Eine Erhöhung der Infiltrationsrate des OSK hat gezeigt, dass die zum Zeitraum des PV bilanzierte zusätzliche Speisung durch Exfiltration, auch bei Verdopplung des gegenwärtigen Transferkoeffizienten, zu keiner signifikanten Erhöhung der Exfiltration geführt hat und somit auch nicht zur Verringerung der GW-Absenkung in den Messstellen durch „Speisungseinfluss aus dem OSK“ beigetragen hat.

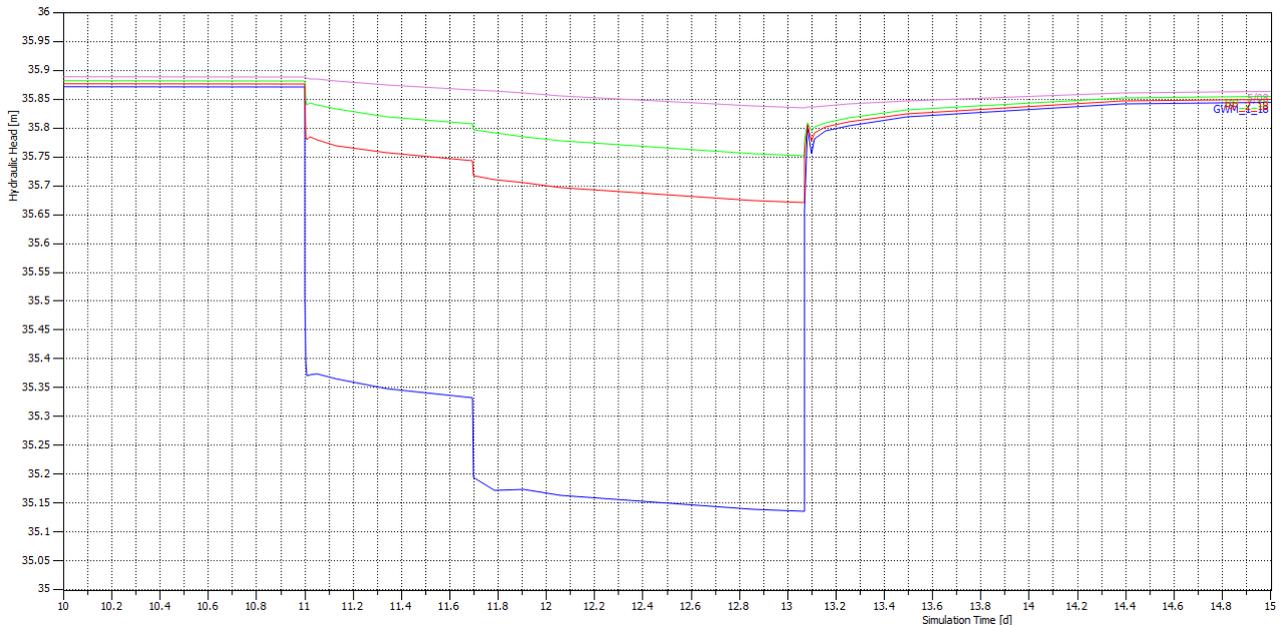


Abbildung 5: berechnete Wasserstände nach Parameteranpassung (20181124_3)

In der folgenden Tabelle werden die gemessenen und berechneten Absenkungen vor und nach der Parameteranpassung am Brunnen und den GWM gegenübergestellt.

Tabelle 4: Gegenüberstellung der gemessenen und berechneten Absenkung

GWM	gemessene Absenkung, vgl. Tabelle 3	berechnete Absenkung vor Parameteranpassung (Abbildung 4)	berechnete Absenkung nach Parameteranpassung (Abbildung 5)
Brunenn bei Pumpstufe 40 m ³ /h: GWM 1/18	112 cm	636 cm	74 cm
PR 2 /18	22 cm	144 cm	20 cm
PR 3 /18	9 cm	68 cm	12 cm
GWM 5/08	4 cm	10 cm	5 cm

Aus Tabelle 4 geht hervor, dass mit der Parameteranpassung eine gute Anpassung der berechneten Absenkbeiträge an die gemessenen Daten vorgenommen werden konnte, das GW-Modell also eine hohe Genauigkeit aufweist.

4.1.3 Stationäre Modellberechnungen

4.1.3.1 Modellkalibrierung

Nachdem im instationären Modellansatz die Parameteranpassung vorgenommen werden konnte, wurden im 2. Bearbeitungsschritt die neuen Parametersätze in das stationäre Modell überführt. Zu diesem Zweck wurde

das in Fugro, 2016 vorgestellte Ausgangsmodell, welches den Abbauzustand im Juni 2014 abbildete mit folgenden Anpassung ergänzt und neu kalibriert:

- k_f -Wert Erhöhung im oberen GWL (Modellschicht 1 & 2 bis ca. 24 mNN, ca. 13 m u. GOK) im Bereich des Kiesabbaus auf $2 \cdot 10^{-3}$ m/s
- Berücksichtigung der gegenwärtigen Kiesseeausdehnung (Stand Okt. 2017) und der im Jahr 2017 realisierten Fördermenge an Rohmaterial von ca. 1 Mio. Tonnen (Angabe SKBB)
- Verwendung der im Okt. 2017 gemessenen Wasserstände in den Messstellen der Deupo, der ABS und des WSV zur Ausweisung der Modellgüte
- Anhebung der Exfiltration (Speisungsrate) durch den OSK auf $3.413 \text{ m}^3/\text{d}$ durch iterative Anpassung im Zuge der Modellkalibrierung (Anpassung der berechneten an die gemessenen Wasserstände)

Die folgende Abbildung stellt einen Vergleich der berechneten und gemessenen Grundwasserstände an den Beobachtungspunkten (Grundwassermessstellen) im Ergebnis der Modellkalibrierung dar. Zur Bestimmung der Modellgüte wurde als Konfidenzintervall eine Abweichung von +/- 25 cm festgelegt, was einem Anteil von 10 % der durchschnittlichen GWL-Mächtigkeit des Modells entspricht.

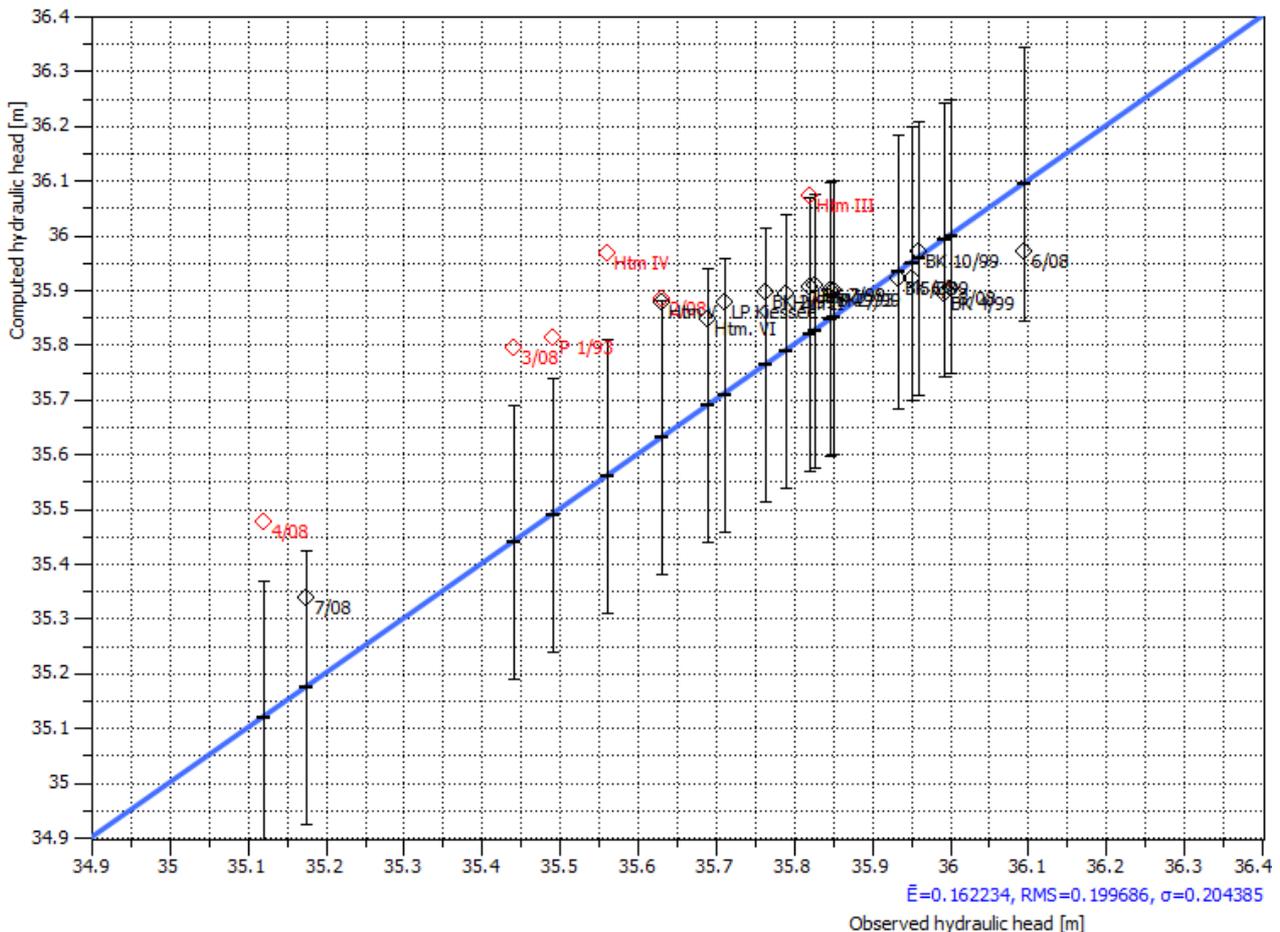


Abbildung 6: Vergleich der gemessenen (observed) und berechneten (computet) Wasserspiegel; blaue Linie: berechneter Wert entspricht dem gemessenen Wert; Konfidenzintervall: Abweichung des berechneten vom gemessenem Wert $< \pm 25$ cm

Anhand der Abweichungen zwischen gemessenen und berechneten Wasserspiegeln aus Abbildung 6 lässt sich erkennen, dass die Messwerte gut mit dem Modell abgebildet werden konnten. Die ermittelten Abweichungen für die sensiblen Bereiche (siehe auch Anlage 8.2) liegen unterhalb der natürlichen mittleren Grundwasserstandsschwankungen bis zu 0,5 m (vgl. Fugro, 2016: Anlage 8, Tabelle 1 – Landesmessnetz).

An 6 von 23 GWM ergab sich eine Abweichung der berechneten gegenüber den gemessenen Werten von >25 cm jedoch <50 cm. Es ist zudem anzumerken, dass diese GWM nicht zur Auswertung der potentiellen Beeinflussung der FFH-Gebiete herangezogen werden.

Das Simulationsergebnis für den kalibrierten Ausgangszustand (Okt. 2017) ist in Form von Grundwassergleichen sowie den Wasserstandsdifferenzen aus gemessenem und berechnetem Wasserstand in Anlage 8.2 dargestellt. Es prägt sich deutlich die von West nach Ost gezogene Grundwasserscheide entlang des Oder-Spree-Kanals ab, welche eine Aufteilung der Grundwasserfließrichtung nach Norden (im Bereich des FFH Tribschsee) und Süden (einschließlich dem Bereich des Vorhabensgebietes) zur Folge hat.

4.1.3.2 Auswirkungsprognose zum geplanten Erweiterungsfeld

Zur Prüfung des potentiellen Einflusses wurde mit VAR 1 zunächst die Abbaufäche des angezeigten vorzeitigen Beginns (VAR 1) simuliert.

Im zweiten Schritt wurde anhand einer optimierten Abbauplanung das Szenario ausgewählt, welches der Prüfung einer größtmöglichen Beeinflussung für das FFH Tribschsee (maximale Ausdehnung des Kiesabbaus) dient. Eine wesentliche Optimierungsgröße, welche aus der Abbautechnologie (kürzere Verspülwege) resultiert, ist die Trennung des ca. 70 ha großen Kiessees durch einen von Ost nach West einzuspülenden Damm. Eine Übersicht beschriebenen Abbauplanungen bietet die folgende Tabelle.

Die sich gegenüber dem Ausgangsmodell ergebende Wasserhaushaltsbilanz in den Prognosevarianten ist in **Tabelle 6** aufgeführt.

Tabelle 5: Übersicht zu den simulierten Abbauzuständen (Variationen sind fett hervorgehoben)

Variante		Hartmannsdorf II	Hartmannsdorf SW 2
1	Abbaustand	bestehender Kiessee einschl. der angezeigten Fläche des vorzeitigen Beginns (68 ha)	-
	Abbaumenge	1.000.000 t/Jahr	-
	Spülfelder	✓ zentrales Abbaufeld	-
2	Abbaustand	gesamtes Feld der Erweiterungsfläche (85 ha)	nördliches Abbaufeld (1 ha), südliches Feld (10 ha)
	Abbaumenge	1.000.000 t/Jahr	350.000 t/Jahr
	Spülfelder	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 30 m Streifen im nördl. Abbaufeld ✓ zentrales Abbaufeld ✓ 30 m breiter Damm ✓ Teilbereiche des Stichkanals (ges. 17,5 ha) ohne Flachwasserbereiche 	keine Verspülung

Tabelle 6: Grundwasserbilanz durch den Kiesabbau Hartmannsdorf II und Hartmannsdorf SW 2 für den Ausgangszustand und die Prognosevarianten 1 und 2

Variante	Hartmannsdorf II		
	Ausgangszustand	1	2
Fördermenge Rohmaterial in T t/a	1.000	1.000	1.000
Fördermenge Rohmaterial in m³/d	-1.522	-1.522	-1.522
Wasserverlust durch am Porengerüst anhaftende Restfeuchte in m³/d	-46	-46	-46
Rückverspülung (30 % des Rohmaterials) in m³/d	+457	+457	+457
Grundwasserbedarf als Ausgleich des Massendefizits in m³/d	-1111	-1111	-1111
Grundwasserzehrung durch Verdunstung [m³/d]	-114	-163	-167
Wasserhaushaltsbilanz für den Kiesabbau	-1.225	-1.274	-1.278
Variante	Hartmannsdorf SW 2		
	Ausgangszustand	1	2
Fördermenge Rohmaterial in T t/a	-	-	350
Fördermenge Rohmaterial in m³/d	-	-	-533
Wasserverlust durch am Porengerüst anhaftende Restfeuchte in m³/d	-	-	-16
Rückverspülung (30 % des Rohmaterials) m³/d	-	-	-
Grundwasserbedarf als Ausgleich des Massendefizits in m³/d	-	-	-549
Grundwasserzehrung durch Verdunstung [m³/d]	-	-	-24
Wasserhaushaltsbilanz für den Kiesabbau	-	-	-573

Im Ergebnis der Berechnungen wurde der Einfluss des Kiesabbaus anhand von berechneten Grundwassergleichen, Absenkungs- und Aufhöhungsbereichen für das Umfeld des Abbaus ausgewiesen. Eine entsprechende grafische Darstellung der Simulationsergebnisse ist in den Anlagen 9.1 und 9.2 dokumentiert. Des Weiteren erfolgt in Tabelle 7 eine textliche Beschreibung der Simulationsergebnisse mit Aussagen zur Beeinflussung der sensiblen Bereiche Tribschsee und Skabyer Torfgraben.

Zur Veranschaulichung der Veränderung der Prognoseergebnisse im Zuge der, durch den Pumpversuch gewonnenen Erkenntnisse, wurde in der folgenden Tabelle 7 auch die VAR 3 (worst-case) aus Fugro, 2016 grau hinterlegt ergänzt.

Tabelle 7: Zusammenfassung der Ergebnisse zur prognostischen Wasserstandsentwicklung

	Ausgangszustand	VAR 1	VAR 2	VAR 3 (Fugro, 2016)
Fef-No.	20181206_1c	20181212_1	20181212_4	20160921_2
Anlagennummer				Fugro, 2016: 7.3
Abbaukonfiguration	Abbau 49 ha	bestehender Kiessee einschl. der angezeigten Fläche des vorzeitigen Beginns (68 ha)	Abbau 80 ha, 30 m breite Spülfläche „Nord“, 30 m breiter Damm und Hartmannsdorf SW 2	Abbau 80 ha, auf 100 m erweiterte Spülfläche „Nord“ , ohne Damm und Hartmannsdorf SW 2
Feld Hartmannsdorf II				
Ausspiegelung des Wasserstandes im See sowie im nördlichen GW-Anstrom und südlichen GW-Abstrombereich	<ul style="list-style-type: none"> Seewasserspiegel: 35,88 m NN 	<ul style="list-style-type: none"> Seewasserspiegel: 35,87 m NN Absenkung im GW-Anstrom: - 0,04 m Aufhöhung im GW-Abstrom: bis +/- 0 m 	<ul style="list-style-type: none"> Seewasserspiegel (Nord): 35,79 m NN Seewasserspiegel (Süd): 37,76 m NN Absenkung im GW-Anstrom (nördl.Kiesseeufer): - 0,11 m Aufhöhung im GW-Abstrom: bis +0,03 m 	<ul style="list-style-type: none"> Seewasserspiegel: 35,52 m NN Absenkung im GW-Anstrom: - 0,35 m Absenkung im GW-Abstrom: bis -0,10 m
Anstrom FFH Tribschsee				
Veränderung des Grundwasserstandes am GWM 5/08 (Lage: unmittelbar am nördl.Ufer des OSK, Anstrom Tribschsee)	<ul style="list-style-type: none"> mNN: 35,92 	<ul style="list-style-type: none"> mNN: 35,90 Absenkung um -0,02 m 	<ul style="list-style-type: none"> mNN: 35,83 Absenkung um -0,09 m 	
Veränderung des Grundwasserstandes am Pegel Htmi (Lage: unmittelbar an der nördl.Grenze des Abbaufeldes)	<ul style="list-style-type: none"> mNN: 35,90 	<ul style="list-style-type: none"> mNN: 35,87 Absenkung um -0,03 m 	<ul style="list-style-type: none"> mNN: 35,82 Absenkung -0,08 m 	Absenkung um -0,21 m
FFH Tribschsee				
Veränderung des Grundwasserstandes an der südlichen Grenze des FFH Tribschsee (entspricht der kürzesten	<ul style="list-style-type: none"> mNN: 35,84 	<ul style="list-style-type: none"> mNN: 35,82 Absenkung nicht nachweisbar 	<ul style="list-style-type: none"> mNN: 35,77 Absenkung nicht nachweisbar 	Absenkung bis - 0,15 m

	Ausgangszustand	VAR 1	VAR 2	VAR 3 (Fugro, 2016)
Fef-No.	20181206_1c	20181212_1	20181212_4	20160921_2
Anlagennummer				Fugro, 2016: 7.3
Abbaukonfiguration	Abbau 49 ha	bestehender Kiessee ein- schl. der angezeigten Flä- che des vorzeitigen Beginns (68 ha)	Abbau 80 ha, 30 m breite Spülfläche „Nord“, 30 m brei- ter Damm und Hartmannsdorf SW 2	Abbau 80 ha, auf 100 m er- weiterte Spülfläche „Nord“, ohne Damm und Hartmanns- dorf SW 2
Entfernung zum Vorhabensgebiet)				
Anstrom FFH Skabyer Torfgraben				
Veränderung des GW-Standes am Pe- gel HtmV (Lage: unmittelbar südöstlich zum Abbaufeld angrenzend)	o mNN: 35,88	o mNN: 35,87 Absenkung <0,10 m	o mNN: 35,77 Absenkung um -0,11 m	Absenkung um -0,14 m
FFH Skabyer Torfgraben				
Reichweite der GW-Absenkung bis 0,1 m in südliche Richtung	-	-	ca. 450 m	ca. 125 m
Veränderung des GW-Standes an der nördl. Grenze des FFH Skabyer Torf- graben (entspricht der kürzesten Entfer- nung zum Vorhabensgebiet)	-	Absenkung nicht nachweisbar	Absenkung nicht nachweisbar	Absenkung <0,10 m

4.2 Zusammenfassende Bewertung der Modellergebnisse

Mit der Anpassung der Modellparameter, im Wesentlichen des k_f -Wertes, im Strömungsmodell konnte sowohl der Pumpversuch modelltechnisch gut abgebildet werden, als auch im stationären Modell eine Verringerung der Absenkung im Nahbereich des Kiesabbaus gegenüber der Modellprognose aus Fugro, 2016 berechnet werden.

Mit dem Simulationsergebnis bei aktivem Kiesabbau im Feld Hartmannsdorf II für den Abbauteil des angezeigten vorzeitigen Beginns (VAR 1), konnte nachgewiesen werden, dass sich für diesen Zeitraum keine nachteiligen Veränderungen des Grundwasserregimes auf die nördlich und südöstlich gelegenen FFH-Gebiete ergeben.

Mit der berechneten Vorzugsvariante VAR 2 mit zentralem Spüldamm und nördlichem Spülsaum, ist ein nachweisbarer Einfluss der Kiesabbaue auf die FFH-Gebiete Tribschsee und Skabyer Torfgraben aus den Modellergebnissen nicht ableitbar. Es ist festzuhalten, dass die Ergebnisse der Modellierung mit den in Kap. 3 ausgewerteten Messergebnissen und Schlussfolgerungen zum Moormonitoring und der Pumpversuchsauswertung übereinstimmen.

Ergänzend zu den in Fugro, 2016 vorgeschlagenen Maßnahmen zum montanhydrologischen Monitoring, sollten die Messtellen RP 4/18 und G27 in die regelmäßige Wasserstandsbeobachtung aufgenommen werden. Des Weiteren sollten im Zuge der Dammerspülung die Wasserstände im nördlichen und südlichen Kieselsee erfasst werden. In der folgenden Tabelle wird das empfohlene Untersuchungsprogramm nochmals zusammengefasst.

Tabelle 8: Zusammenstellung der relevanten Grundwassermessstellen und Vorschlag für das montanhydrogeologische Monitoring

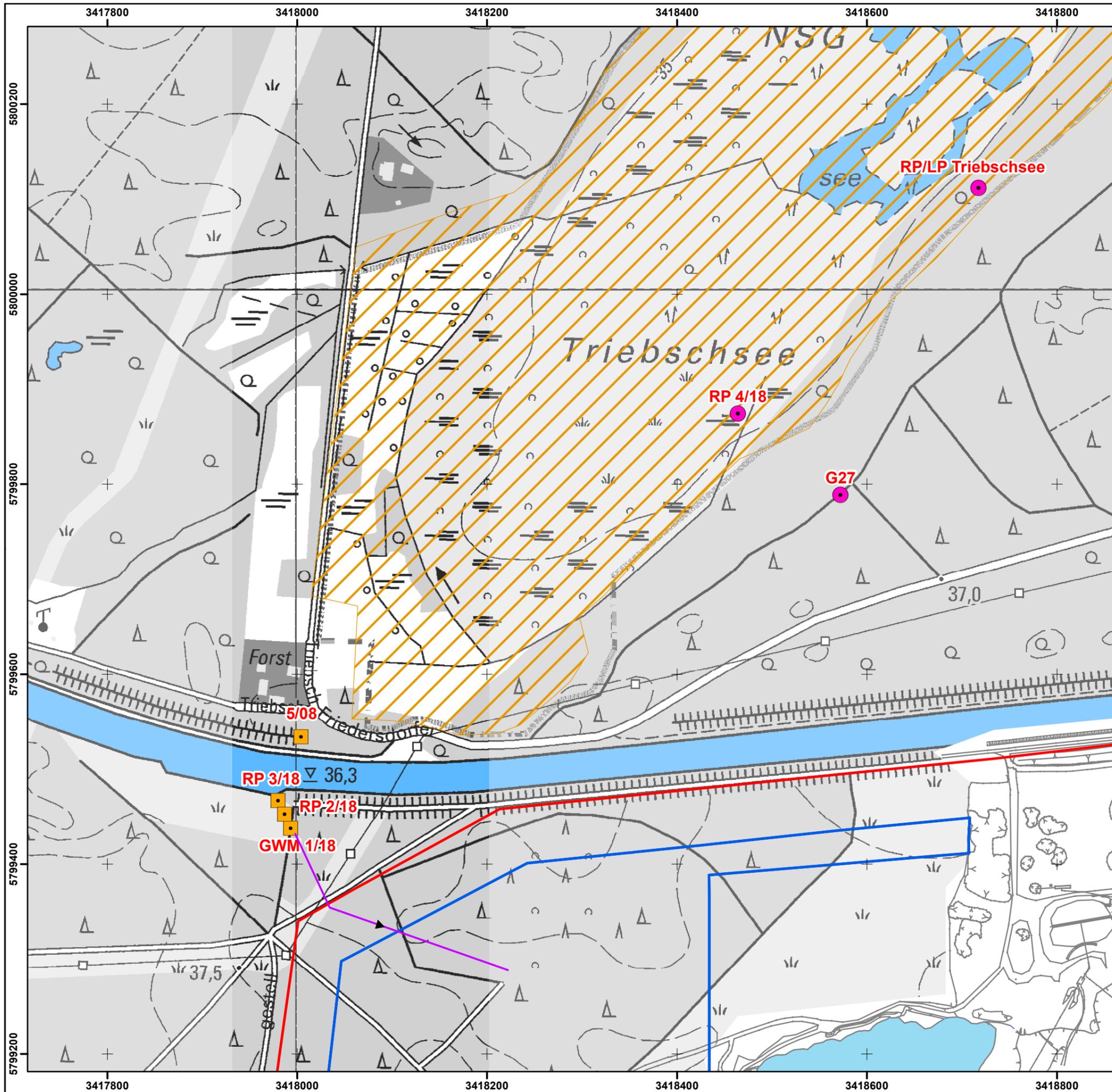
Bezeichnung der GWM	derzeitiger Messstellenbetreiber/ Erfasser	zu erfassende Daten	Messzyklus
2/08 ... 6/08, LP Tribschsee	ABS - Holding AG / Fugro	Wasserstand	halbjährlich
RP 4/18 (Moor), G27, GWM 5/08	SKBB GmbH / Dr. Runge	Wasserstand	täglich (Datenlogger)
Lattenpegel Hartmannsdorf II, Nord	SKBB GmbH / SKBB GmbH	Wasserstand, Beschaffenheit	monatlich, halbjährlich
Lattenpegel Hartmannsdorf II, Süd			
Htm I (bzw. Ersatz) ... V		Wasserstand, Beschaffenheit (nur Htm I, Htm V)	monatlich, halbjährlich
P1/93		Wasserstand	monatlich
P2/93		Wasserstand, Beschaffenheit	monatlich, halbjährlich

Bezeichnung der GWM	derzeitiger Messstellenbetreiber/ Erfasser	zu erfassende Daten	Messzyklus
BK 2/99 4/99 6/99 7/99 9/99 10/99	WSA Berlin / WSA Berlin	Wasserstand	monatlich
MKZ: 36491640, 36491641, 36480941, 37480993	LfU / LfU	Wasserstand	wöchentlich

Die Dokumentation und Bewertung der Messwerte sollte in einem montanhydrogeologischen Jahresbericht, zur Ausweisung der innerjährlichen Schwankungen und der tendenziellen Entwicklung des Grundwasserstandes sowie der Grundwasserdynamik (Fließrichtung und -geschwindigkeit) im Untersuchungsgebiet erfolgen. Hierzu sind auch Messtellen des LfU als Referenzmesspunkte zu berücksichtigen. Das montanhydrogeologische Monitoring ist weiterhin durch die Einbeziehung der hydrochemischen Daten hinsichtlich der Beschaffenheit des Oberflächen- und Grundwassers zu untersetzen.

Anlage 1:

Lageplan mit Darstellung der Messstellen für die Umsetzung der Maßnahmen,
M 1 : 4.000



Legende

- Tagebau Hartmannsdorf II RBP 2016
- Tagebau Hartmannsdorf II RBP 2016 Abbaufläche
- FFH-Gebiet
- Messstellen zur Überwachung der moornahen Grundwasserverhältnisse
- Messstellen zur Durchführung des Pumpversuchs
- Ableitstrecke des Abpumpwassers (ca. 300m)
- Kiessee Abbaustand 2015
- Risswerk Betriebszustand 2015

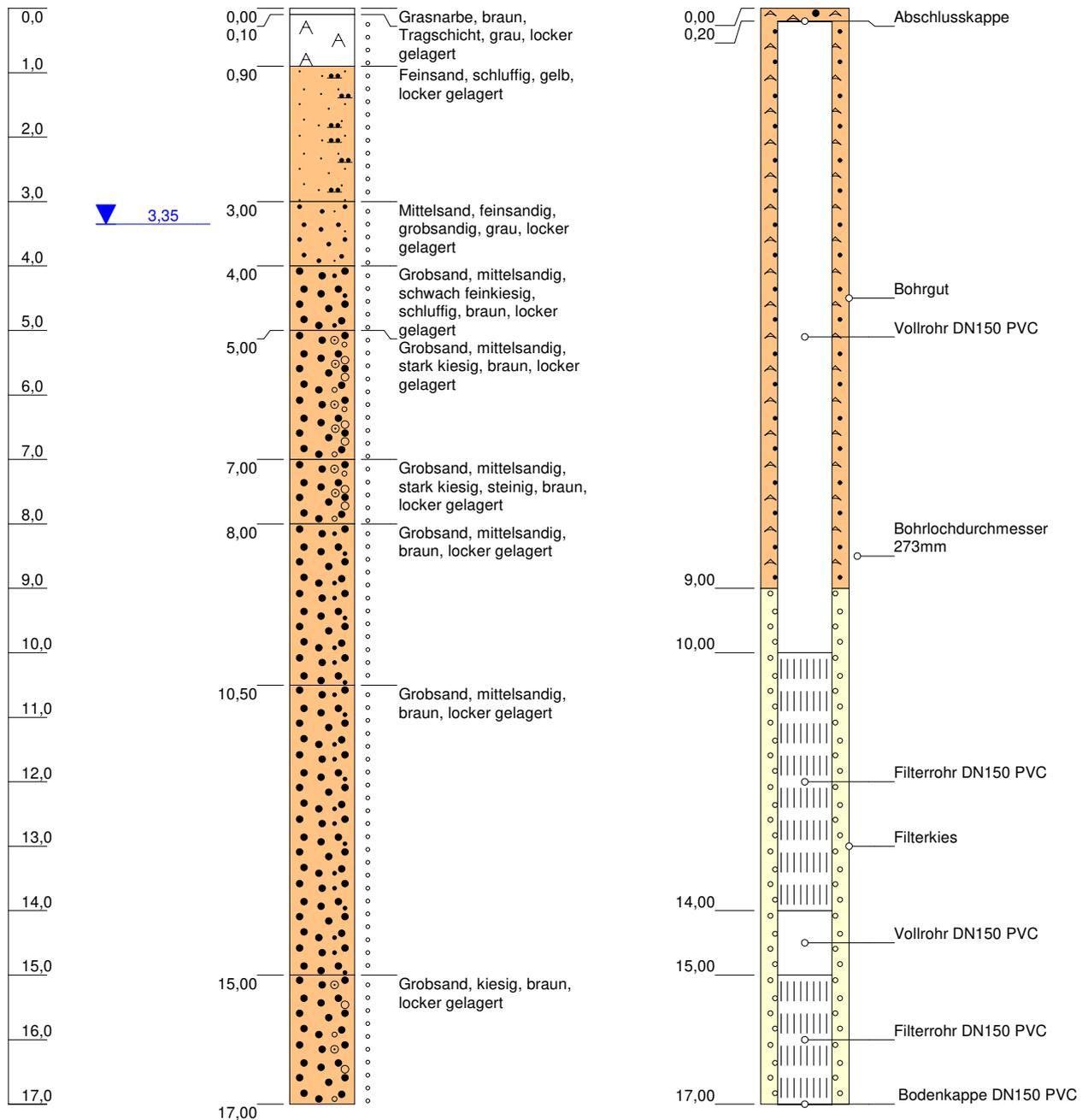
Untersuchungen der hydrogeologischen Verhältnisse im Raum Hartmannsdorf und Einfluss der Kiessandtagebaue auf das Triebseeemoor

Lageplan mit Darstellung der Messstellen für die Umsetzung der Maßnahmen

M 1 : 4.000	Datum: 19.10.2018
Bearbeiter: S. Duhra	Anlage 1

Anlage 2:

Bohrprofile und Ausbaudaten der Messstellen



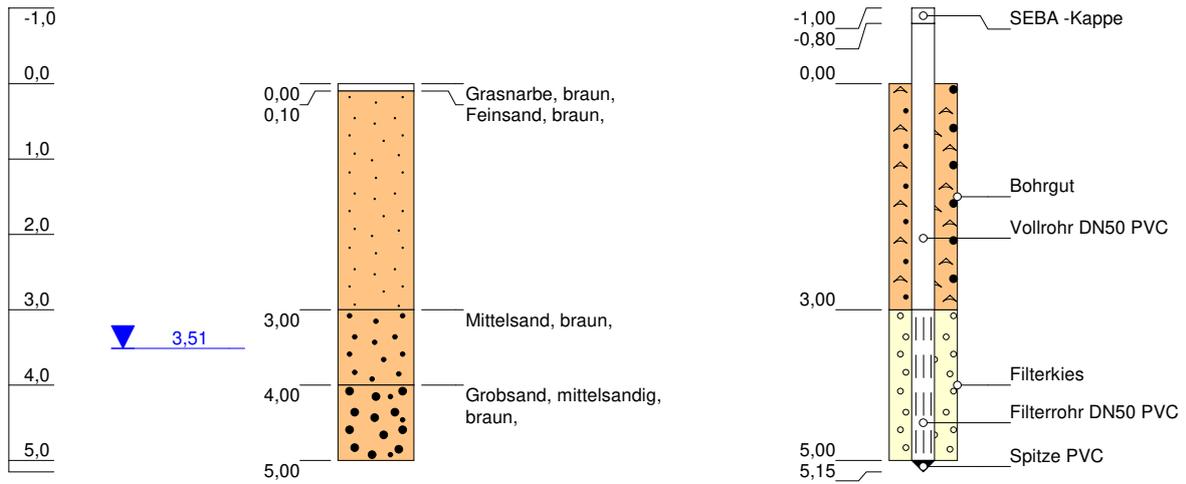
Höhenmaßstab: 1:100 Horizontalmaßstab: 1:20

Blatt 1 von 1

Projekt: Hydrogeologischen Verhältnisse im Raum Hartmannsdorf		
Bohrung: GWM 1/18		
Auftraggeber: SKBB	Rechtswert: 3417993	
Bohrfirma: Harald Wilde Brunnenbau	Hochwert: 5799438	
Bearbeiter: F. Hertel, S. Duhra	Ansatzhöhe: 39,00m	
Datum: 19.10.2018	Endtiefe: 17,00m	

m u. GOK (39,15 m NHN)

RP 2/18



Höhenmaßstab: 1:100 Horizontalmaßstab: 1:20

Blatt 1 von 1

Projekt: Hydrogeologischen Verhältnisse im Raum Hartmannsdorf

Bohrung: RP 2/18

Auftraggeber: SKBB

Rechtswert: 3417987

Bohrfirma: GEOKO

Hochwert: 5799453

Bearbeiter: F. Hertel, S. Duhra

Ansatzhöhe: 39,15m

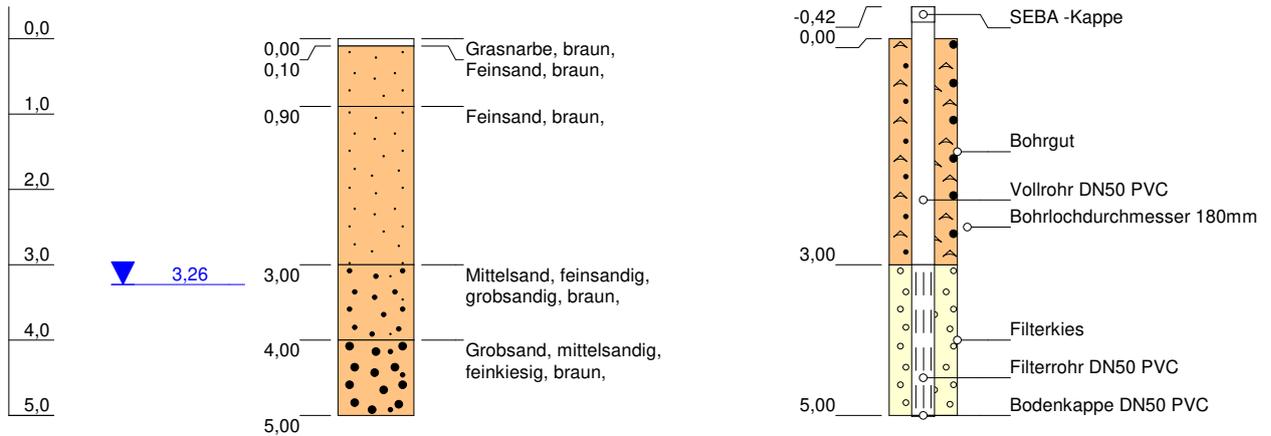
Datum: 19.10.2018

Endtiefe: 5,00m



m u. GOK (38,50 m NHN)

RP 3/18



Höhenmaßstab: 1:100 Horizontalmaßstab: 1:20

Blatt 1 von 1

Projekt: Hydrogeologischen Verhältnisse im Raum Hartmannsdorf

Bohrung: RP 3/18

Auftraggeber: SKBB

Rechtswert: 3417980

Bohrfirma: Harald Wilde Brunnenbau

Hochwert: 5799467

Bearbeiter: F. Hertel, S. Duhra

Ansatzhöhe: 38,50m

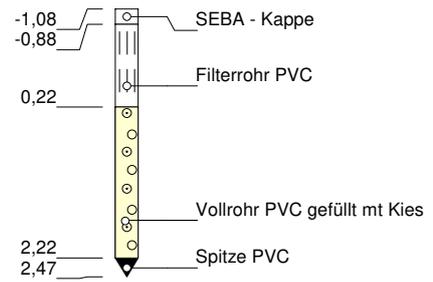
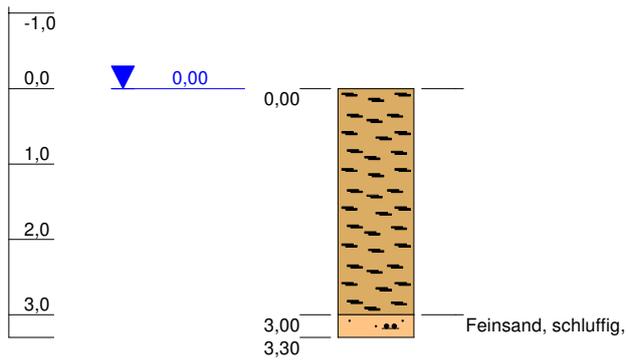
Datum: 19.10.2018

Endtiefe: 5,00m



m u. GOK (34,68 m NHN)

RP 4/18



Höhenmaßstab: 1:100 Horizontalmaßstab: 1:20

Blatt 1 von 1

Projekt: Hydrogeologischen Verhältnisse im Raum Hartmannsdorf

Bohrung: RP 4/18

Auftraggeber: SKBB

Rechtswert: 3418464

Bohrfirma: Dr. Runge

Hochwert: 5799874

Bearbeiter: F. Hertel, S. Duhra

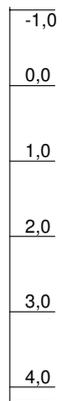
Ansatzhöhe: 34,68m

Datum: 19.10.2018

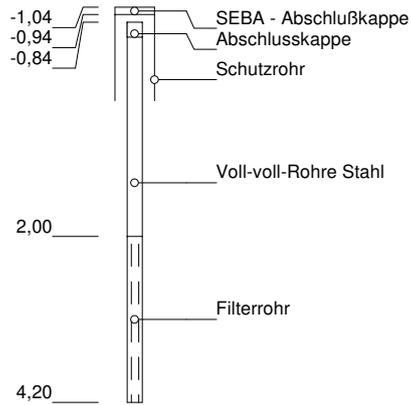
Endtiefe: 3,30m



m u. GOK (37,30 m NHN)



G27



Höhenmaßstab: 1:100 Horizontalmaßstab: 1:20

Blatt 1 von 1

Projekt: Hydrogeologischen Verhältnisse im Raum Hartmannsdorf

Bohrung: G27

Auftraggeber:

Rechtswert: 3418572

Bohrfirma:

Hochwert: 5799789

Bearbeiter: F. Hertel, S. Duhra

Ansatzhöhe: 37,30m

Datum: 19.10.2018

Endtiefe: 4,20m



Anlage 3:

G27 Ausbaudaten und Funktionsfähigkeit

Duhra, Susan

Von: Hertel, Frank
Gesendet: Montag, 17. September 2018 10:55
An: Dr. Rolf Runge
Cc: Duhra, Susan
Betreff: AW: Hartmannsdorf

Hallo Herr Runge,

danke für die Fotos und Infos. Ich wünsche eine schöne und erholsame Urlaubswoche!

Bis bald,
F. Hertel

Von: Dr. Rolf Runge [mailto:drrrunge@t-online.de]
Gesendet: Samstag, 15. September 2018 22:04
An: 'Heike Olbrich' <heike.olbrich@deupo-kg.de>; Hertel, Frank <F.Hertel@fugro.com>
Betreff: Hartmannsdorf

Folgende Arbeiten wurden am 14./15.09. am Standort des PV realisiert:

Versuchsbrunnen nach baulicher Fertigstellung ausgemessen:

ROK/GOK: -0,30 m

Wsp. u. ROK: 3,09 m

ET u. ROK: 16,95 m

Brunnen ist mit Quetschkappe verschlossen und Grube mit zwei Balken abgedeckt (Foto).

Brunnen wurde noch nicht mit Logger ausgerüstet, das erfolgt nach Pumpeneinbau.

Pegel 03/18 nach baulicher Fertigstellung ausgemessen:

ROK/GOK: 0,40 m

Wsp. u. ROK: 3,27 m

ET u. ROK: 4,97 m

GWMS ist mit Sebakappe verschlossen (Foto).

GWMS klargepumpt, Absenkung bei Q 5 l/min 28 cm.

Datenlogger eingebaut, läuft seit 15.09. 13:00 im Stundentakt.

G27 wurde im Bereich des GWA von Verkrustungen befreit, danach Pumpen- und Loggereinbau erst möglich.

GWMS klargepumpt, Absenkung bei ca. 3 l/min 12 cm.

ROK/GOK: 0,70 m

Wsp. u. ROK: 2,74 m

ET u. ROK: 5,13 m.

4" Schutzrohr übergestülpt und ca. 0,2 m vergraben – nicht höhenstabil!!! Einmessung auf das innenliegende

Stahlrohr 5/4" (Foto)

Datenlogger eingebaut, läuft seit 15.09. 12:00.

GWMS 5/08 auf Funktion geprüft – reagiert.

Datenlogger eingebaut, läuft seit 15.09. 11:00.

2"-Rohr für Datenlogger am Lattenpegel am angewiesenen Standort gesetzt.

Ausbau: Rammspitze, 1 m Vollrohr (gefüllt mit Kies), 1 m Filterrohr, Gewindeübergangsstück, Sebakappe (Foto).

ROK 0,78 m über Wsp., innen wie außen.

Datenlogger eingebaut, läuft seit 15.09. 12:00.

2“-Rohr für Moorpegel am angewiesenen Standort gesetzt.

Moormächtigkeit am Standort: 3,3 m, dann Feinsand, schluffig, mit 30 cm Mächtigkeit angesprochen.

Ausbau: Rammspitze, 2 m Vollrohr (gefüllt mit Kies), 1 m Filterrohr, Gewindeübergangsstück, Sebakappe (Foto).
ROK 1,08 m über Wasserspiegel.

Datenlogger eingebaut, läuft seit 15.09. 12:00.

Mit freundlichem Gruß

Dr. Rolf Runge

Sachverständiger für Umwelt und Chemie

Pilgramer Straße 185

12623 Berlin

drrrunge@t-online.de

Tel./Fax: +49 30 5655387-5/-7

Mobil: +49 172 3035583

Anlage 4:

Fotodokumentation

Fotodokumentation



Abbildung 1: Messstelle GWM 1/18



Abbildung 2: GWM 1/18, temporärer Pumpbrunnen



Abbildung 3: Messstelle RP 3/18



Abbildung 4: Messstelle RP 4/18



Abbildung 5: Messstelle G27



Abbildung 6: LP Tribschsee



Abbildung 7: Standort der Versuchsanordnung mit RP 2/18 und Oder-Spree-Kanal im Hintergrund



Abbildung 8: GWM 1/18 mit Leitung und Wasserzähler



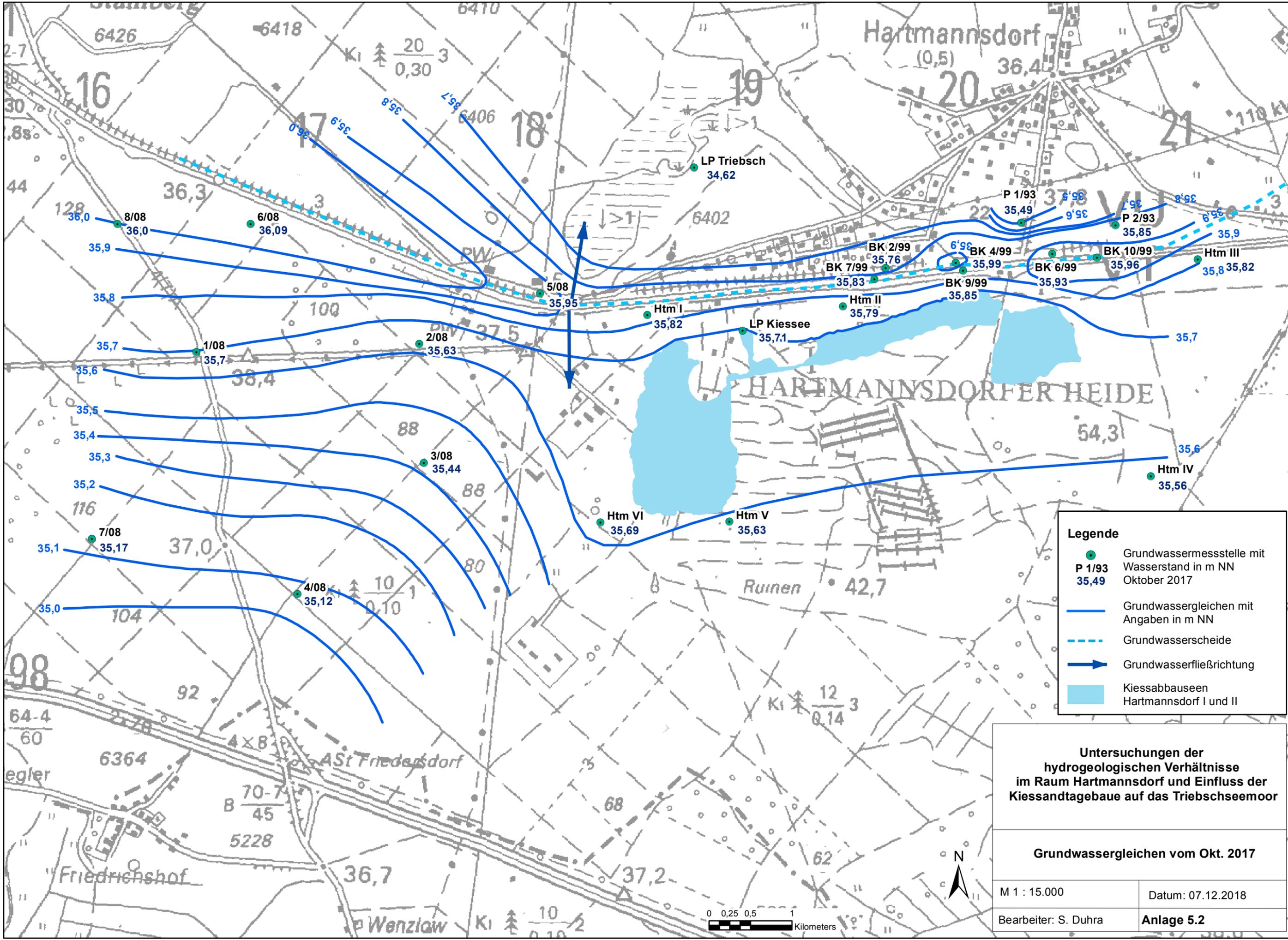
Abbildung 9: Leitung für das Abpumpwasser



Abbildung 10: Ableitung in den Wald, in 300 m Entfernung zur Versuchsanordnung

Anlage 5:

Grundwassergleichenpläne



Legende

- Grundwassermessstelle mit Wasserstand in m NN
- P 1/93**
35,49
Oktober 2017
- Grundwassergleichen mit Angaben in m NN
- - - Grundwasserscheide
- ➔ Grundwasserfließrichtung
- Kiessabbauseen Hartmannsdorf I und II

Untersuchungen der hydrogeologischen Verhältnisse im Raum Hartmannsdorf und Einfluss der Kiessandtagebaue auf das Triebschseemoor

Grundwassergleichen vom Okt. 2017

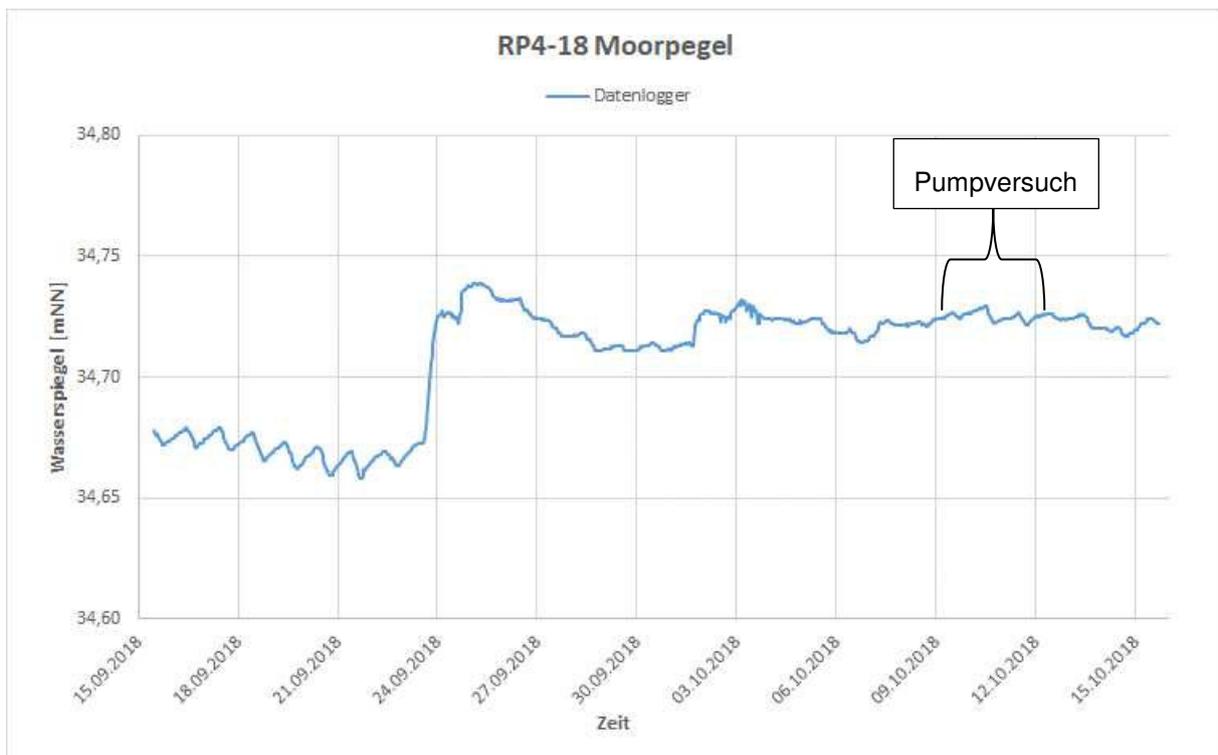
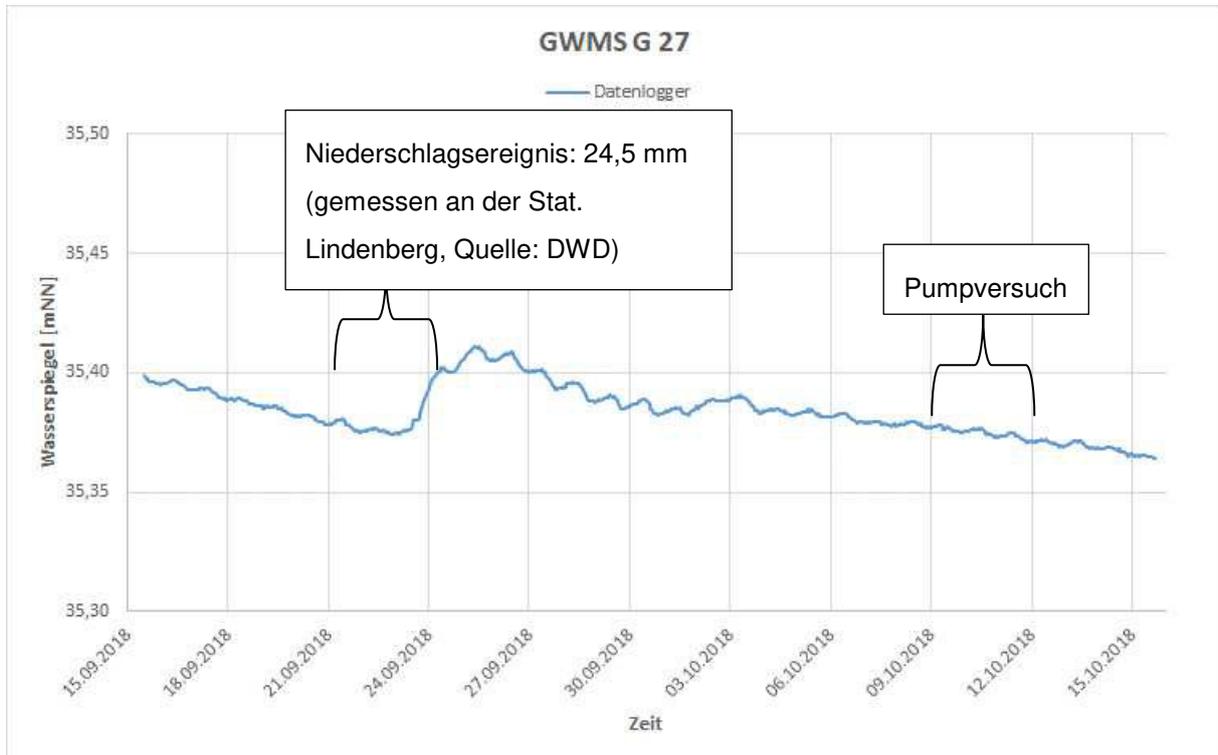
M 1 : 15.000	Datum: 07.12.2018
Bearbeiter: S. Duhra	Anlage 5.2

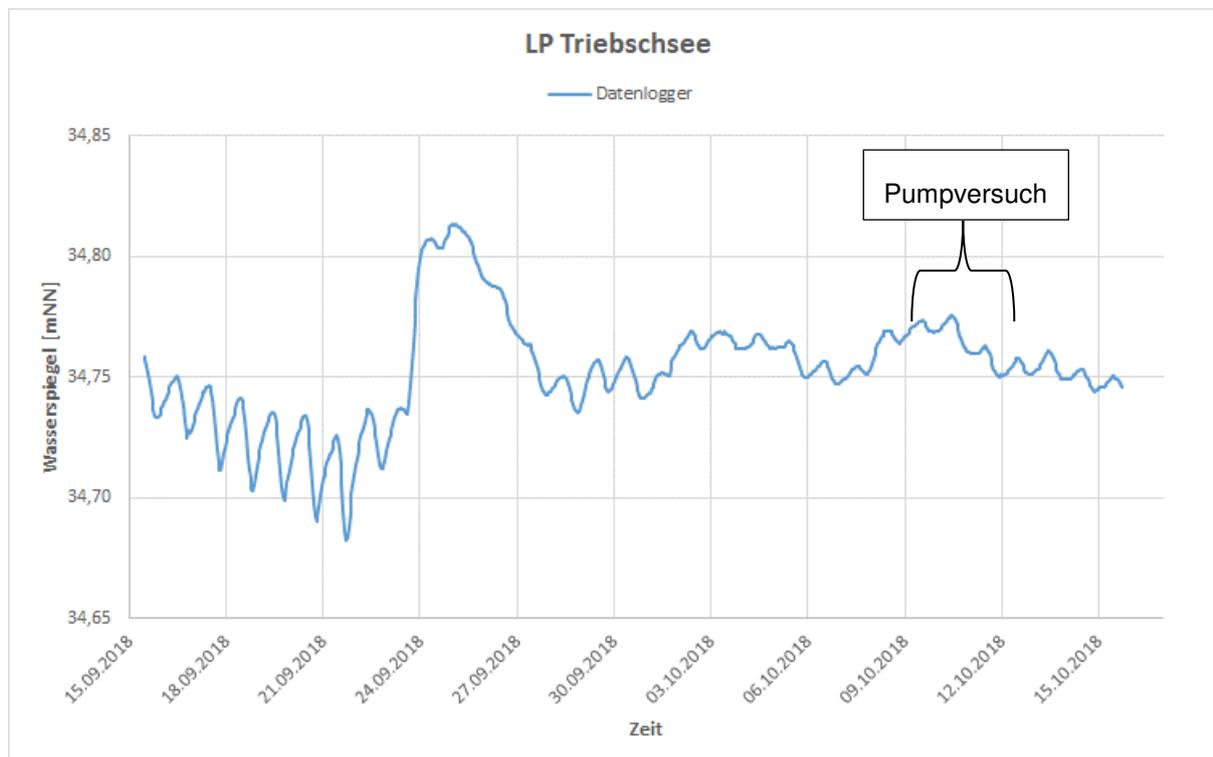


Anlage 6:

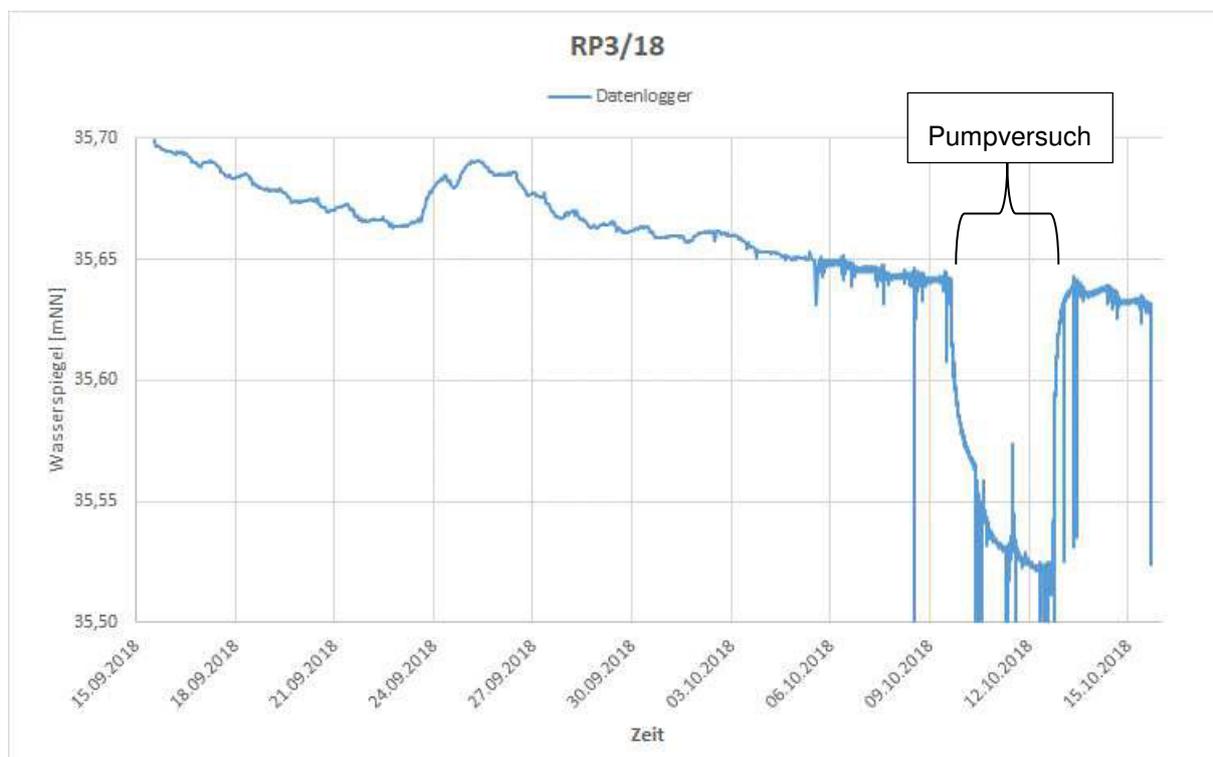
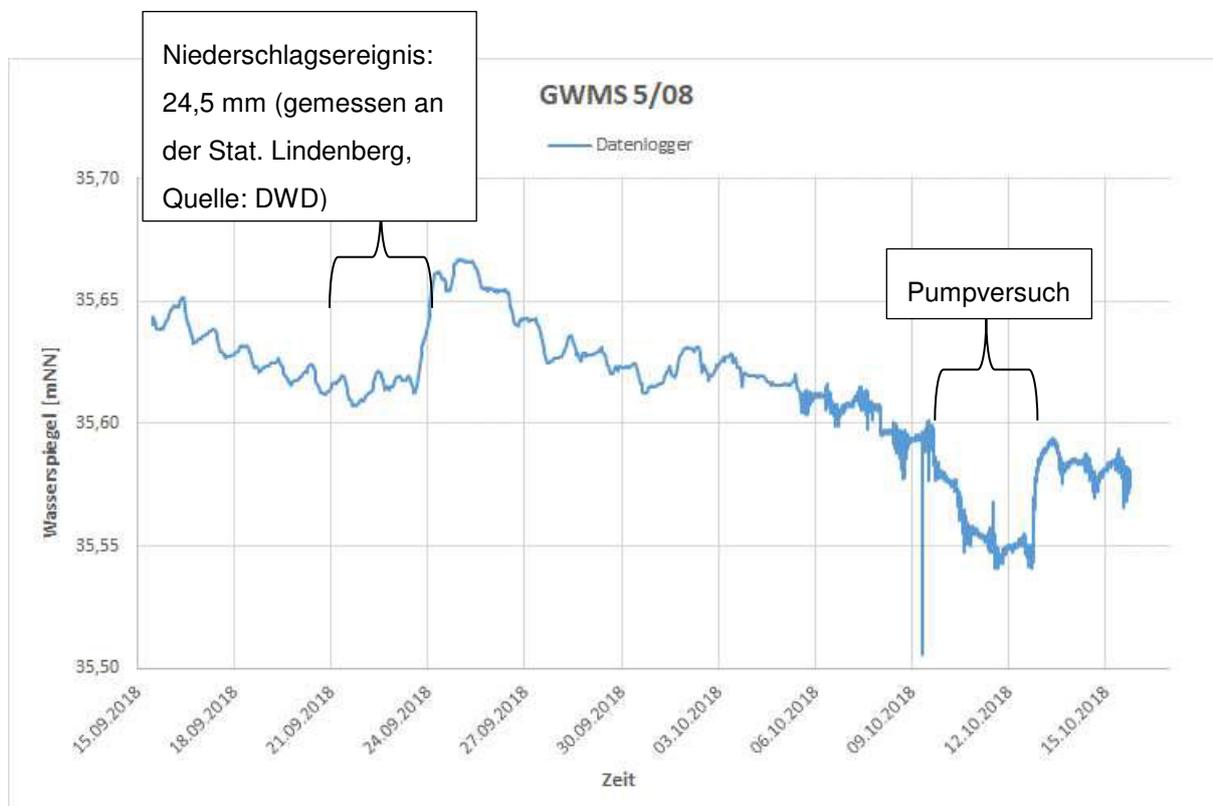
Grundwasserganglinien

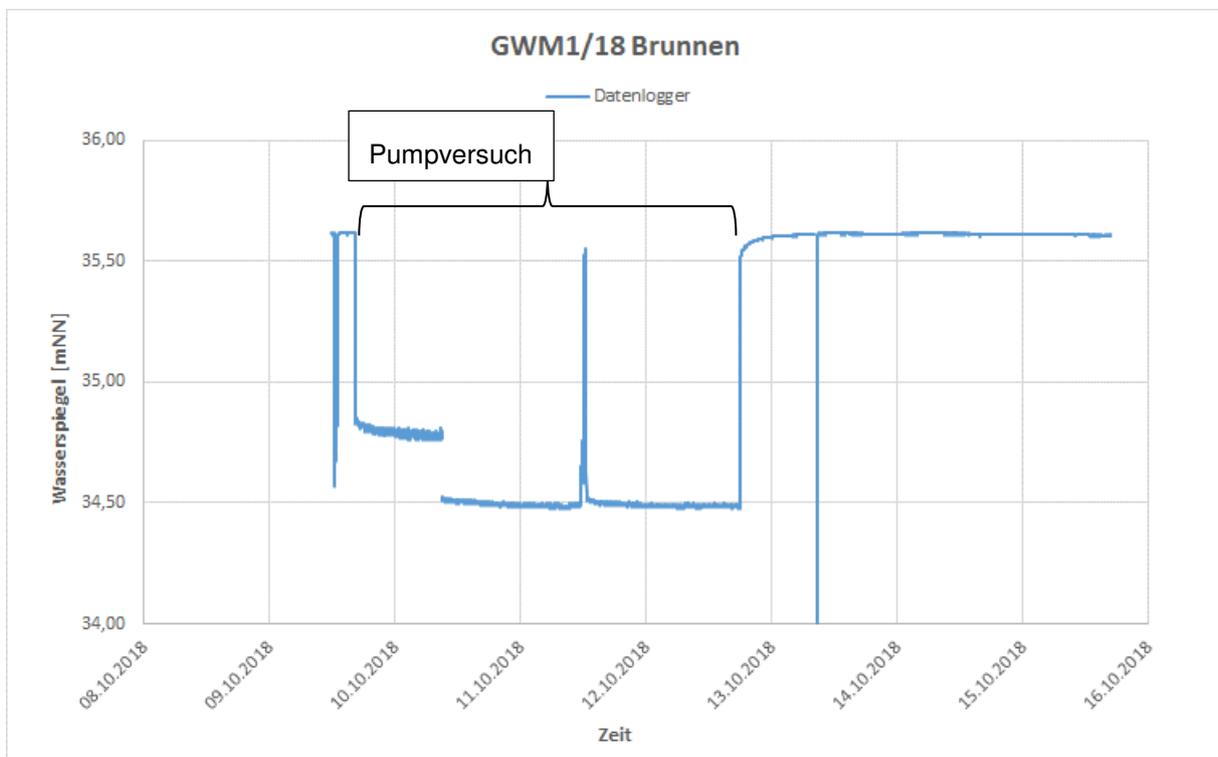
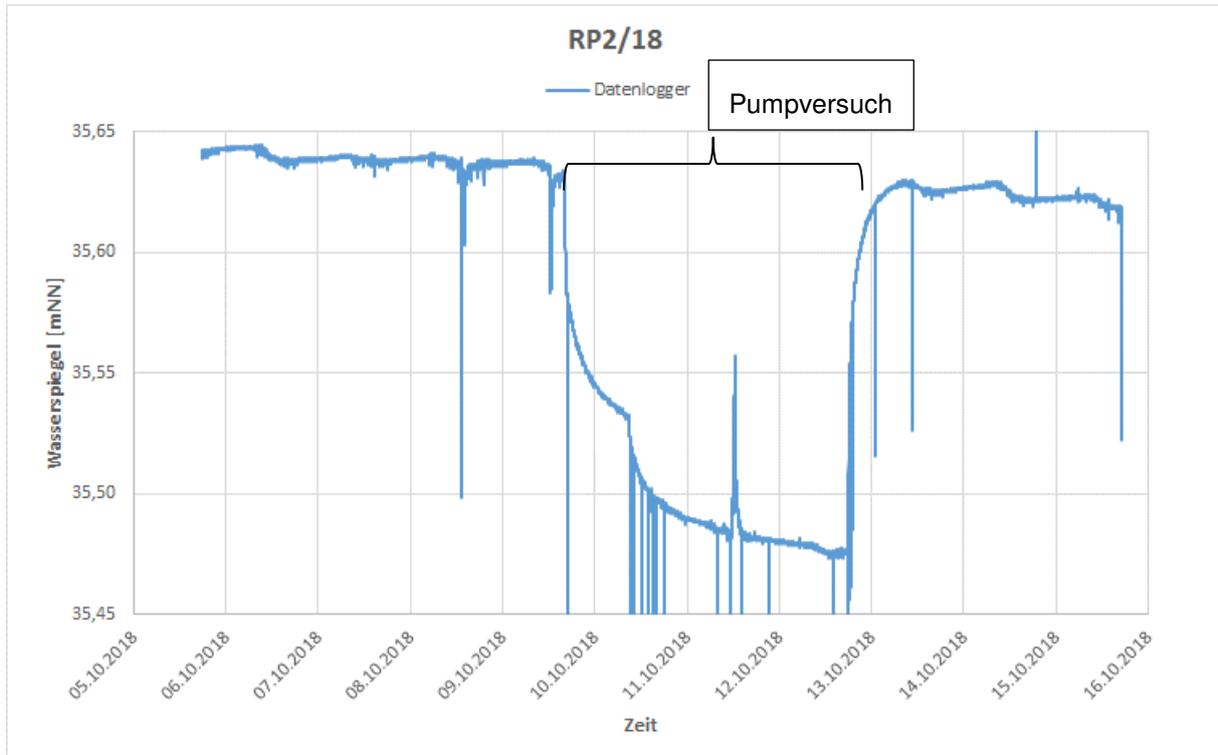
Einzelganglinien: Moor (GWMS G 27, RP4/18, LP Triebschsee)





Einzelgrafiken: Pumpversuch (GWMS 5/08, RP3/18, RP2/18, GWM1/18)





Anlage 7:

Wasserbuch zum Pumpversuch

PV: Hartmannsdorf II
Zählerstand WZ GWM 1/18

Datum/Uhrzeit	Zeit zwischen Ablesungen	Zählerstand WZ	Förderrate	Ø Förderrate/h	Gesamtförderrate	Bemerkungen
	[min]	m³	m³	m³/h	m³	
		DN 100				
09.10.2018 16:15		307.598,66				Nullmessung
09.10.2018 16:20	5	307.601,17	2,51	30,12	2,5	
09.10.2018 16:35	15	307.608,71	7,54	30,16	10,1	
09.10.2018 17:00	25	307.621,29	12,58	30,19	22,6	
09.10.2018 17:15	15	307.628,83	7,54	30,16	30,2	
09.10.2018 17:45	30	307.644,11	15,28	30,56	45,5	
09.10.2018 18:15	30	307.659,37	15,26	30,52	60,7	
09.10.2018 19:15	60	307.689,91	30,54	30,54	91,3	
09.10.2018 20:15	60	307.720,28	30,37	30,37	121,6	
09.10.2018 21:15	60	307.750,45	30,17	30,17	151,8	
09.10.2018 22:23	68	307.784,89	34,44	30,39	186,2	
09.10.2018 23:15	52	307.811,16	26,27	30,31	212,5	
10.10.2018 00:15	60	307.841,64	30,48	30,48	243,0	
10.10.2018 01:15	60	307.872,16	30,52	30,52	273,5	
10.10.2018 02:15	60	307.902,52	30,36	30,36	303,9	
10.10.2018 03:15	60	307.933,01	30,49	30,49	334,4	
10.10.2018 04:15	60	307.963,36	30,35	30,35	364,7	
10.10.2018 05:16	61	307.994,38	31,02	30,51	395,7	
10.10.2018 06:16	60	308.024,78	30,40	30,40	426,1	
10.10.2018 07:13	57	308.054,29	29,51	30,79	455,6	
10.10.2018 07:15	2	308.055,19	0,90	36,00	456,5	
10.10.2018 08:43	88	308.100,06	44,87	30,42	501,4	Überlauf Container, Förderrate reduziert
10.10.2018 09:00	17	308.107,60	7,54	27,42	508,9	Erhöhung Förderrate auf 40m³/h
10.10.2018 09:10	10	308.114,26	6,66	39,96	515,6	
10.10.2018 09:15	5	308.117,60	3,34	40,08	518,9	
10.10.2018 09:30	15	308.127,60	10,00	40,00	528,9	
10.10.2018 10:00	30	308.147,61	20,01	40,02	549,0	
10.10.2018 11:00	60	308.186,70	39,09	39,09	588,0	
10.10.2018 12:00	60	308.226,73	40,03	40,03	628,1	
10.10.2018 13:00	60	308.266,51	39,78	39,78	667,9	
10.10.2018 14:00	60	308.306,31	39,80	39,80	707,7	
10.10.2018 15:00	60	308.346,12	39,81	39,81	747,5	
10.10.2018 16:00	60	308.385,92	39,80	39,80	787,3	
10.10.2018 17:00	60	308.425,62	39,70	39,70	827,0	
10.10.2018 18:00	60	308.465,51	39,89	39,89	866,9	
10.10.2018 19:00	60	308.505,32	39,81	39,81	906,7	
10.10.2018 20:00	60	308.545,15	39,83	39,83	946,5	
10.10.2018 21:07	67	308.590,00	44,85	40,16	991,3	
10.10.2018 22:00	53	308.624,83	34,83	39,43	1026,2	
10.10.2018 23:00	60	308.664,40	39,57	39,57	1065,7	
11.10.2018 00:34	94	308.727,27	62,87	40,13	1128,6	
11.10.2018 01:00	26	308.744,86	17,59	40,59	1146,2	
11.10.2018 02:00	60	308.784,53	39,67	39,67	1185,9	
11.10.2018 03:00	60	308.824,28	39,75	39,75	1225,6	
11.10.2018 04:00	60	308.865,21	40,93	40,93	1266,5	
11.10.2018 05:00	60	308.904,66	39,45	39,45	1306,0	
11.10.2018 06:00	60	308.944,26	39,60	39,60	1345,6	

PV: Hartmannsdorf II
Zählerstand WZ GWM 1/18

11.10.2018 07:00	60	308.984,04	39,78	39,78	1385,4	
11.10.2018 08:00	60	309.023,40	39,36	39,36	1424,7	
11.10.2018 09:00	60	309.063,33	39,93	39,93	1464,7	
11.10.2018 10:00	60	309.103,05	39,72	39,72	1504,4	
11.10.2018 11:00	60	309.142,98	39,93	39,93	1544,3	2 U gedrosselt
11.10.2018 11:30	30	309.162,95	19,97	39,94	1564,3	Überlauf Container, Förderrate reduziert
11.10.2018 11:45	15	309.168,33	5,38	21,52	1569,7	Förderrate erhöht
11.10.2018 12:00	15	309.178,98	10,65	42,60	1580,3	Überlauf Container, Förderrate reduziert
11.10.2018 12:39	39	309.190,79	11,81	18,17	1592,1	30 min aus (Reinigung Becken),dann Voll auf
11.10.2018 13:00	21	309.203,88	13,09	37,40	1605,2	
11.10.2018 14:00	60	309.244,50	40,62	40,62	1645,8	
11.10.2018 16:00	120	309.322,53	78,03	39,02	1723,9	
11.10.2018 17:00	60	309.361,05	38,52	38,52	1762,4	
11.10.2018 18:00	60	309.401,04	39,99	39,99	1802,4	
11.10.2018 19:00	60	309.440,87	39,83	39,83	1842,2	
11.10.2018 20:19	79	309.492,61	51,74	39,30	1894,0	
11.10.2018 21:00	41	309.519,60	26,99	39,50	1920,9	
11.10.2018 22:00	60	309.558,88	39,28	39,28	1960,2	
11.10.2018 23:00	60	309.598,66	39,78	39,78	2000,0	
12.10.2018 00:00	60	309.638,40	39,74	39,74	2039,7	
12.10.2018 01:00	60	309.678,26	39,86	39,86	2079,6	
12.10.2018 02:00	60	309.718,03	39,77	39,77	2119,4	
12.10.2018 03:00	60	309.757,93	39,90	39,90	2159,3	
12.10.2018 04:00	60	309.797,85	39,92	39,92	2199,2	
12.10.2018 05:00	60	309.837,50	39,65	39,65	2238,8	
12.10.2018 06:00	60	309.877,21	39,71	39,71	2278,6	
12.10.2018 07:00	60	309.917,02	39,81	39,81	2318,4	
12.10.2018 08:00	60	309.956,43	39,41	39,41	2357,8	
12.10.2018 09:02	62	309.996,02	39,59	38,31	2397,4	
12.10.2018 10:04	62	310.037,24	41,22	39,89	2438,6	
12.10.2018 11:00	56	310.072,78	35,54	38,08	2474,1	
12.10.2018 12:00	60	310.112,47	39,69	39,69	2513,8	
12.10.2018 13:05	65	310.155,42	42,95	39,65	2556,8	
12.10.2018 14:05	60	310.194,88	39,46	39,46	2596,2	
12.10.2018 15:00	55	310.230,54	35,66	38,90	2631,9	
12.10.2018 16:00	60	310.270,17	39,63	39,63	2671,5	
12.10.2018 17:00	60	310.310,33	40,16	40,16	2711,7	
12.10.2018 18:00	60	310.349,52	39,19	39,19	2750,9	

PV: Hartmannsdorf II
Zählerstand WZ GWM 1/18

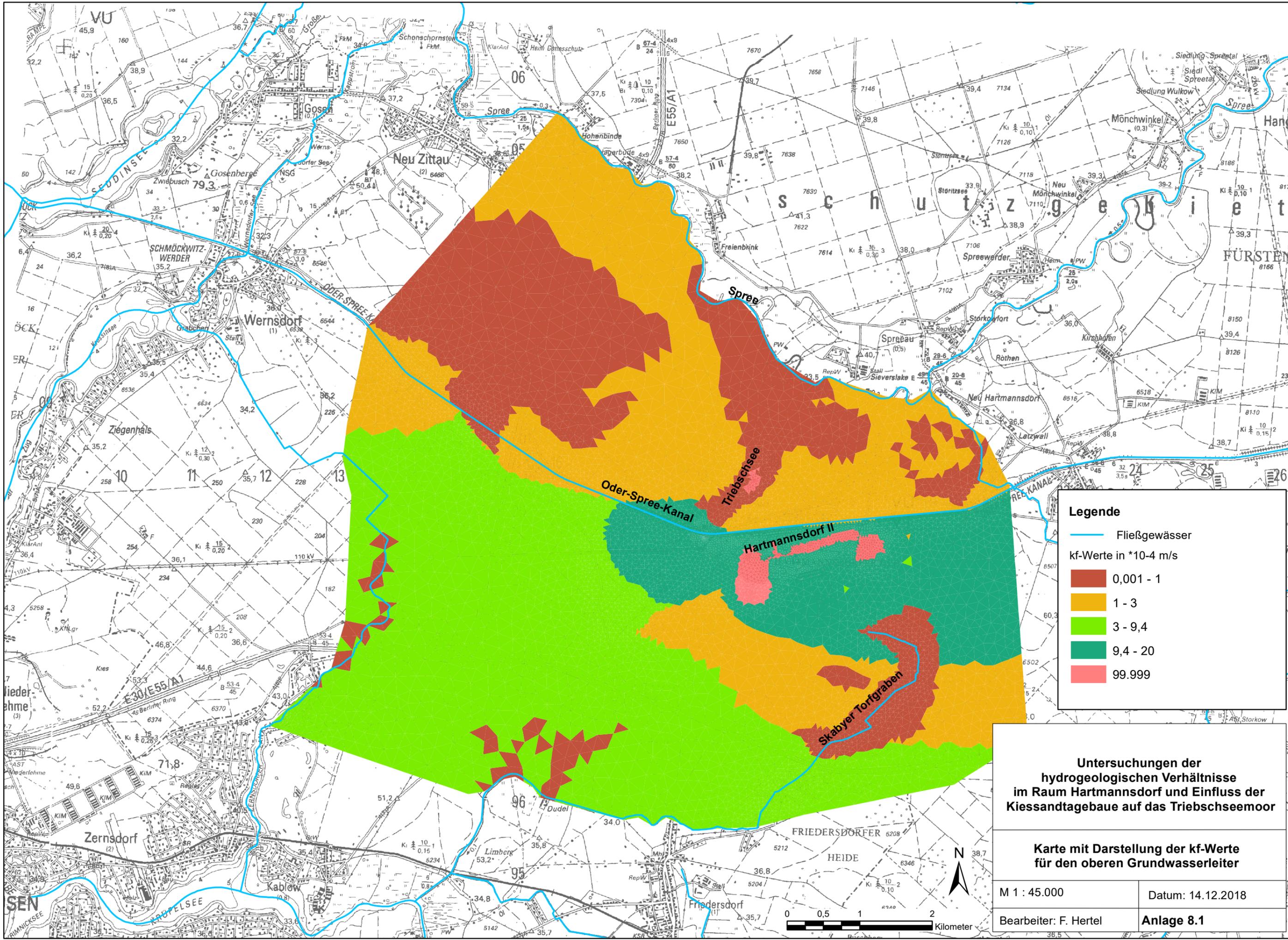
Datum/Uhrzeit	Δ Null-messung	GWM1/18	AP 1 m NHN	Δ Null-messung	RP2/18	AP 2 m NHN	Δ Null-messung	RP3 blau	AP 3 m NHN	Δ Null-messung	Kanal	AP 4 m NHN	Bemerkung
		m	38,79		m	40,15		m	38,99		m	38,32	
09.10.2018 16:15		3,52	35,62		4,52	35,63		3,35	35,64		1,50	36,82	Nullmessung
09.10.2018 16:35	0,79	4,31	34,83										!!! GWM 1: Messwert 3,52 = 3,17 von ROK, also 0,35 über ROK !!!
09.10.2018 17:00	0,80	4,32	34,82	0,06	4,58	35,57	0,24	3,59	35,40	-0,01	1,49	36,83	
09.10.2018 18:00	0,81	4,33	34,81										
09.10.2018 19:00	0,82	4,34	34,80										
09.10.2018 20:00	0,82	4,34	34,80										
09.10.2018 21:00	0,83	4,35	34,79										
09.10.2018 22:00	0,83	4,35	34,79										
09.10.2018 23:00	0,83	4,35	34,79										
10.10.2018 00:00	0,83	4,35	34,79										
10.10.2018 01:00	0,84	4,36	34,78										
10.10.2018 02:00	0,84	4,36	34,78										
10.10.2018 03:00	0,84	4,36	34,78										
10.10.2018 04:00	0,84	4,36	34,78										
10.10.2018 05:00	0,84	4,36	34,78										
10.10.2018 06:00	0,84	4,36	34,78										
10.10.2018 07:00	0,84	4,36	34,78										
10.10.2018 08:00	0,84	4,36	34,78										
10.10.2018 09:00	0,85	4,37	34,77										Erhöhung Förderrate auf 40m
10.10.2018 10:00	1,11	4,63	34,51	0,12	4,64	35,51	0,10	3,45	35,54	0,00	1,50	36,82	
10.10.2018 11:00	1,12	4,64	34,50	0,12	4,64	35,51	0,10	3,45	35,54	-0,01	1,49	36,83	
10.10.2018 12:00	1,12	4,64	34,50	0,13	4,65	35,50	0,10	3,45	35,54	-0,01	1,49	36,83	
10.10.2018 13:00	1,12	4,64	34,50	0,13	4,65	35,50	0,10	3,45	35,54	-0,01	1,49	36,83	
10.10.2018 14:00	1,12	4,64	34,50	0,14	4,66	35,49	0,11	3,46	35,53	-0,01	1,49	36,83	
10.10.2018 15:00	1,12	4,64	34,50	0,14	4,66	35,49	0,11	3,46	35,53	-0,01	1,49	36,83	
10.10.2018 16:00	1,13	4,65	34,49	0,14	4,66	35,49	0,11	3,46	35,53	-0,01	1,49	36,83	
10.10.2018 17:00	1,13	4,65	34,49	0,14	4,66	35,49	0,11	3,46	35,53	-0,01	1,49	36,83	
10.10.2018 18:00	1,13	4,65	34,49	0,14	4,66	35,49	0,11	3,46	35,53	-0,01	1,49	36,83	
10.10.2018 19:00	1,13	4,65	34,49	0,14	4,66	35,49	0,11	3,46	35,53	-0,02	1,48	36,84	
10.10.2018 20:00	1,13	4,65	34,49	0,14	4,66	35,49	0,11	3,46	35,53	-0,02	1,48	36,84	
10.10.2018 21:00	1,13	4,65	34,49	0,14	4,66	35,49	0,12	3,47	35,52	-0,02	1,48	36,84	
10.10.2018 22:00	1,13	4,65	34,49	0,14	4,66	35,49	0,11	3,46	35,53	-0,02	1,48	36,84	
10.10.2018 23:00	1,13	4,65	34,49	0,14	4,66	35,49	0,12	3,47	35,52	-0,02	1,48	36,84	
11.10.2018 00:00	1,13	4,65	34,49	0,15	4,67	35,48	0,12	3,47	35,52	-0,02	1,48	36,84	
11.10.2018 01:00	1,13	4,65	34,49	0,15	4,67	35,48	0,12	3,47	35,52	-0,02	1,48	36,84	
11.10.2018 02:00	1,13	4,65	34,49	0,15	4,67	35,48	0,12	3,47	35,52	-0,02	1,48	36,84	
11.10.2018 03:00	1,13	4,65	34,49	0,15	4,67	35,48	0,12	3,47	35,52	-0,02	1,48	36,84	
11.10.2018 04:00	1,13	4,65	34,49	0,15	4,67	35,48	0,12	3,47	35,52	-0,02	1,48	36,84	
11.10.2018 05:00	1,13	4,65	34,49	0,15	4,67	35,48	0,12	3,47	35,52	-0,02	1,48	36,84	
11.10.2018 06:00	1,13	4,65	34,49	0,15	4,67	35,48	0,12	3,47	35,52	-0,02	1,48	36,84	
11.10.2018 07:00	1,13	4,65	34,49	0,15	4,67	35,48	0,12	3,47	35,52	-0,02	1,48	36,84	
11.10.2018 08:00	1,13	4,65	34,49	0,15	4,67	35,48	0,12	3,47	35,52	-0,03	1,47	36,85	
11.10.2018 09:00	1,14	4,66	34,48	0,15	4,67	35,48	0,12	3,47	35,52	-0,03	1,47	36,85	Becken läuft über
11.10.2018 10:00	1,14	4,66	34,48	0,16	4,68	35,47	0,12	3,47	35,52	-0,03	1,47	36,85	
11.10.2018 11:00	1,13	4,65	34,49	0,16	4,68	35,47	0,12	3,47	35,52	-0,03	1,47	36,85	
11.10.2018 12:00	1,13	4,65	34,49	0,16	4,68	35,47	0,12	3,47	35,52	-0,02	1,48	36,84	
11.10.2018 13:00	1,12	4,64	34,50	0,15	4,67	35,48	0,11	3,46	35,53	-0,02	1,48	36,84	30 min Abschalten f. Beckenreinigung
11.10.2018 14:00	1,12	4,64	34,50	0,15	4,67	35,48	0,12	3,47	35,52	-0,02	1,48	36,84	
11.10.2018 15:00	1,12	4,64	34,50	0,15	4,67	35,48	0,12	3,47	35,52	-0,02	1,48	36,84	
11.10.2018 16:00	1,12	4,64	34,50	0,15	4,67	35,48	0,11	3,46	35,53	-0,02	1,48	36,84	
11.10.2018 20:00	1,13	4,65	34,49	0,15	4,67	35,48	0,12	3,47	35,52	-0,02	1,48	36,84	
11.10.2018 21:00	1,13	4,65	34,49	0,15	4,67	35,48	0,12	3,47	35,52	-0,02	1,48	36,84	
11.10.2018 22:00	1,13	4,65	34,49	0,15	4,67	35,48	0,12	3,47	35,52	-0,02	1,48	36,84	
11.10.2018 23:00	1,13	4,65	34,49	0,15	4,67	35,48	0,12	3,47	35,52	-0,02	1,48	36,84	
12.10.2018 00:00	1,13	4,65	34,49	0,15	4,67	35,48	0,13	3,48	35,51	-0,01	1,49	36,83	
12.10.2018 01:00	1,14	4,66	34,48	0,15	4,67	35,48	0,12	3,47	35,52	-0,01	1,49	36,83	
12.10.2018 02:00	1,14	4,66	34,48	0,16	4,68	35,47	0,13	3,48	35,51	-0,01	1,49	36,83	
12.10.2018 03:00	1,14	4,66	34,48	0,16	4,68	35,47	0,13	3,48	35,51	-0,02	1,48	36,84	
12.10.2018 04:00	1,14	4,66	34,48	0,16	4,68	35,47	0,13	3,48	35,51	-0,02	1,48	36,84	
12.10.2018 05:00	1,14	4,66	34,48	0,16	4,68	35,47	0,13	3,48	35,51	-0,02	1,48	36,84	
12.10.2018 06:00	1,14	4,66	34,48	0,16	4,68	35,47	0,13	3,48	35,51	-0,02	1,48	36,84	
12.10.2018 07:00	1,14	4,66	34,48	0,16	4,68	35,47	0,13	3,48	35,51	-0,01	1,49	36,83	

PV: Hartmannsdorf II
Zählerstand WZ GWM 1/18

Datum/Uhrzeit	Δ Null- messung	GWM1/18	AP 1 m NHN	Δ Null- messung	RP2/18	AP 2 m NHN	Δ Null- messung	RP3 blau	AP 3 m NHN	Δ Null- messung	Kanal	AP 4 m NHN	Bemerkung
		m	38,79		m	40,15		m	38,99		m	38,32	
12.10.2018 08:00	1,14	4,66	34,48	0,16	4,68	35,47	0,13	3,48	35,51	-0,01	1,49	36,83	
12.10.2018 09:00	1,14	4,66	34,48	0,16	4,68	35,47	0,13	3,48	35,51	-0,01	1,49	36,83	
12.10.2018 10:00	1,14	4,66	34,48	0,16	4,68	35,47	0,13	3,48	35,51	-0,02	1,48	36,84	
12.10.2018 11:00	1,14	4,66	34,48	0,16	4,68	35,47	0,13	3,48	35,51	-0,02	1,48	36,84	
12.10.2018 12:00	1,14	4,66	34,48	0,16	4,68	35,47	0,13	3,48	35,51	-0,03	1,47	36,85	
12.10.2018 13:00	1,14	4,66	34,48	0,16	4,68	35,47	0,13	3,48	35,51	-0,03	1,47	36,85	
12.10.2018 14:00	1,14	4,66	34,48	0,16	4,68	35,47	0,13	3,48	35,51	-0,02	1,48	36,84	
12.10.2018 15:00	1,14	4,66	34,48	0,16	4,68	35,47	0,13	3,48	35,51	-0,02	1,48	36,84	
12.10.2018 16:00	1,14	4,66	34,48	0,16	4,68	35,47	0,13	3,48	35,51	-0,01	1,49	36,83	
12.10.2018 17:00	1,14	4,66	34,48	0,16	4,68	35,47	0,13	3,48	35,51	0,00	1,50	36,82	
12.10.2018 18:00	1,14	4,66	34,48										
12.10.2018 18:01	0,12	3,64	35,50										
12.10.2018 18:05	0,10	3,62	35,52										
12.10.2018 18:10	0,09	3,61	35,53	0,10	4,62	35,53	0,10	3,45	35,54	-0,01	1,49	36,83	
12.10.2018 18:15	0,08	3,603	35,54										
12.10.2018 18:20	0,08	3,597	35,54	0,09	4,605	35,54	0,08	3,430	35,56	-0,02	1,475	36,85	
12.10.2018 18:30	0,07	3,590	35,55										
12.10.2018 18:45	0,06	3,585	35,56	0,07	4,590	35,56	0,07	3,420	35,57	-0,02	1,475	36,85	
12.10.2018 19:00	0,06	3,580	35,56	0,07	4,585	35,56	0,07	3,420	35,57	0,00	1,500	36,82	
12.10.2018 20:00	0,05	3,57	35,57	0,05	4,57	35,58	0,06	3,41	35,58	-0,01	1,49	36,83	
12.10.2018 21:00	0,04	3,56	35,58	0,04	4,56	35,59	0,06	3,41	35,58	-0,02	1,48	36,84	
12.10.2018 22:00	0,03	3,55	35,59	0,03	4,55	35,60	0,03	3,384	35,61	-0,02	1,48	36,84	
12.10.2018 23:00	0,02	3,545	35,60	0,03	4,545	35,60	0,03	3,38	35,61	-0,02	1,48	36,84	
13.10.2018 00:00	0,02	3,54	35,60	0,02	4,540	35,61	0,04	3,387	35,60	-0,02	1,48	36,84	
13.10.2018 01:00	0,02	3,54	35,60	0,02	4,54	35,61	0,02	3,374	35,62	-0,02	1,48	36,84	
13.10.2018 02:00													
13.10.2018 03:00													
13.10.2018 04:00													
13.10.2018 05:00													
13.10.2018 06:00													
13.10.2018 07:00	0,01	3,53	35,61	0,01	4,53	35,62	0,02	3,37	35,62	-0,02	1,48	36,84	
13.10.2018 08:00													
13.10.2018 09:00	0,00	3,525	35,62	0,01	4,53	35,62	0,02	3,365	35,63	-0,02	1,485	36,84	
13.10.2018 10:00	0,00	3,525	35,62	0,01	4,53	35,62	0,01	3,36	35,63	-0,02	1,48	36,84	

Anlage 8:

Modelldokumentation



Legende

- Fließgewässer
- kf-Werte in $\cdot 10^{-4}$ m/s
- 0,001 - 1
- 1 - 3
- 3 - 9,4
- 9,4 - 20
- 99.999

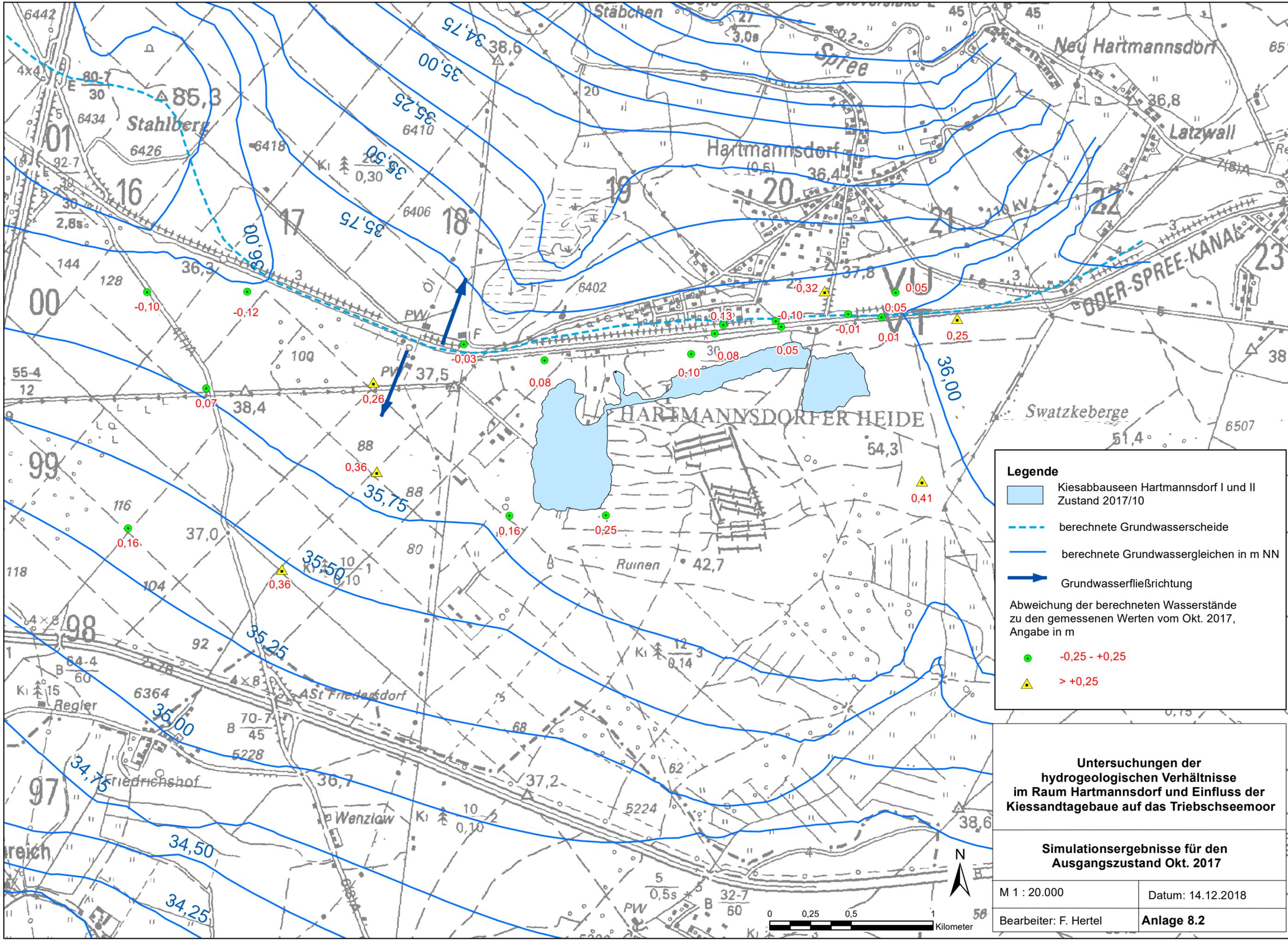
Untersuchungen der hydrogeologischen Verhältnisse im Raum Hartmannsdorf und Einfluss der Kiessandtagebaue auf das Triebseeemoor

Karte mit Darstellung der kf-Werte für den oberen Grundwasserleiter

M 1 : 45.000 Datum: 14.12.2018

Bearbeiter: F. Hertel **Anlage 8.1**





Legende

- Kiesabbauseen Hartmannsdorf I und II Zustand 2017/10
- berechnete Grundwasserscheide
- berechnete Grundwassergleichen in m NN
- Grundwasserfließrichtung

Abweichung der berechneten Wasserstände zu den gemessenen Werten vom Okt. 2017, Angabe in m

- 0,25 - +0,25
- > +0,25

Untersuchungen der hydrogeologischen Verhältnisse im Raum Hartmannsdorf und Einfluss der Kiessandtagebaue auf das Triebschseemoor

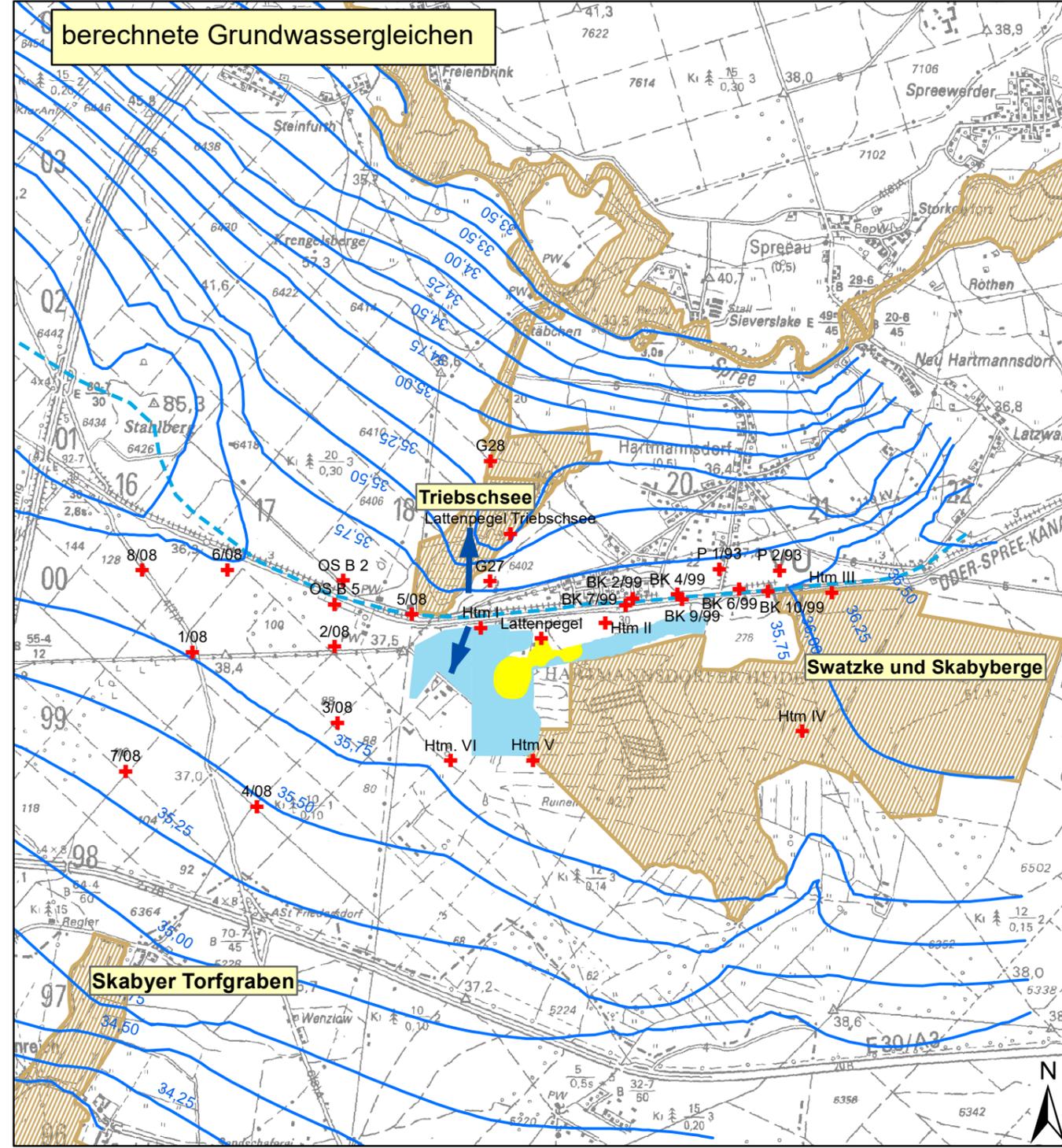
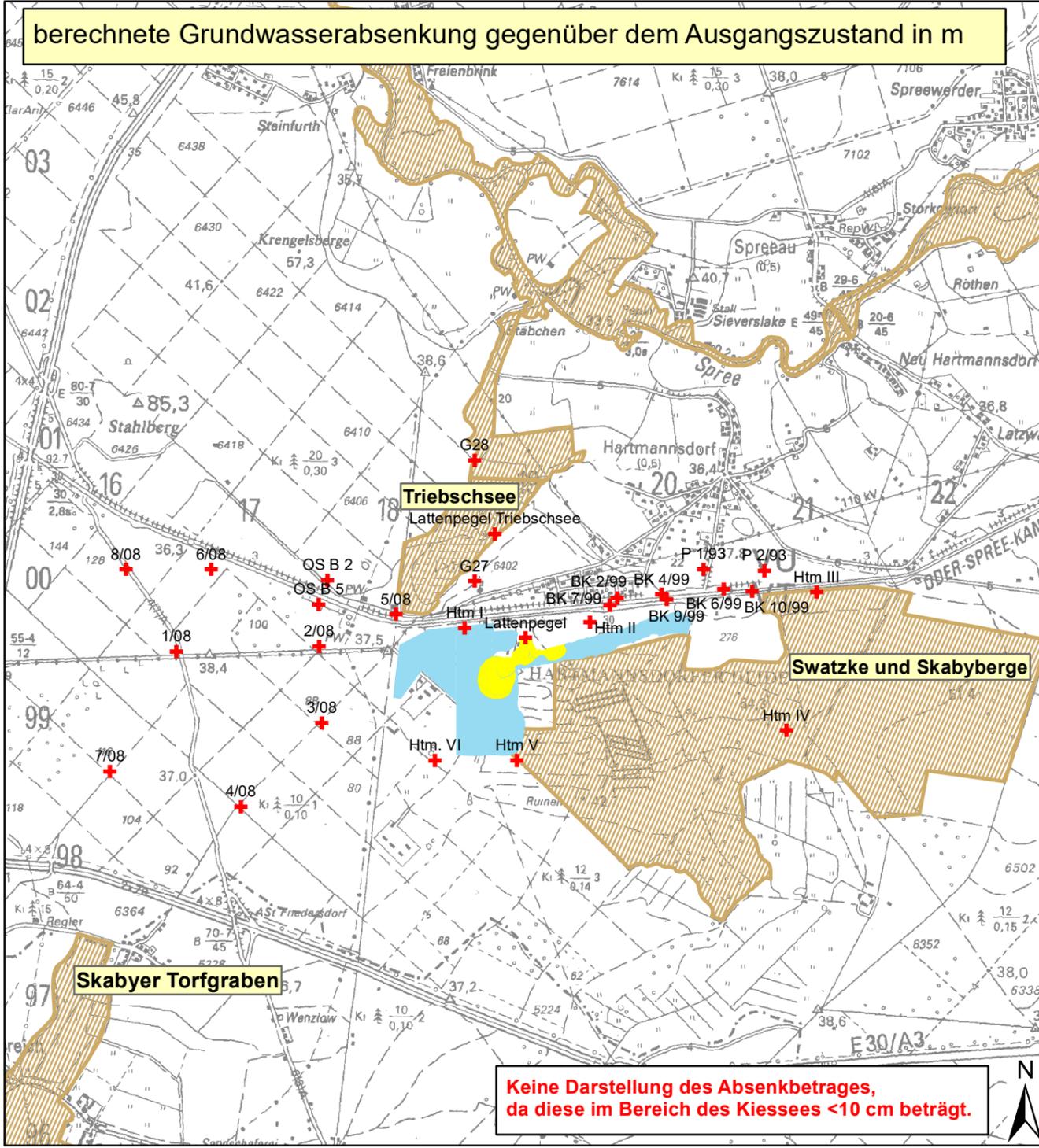
Simulationsergebnisse für den Ausgangszustand Okt. 2017

M 1 : 20.000	Datum: 14.12.2018
Bearbeiter: F. Hertel	Anlage 8.2



Anlage 9:

Simulationsergebnisse für Prognosevarianten



Legende

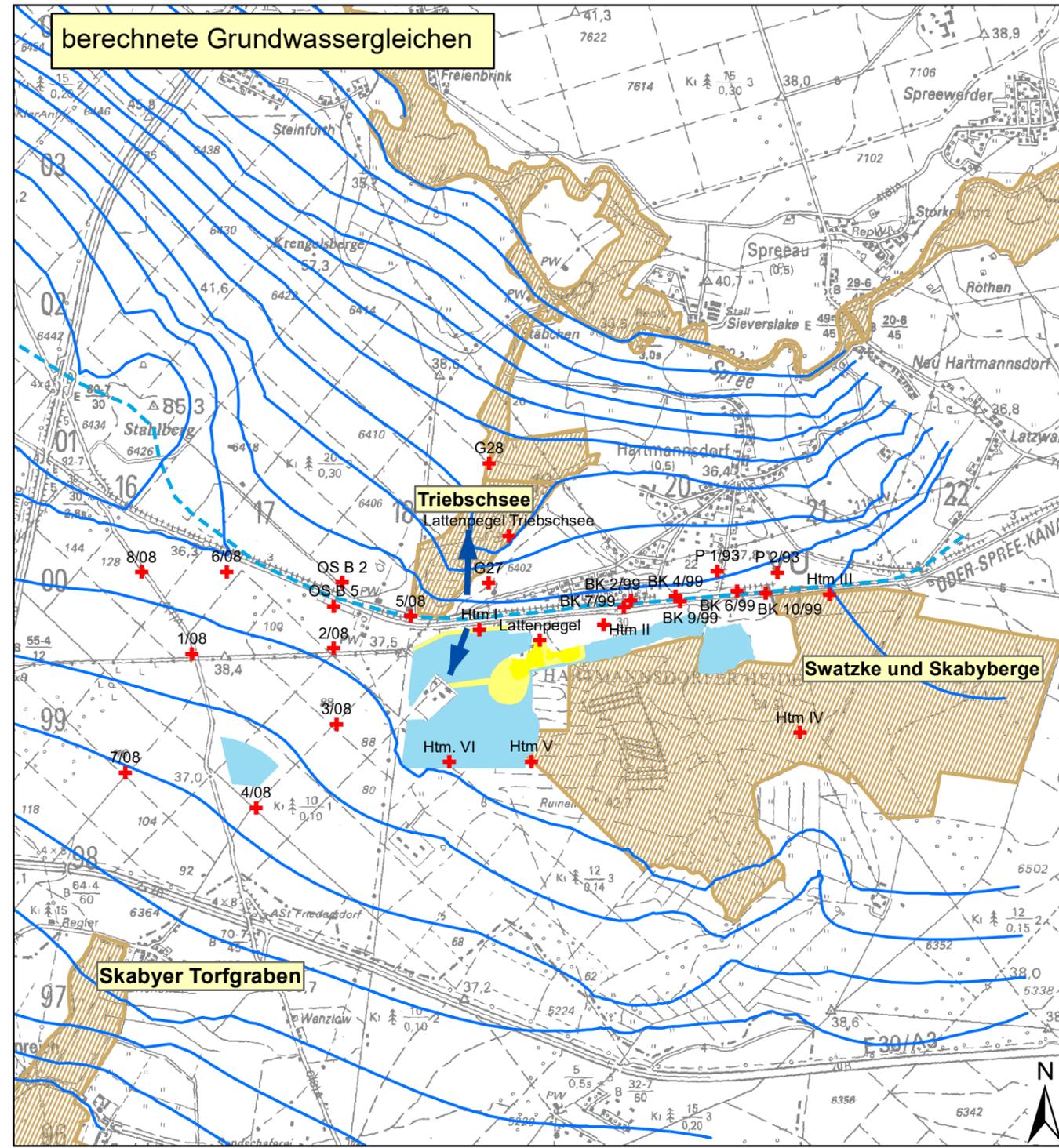
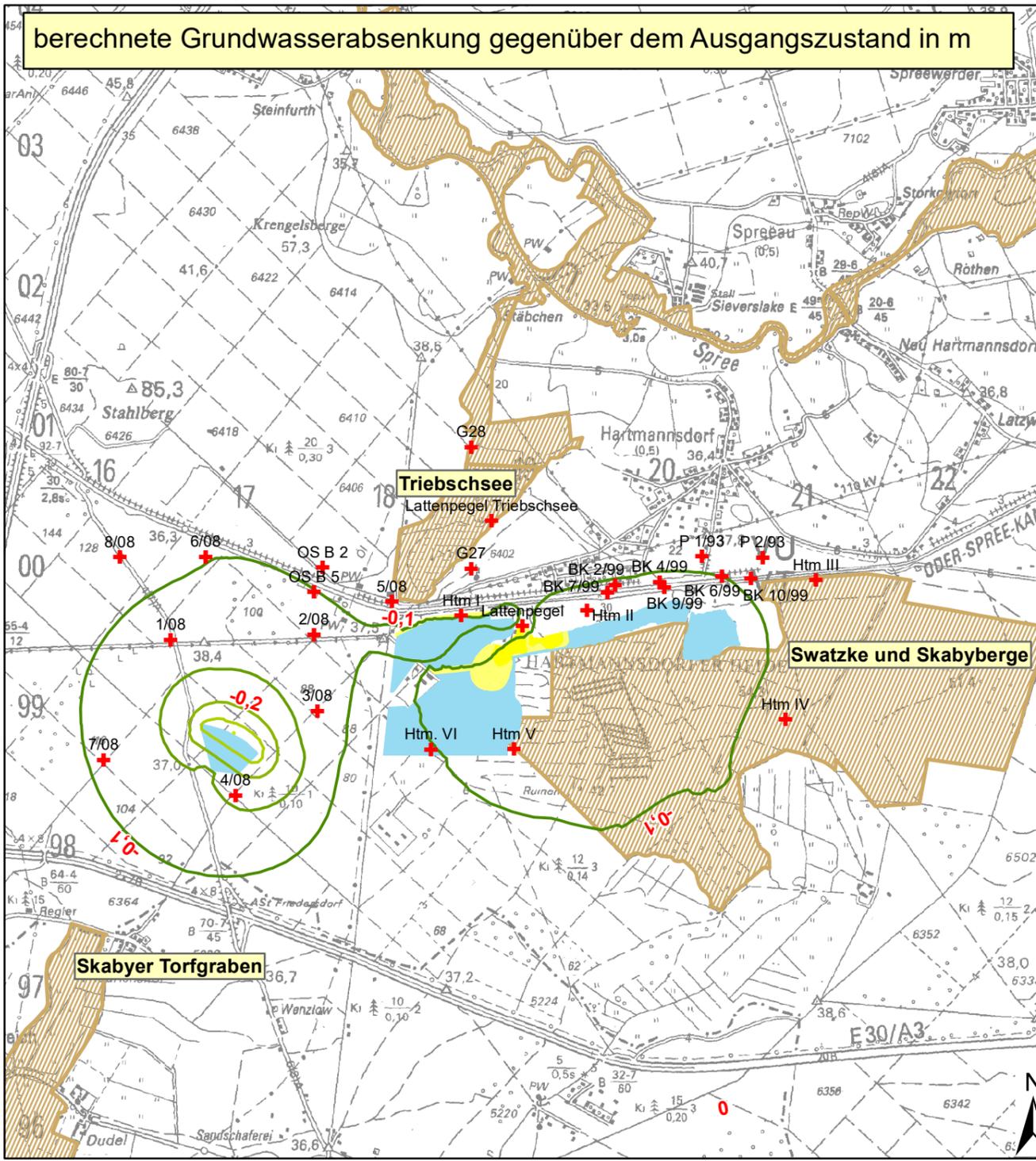
- + Grundwassermessstelle
- Kiesabbaufäche/ Kiessee
- Spülfeld
- ▨ FFH-Gebiet
- berechnete Grundwasserscheide
- berechnete Grundwassergleichen in m NN
- ➔ Grundwasserfließrichtung

Abbauquoten:
 Hartmannsdorf II: 1.000T t/a
 Hartmannsdorf SW 2: -

Untersuchungen der hydrogeologischen Verhältnisse im Raum Hartmannsdorf und Einfluss der Kiesandtagebaue auf das Tribschseemoor

Prognose der Wasserstandsentwicklung bei aktivem Kiesabbau – VAR 1

M 1 : 40.000	Datum: 14.12.2018
Bearbeiter: F. Hertel	Anlage 9.1



Legende

- + Grundwassermessstelle
- Kiesabbaufäche/ Kiessee
- berechnete Grundwasserscheide
- Spülfeld
- berechnete Grundwassergleichen in m NN
- FFH-Gebiet
- ➔ Grundwasserfließrichtung

Abbauquoten:
 Hartmannsdorf II: 1.000T t/a
 Hartmannsdorf SW 2: 350T t/a

Untersuchungen der hydrogeologischen Verhältnisse im Raum Hartmannsdorf und Einfluss der Kiessandtagebaue auf das Triebseeemoor

Prognose der Wasserstandsentwicklung bei aktivem Kiesabbau – VAR 2

M 1 : 40.000	Datum: 14.12.2018
Bearbeiter: F. Hertel	Anlage 9.2

