HGN Beratungsgesellschaft mbH

Büro Berlin-Brandenburg
Neuendorfstraße 20d
16761 Hennigsdorf

+49 (0)3302 202 26 00
bb@hgn-beratung.de

Überprüfung der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Grabensystems zwischen dem geplanten Rousseau-park 2 (B-Plan 42) und dem Elsbruchgraben zur Aufnahme von Notüberlaufmengen aus den geplanten Versickerungsanlagen des Wohngebietes

Auftraggeber: Callidus GmbH
Mittelstraße 7
12529 Schönefeld

Auftragsnummer: PRJ18-039

Bearbeitung: HGN Beratungsgesellschaft mbH
Büro Berlin-Brandenburg und Büro Braunschweig
C. Langer, M. Link

Bestätigt: .....
C. Siemon
Büroleiter Braunschweig

Ort, Datum: 23.5.2018

Inhaltsverzeichnis

1 Veranlassung / Aufgabenstellung 3
2 Grundlagen 3
3 Übernahme, Zusammenstellung und ergänzende Recherche 3
4 Ortsbegehung 4
5 Übernahme der Vermessungsdaten und Aufbau eines hydraulischen Wasserspiegellagenmodells. 8
5.1 Vermessung 8
5.2 Aufbau hydraulisches 1D-Modell (HecRas) 8
6 Definition von Randbedingungen für verschiedene Szenarien hinsichtlich 9
6.1 Ermittlung der jahreszeitlichen Rauheitsbeiwerte 9
6.2 Ermittlung der Abflusswerte 9
6.3 Basisabfluss der Grabenabschnitte 10
6.4 Festlegung der Modellgrenzen 11
6.5 Weitere Festlegungen und Annahmen 12
6.6 Ermittlung zusätzlicher Einleitmengen 13
7 Berechnung unterschiedlicher Szenarien 14
7.1 Wehre/ Wehrstellungen 14
7.2 Unterschiedliche Unterhaltungszustände des Grabens 14
7.3 Berechnung des Ist-Zustandes (Vergleich Sommer/Winter) 14
7.4 Berechnung des Grabens inkl. Überleitung aus der Sickermulde 3.2 15
7.5 Notüberläufe der Versickerungsmulden 17
7.6 Übersicht zu den Ergebnissen der Berechnungsvarianten 19
8 Ergebnisse / Diskussion / Empfehlung 20
8.1 Ergebnisse 20
8.2 Diskussion 20
8.2.1 Größenordnung Straßenablauf 89 l/s 20
8.2.2 Wirkung der Einstellung des Kläranlagenablaufs 20
8.3 Empfehlungen 20
8.3.1 Absenkung des Wasserspiegels im Elsbruchgraben 20
8.3.2 Rückhalteraum oberstromig ausnutzen und Wasser gedrosselt abgeben 20

Anlagen

Anlage 1 Entwässerungssituation

Anlage 2 Querprofile zu den zu den hydraulischen Berechnungen
2.1 Querprofile Ist-Zustand
2.2 Querprofile mit Überleitung von Sickermulde 3.2
2.3 Querprofile mit Überleitung von Sickermulde 3.2 und Einleitung Notüberlauf aus Sickeranlagen

Anlage 3 Längsschnitte zu den hydraulischen Berechnungen
2.1 Längsschnitte Ist-Zustand
2.2 Längsschnitte mit Überleitung von Sickermulde 3.2
2.3 Längsschnitte mit Überleitung von Sickermulde 3.2 und Einleitung Notüberlauf aus Sickeranlagen

1 Veranlassung / Aufgabenstellung

Im Rahmen der Entwässerungsplanung für das B-Plangebiet 42 (Rousseaupark 2) in Ludwigsfelde war zu prüfen, inwieweit eine Einleitung von Niederschlagswasser in das Grabensystem hydraulisch möglich ist.

Für die Bearbeitung war davon auszugehen, dass eine Kapazitätsbewertung vom Rousseaupark 2 bis zum Elsbruchgraben erforderlich ist. Der Elsbruchgraben selbst weist aufgrund seines Verlaufs durch den Siethener Elsbruch eine hohe Speicherkapazität auf.

Folgende Punkte wurden bearbeitet:

1. Übernahme, Zusammenstellung und ergänzende Recherche
2. Ortsbegehung durch einen Hydrauliker und Erstellung einer Vermessungsvorgabe für den „Graben 3“ (023.04.1) zwischen Straße L795 bis zum Elsbruchgraben.
3. Übernahme der Vermessungsdaten und Aufbau eines hydraulischen Wasserspiegellagenmodells.
4. Definition von Randbedingungen für verschiedene Szenarien
5. Abstimmungstermin zur Vorstellung der Ergebnisse
6. Dokumentation

2 Grundlagen

Folgende Grundlagen lagen vor:

Berichte

/1/ Rousseau Park II – Oberflächenentwässerung, Hoffmann Leichter Ingenieurgesellschaft, 20.3.2018

/2/ Hydrogeologische Grundlagen für ein Regenwasserkonzept für den Rousseau-Park 2 Ludwigsfelde (1. bis 4. Zwischenbericht, Abschlussbericht vom 6.3.2018, Fugro Germany Land GmbH

Schriftverkehr / sonstige Informationen

/3/ Planfeststellung Neubau L795n OU Ahrensdorf, 12.12.1996, Brandenburgisches Straßenbauamt Waldstadt (Auszugsweise übergeben von Landesbetrieb Straßenwesen per e-mail 20.4.2018)

/4/ Übersichtslageplan und Informationen zu Wasserrechten (Einleitung in Oberflächengewässer). Untere Wasserbehörde LK Teltow Fläming, 19.4.2018

/5/ Protokoll 01 zum BV Erschließung Rousseau Park in 14974 Ludwigsfelde, Datum 1.2.2018 in Großbeuthen

3 Übernahme, Zusammenstellung und ergänzende Recherche

Folgende relevante Informationen liegen vor und wurden bei der Untersuchung berücksichtigt:

- Erstaufnahme der Gräben mit Bauwerken in /1/:1. Zwischenbericht vom 19.5.2018.
- Wasserstandsmessungen / Ganglinien in Oberflächenwasser in /1/: Abschlussbericht vom 6.3.2018
- Darstellung der aktuellen Entwässerungssituation sowie des Planungsstandes Rousseaupark 2 siehe Anlage 2

4 Ortsbegehung

Eine Begehung mit einer ersten Bestandsaufnahme der Gräben, Durchlässe und Bauwerke war bereits durch Frau Langer im Februar 2017 durchgeführt worden.

Am 10.4.2018 erfolgte eine Ortsbegehung zwischen Straße L795 bis zum Elsbruchgraben durch die Mitarbeiter der HGN Frau Langer und Herr Link und Erstellung einer Vermessungsvorgabe für den „Graben 3“ (023.04.1)

Dabei wurden insbesondere die Schwachstellen des Ableitungssystems – die Wehre und Durchlässe westlich der Straße L795 sowie die Abschnitte mit geringem Freibord im letzten Abschnitt des Graben 3 vor Einmündung in den Ahrensdorfer Dorfgraben in Augenschein genommen.

Nachfolgend sind ausgewählte Abbildungen zur Veranschaulichung der Situation dargestellt.

Abbildung 4-1: Wehr 1

Abbildung 4-2: Rückstaubereich Wehr 1

Abbildung 4-3: Wehr 2

Abbildung 4-4: Rückstaubereich Wehr 2

Abbildung 4-5: Wehr 3

Abbildung 4-6: Rückstaubereich Wehr 3

Abbildung 4-7: Wehr 4

Abbildung 4-8: Rückstaubereich Wehr 4

Das nächste unterstromige Wehr im Elsbruchgraben befindet sich 500 m von der Mündung des Ahrensdorfer Dorfgrabens in den Elsbruchgraben, vor dem Eintritt des Grabens in das Waldgebiet (siehe nachfolgende Abbildungen). Die Wasserstandsdifferenz zwischen Ober- und Unterwasser beträgt ca. 0,4m.

Abbildung 4-9: Wehr im Elsbruchgraben

Abbildung 4-10: Rückstaubereich des Wehres im Elsbruchgraben

Die folgende Abbildung zeigt die Lage der Wehranlagen 1 bis 4 im Grabensystem.

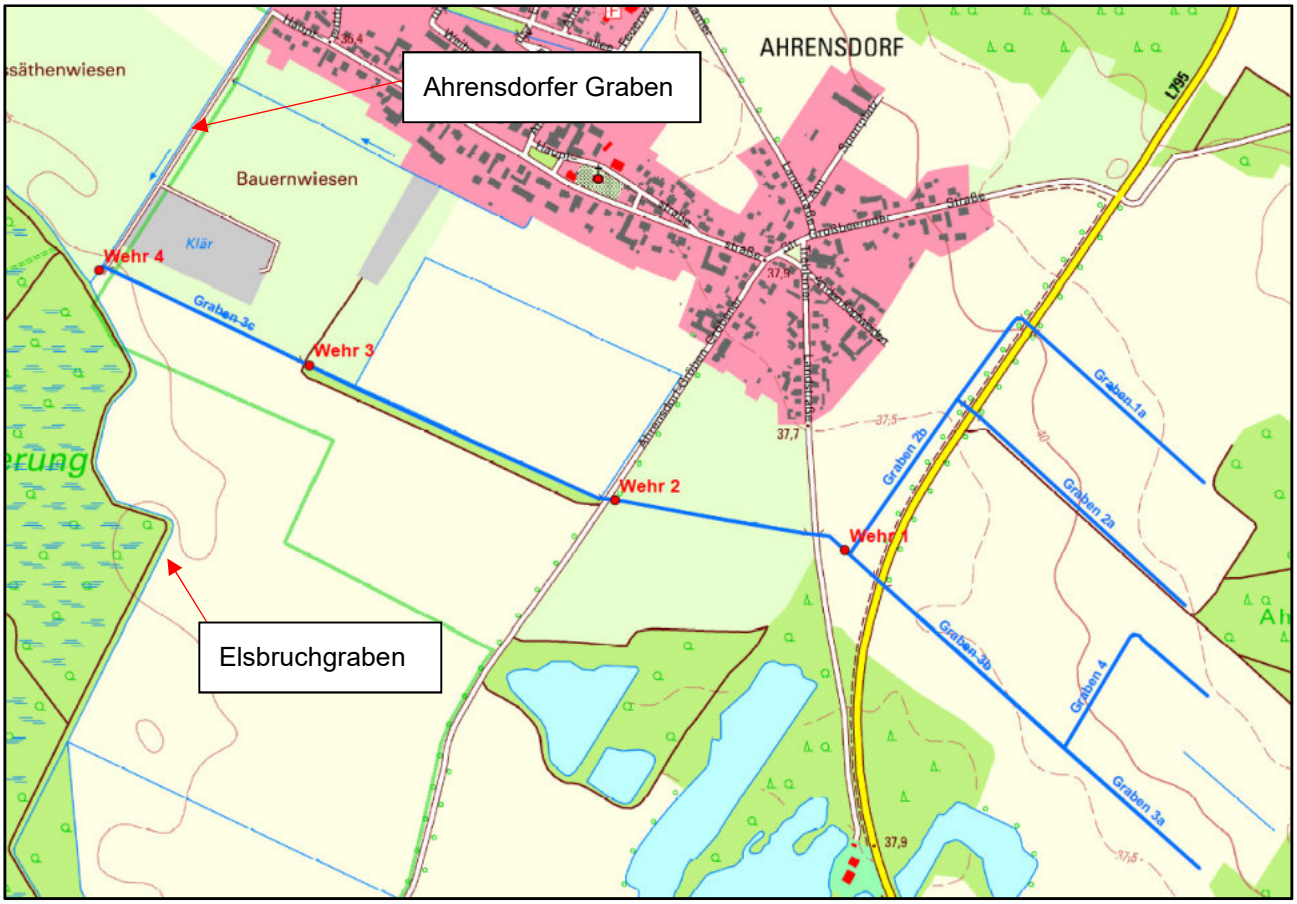


Abbildung 4-11: Lage der Wehranlagen 1 bis 4 im Grabensystem

Die folgende Abbildung zeigt die Lage der Durchlassbauwerke im Grabensystem.

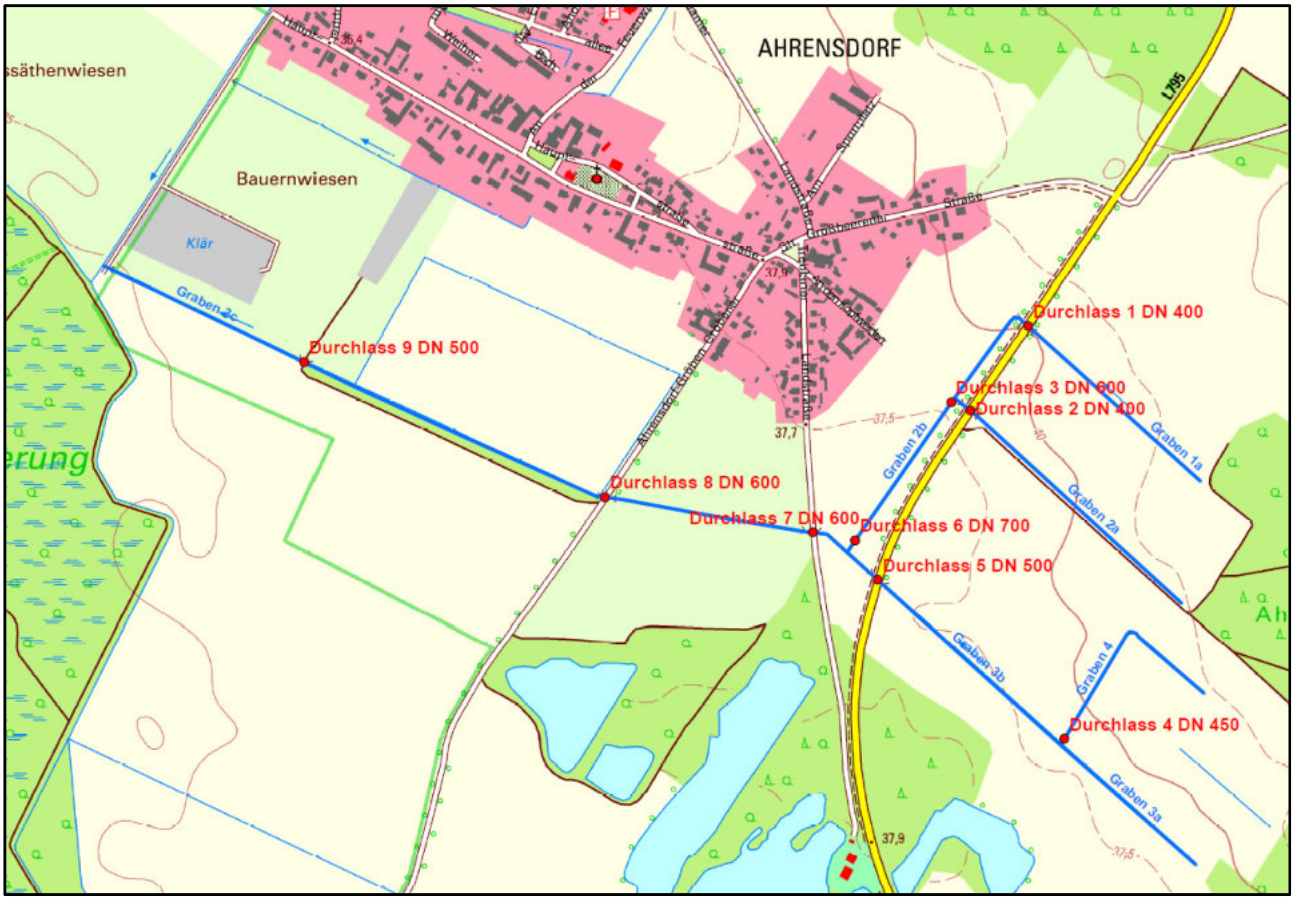


Abbildung 4-12: Lage der Durchlassbauwerke im Grabensystem

5 Übernahme der Vermessungsdaten und Aufbau eines hydraulischen Wasserspiegellagenmodells.

5.1 Vermessung

Im Ergebnis der Begehung und Prüfung der vorhandenen Unterlagen wurde festgelegt, dass eine zusätzliche Vermessung des Grabens 2 (westlich der L795) und des Grabens 3 von der Straße L795 bis zum Elsbruchgraben erforderlich ist. Dafür wurden durch HGN Vorgaben erarbeitet. Die Vermessung erfolgte durch die Fa. GISEO.

Die folgende Abbildung zeigt den Gewässerabschnitt der zusätzlichen Vermessung.

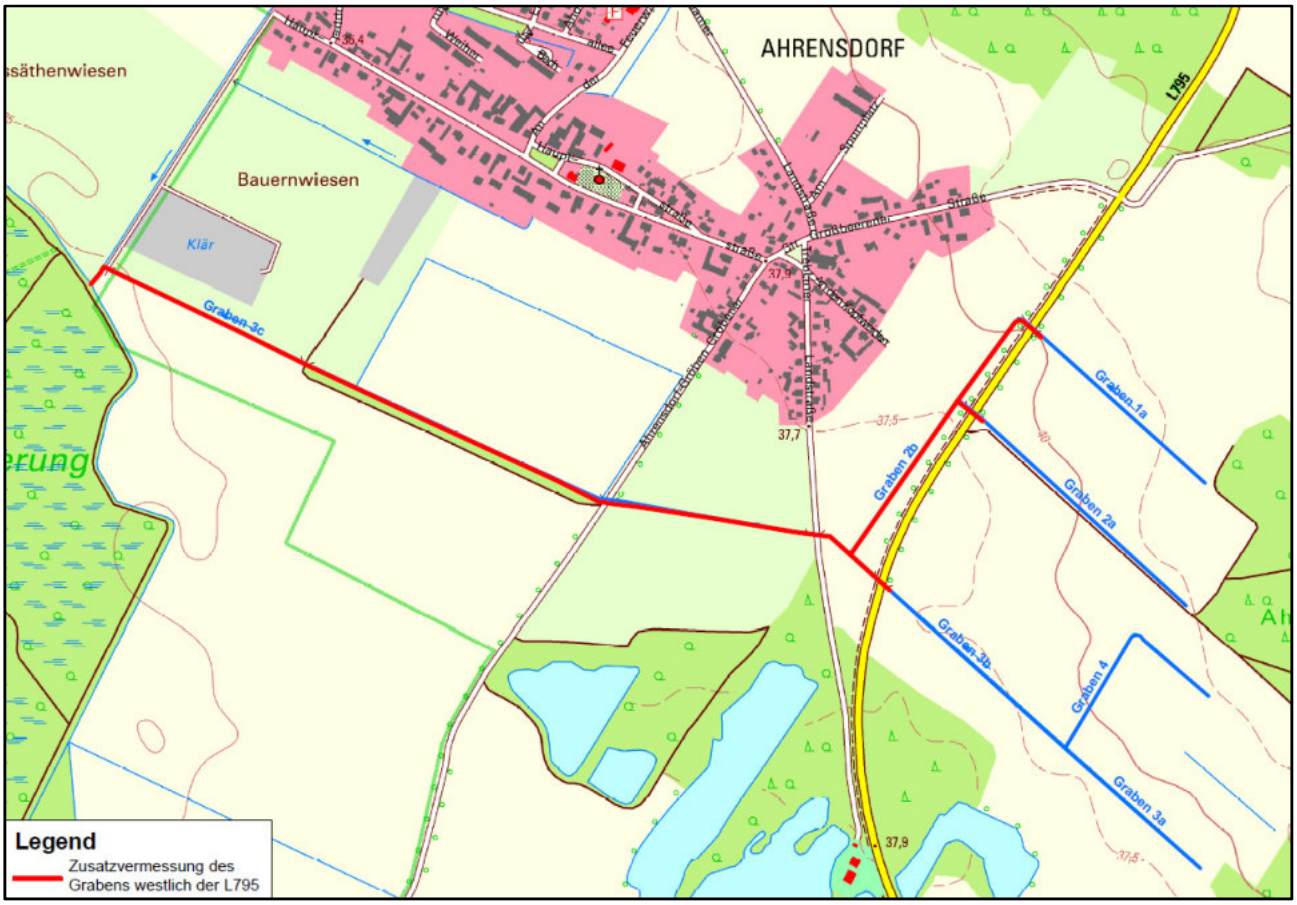


Abbildung 5-1: Darstellung des zusätzlichen vermessenen Gewässerabschnittes

5.2 Aufbau hydraulisches 1D-Modell (HecRas)

Für die Kapazitätsprüfung des Grabensystems wurde das Programm HecRas (River Analysis System vom Hydrologic Engineering Center des US Army Corps of Engineers/USA) herangezogen. Die Software erlaubt die Berechnung von eindimensionalen stationären Wasserspiegelprofilen eines Fließgewässers.

Das Grabensystem wurde in ArcGIS aufbereitet und in HecRas übernommen. Anschließen wurden die Querprofildaten sowie die Querbauwerke (Durchlässe/Wehre) in das hydraulische Modell implementiert.

6 Definition von Randbedingungen für verschiedene Szenarien hinsichtlich

6.1 Ermittlung der jahreszeitlichen Rauheitsbeiwerte

Um den jahreszeitlichen Einfluss bzgl. des Bewuchses zu berücksichtigen, wurde ein Modell für den Sommer (mit viel Grabenbewuchs) und ein Modell für den Winter (mit wenig Grabenbewuchs) aufgebaut. Folgende Rauheitsbeiwerte wurden zur Berücksichtigung des Bewuchses nach Manning-Strickler (k_{st}-Werte) für die Sommer- und Winterprofile angesetzt:

k_{st}-Wert Sommer:	18 $m^{1/3}/s$
k_{st}-Wert Winter:	33 $m^{1/3}/s$

6.2 Ermittlung der Abflusswerte

Als ereignisunabhängiger Basisabfluss wurden die in /2/ gemessenen und aus der Wasserstandsmessung berechneten Abflusswerte für die unterschiedlichen Grabenabschnitte angesetzt. Die folgende Abbildung zeigt die Lage der Messstellen im Grabensystem zur Ermittlung der Abflusswerte.

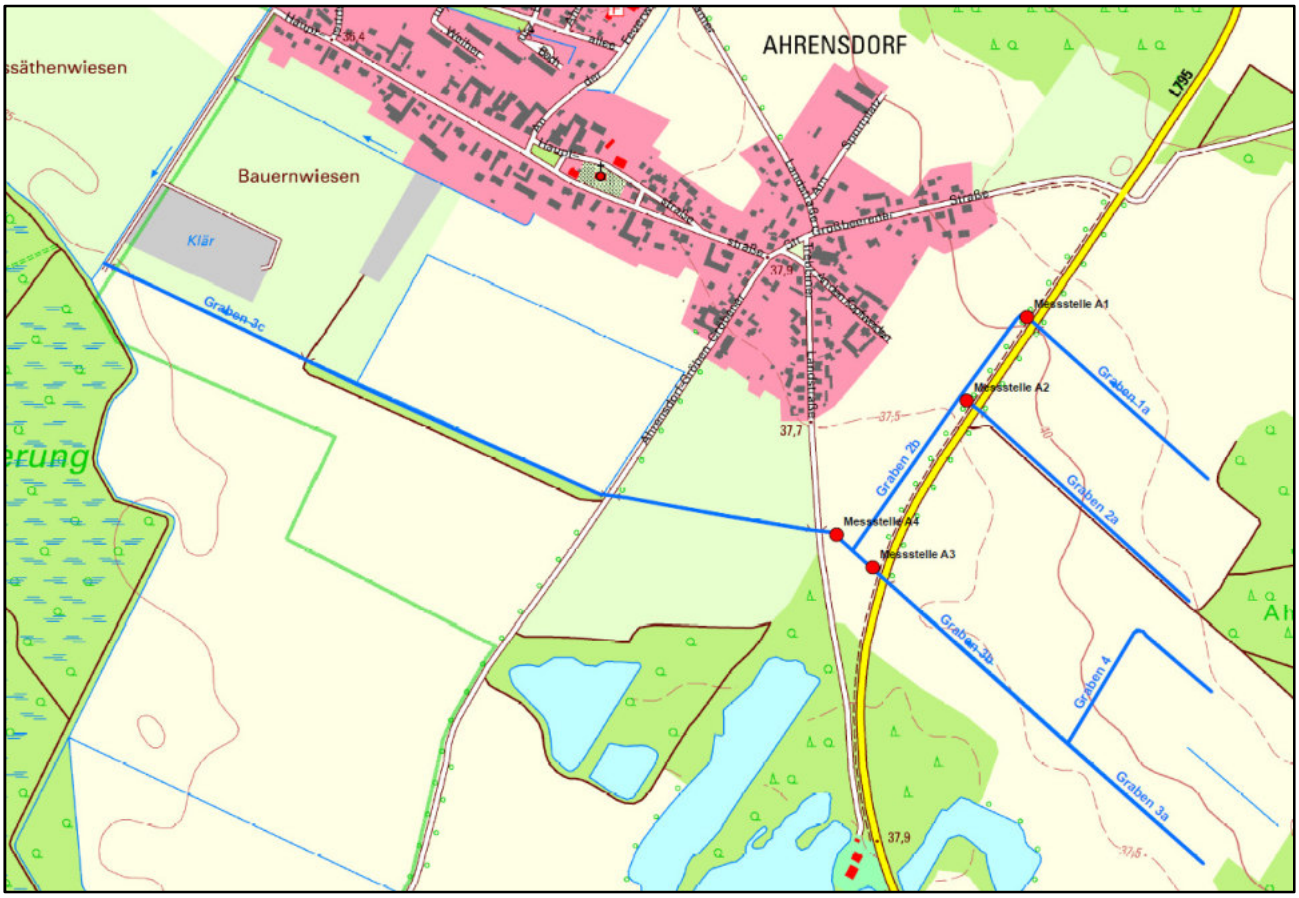


Abbildung 6-1: Lage der Abflussmessstellen nach /2/

Zur Berücksichtigung der jahreszeitlichen Abflussschwankungen wurden für den Sommer die ermittelten Abflusswerte vom 20.08.2017 und für den Winter die vom 11.12.2017 angesetzt. Folgende Abflusswerte wurden am 20.08.2017 und 11.12.2017 an den Messstellen ermittelt:

Tabelle 6-1: Ermittelte Wassertiefen und Abflusswerte an den Messstellen 1 bis 4

Messstelle 1	**Wassertiefe [m]**	**Abfluss [m³/s]**
20.08.2017	0,14	0,00093
11.12.2017	0,18	0,00359
Messstelle 2	**Wassertiefe [m]**	**Abfluss [m³/s]**
20.08.2017	0,05	0,00082
11.12.2017	0,065	0,00128
Messstelle 3	**Wassertiefe [m]**	**Abfluss [m³/s]**
20.08.2017	0,575	0,00446
11.12.2017	0,720	0,00632
Messstelle 4	**Wassertiefe [m]**	**Abfluss [m³/s]**
20.08.2017	0,35	0,00865
11.12.2017	0,36	0,01113

6.3 Basisabfluss der Grabenabschnitte

Folgende Basisabflüsse wurden an den unterschiedlichen Grabenabschnitten für den Sommer und Winter angesetzt:

Tabelle 6-2: Basisabflüsse Sommer

Grabenabschnitt	**Abfluss [m³/s]**	**Abfluss gesamt [m³/s]**
G 1a	0,00093	
G 2a	0,00082	
G 2b	G1a + G2a	0,00175
G 3a	0,0001115	
G 4	0,0001115	
G 3b	0,00223	
G 3c	G2b + G3a + G4 +G3b	0,00796

Sommer: Für den Graben 1a und 2a wurden die ermittelten Basisabflusswerte angesetzt. Der Abfluss für den Graben 2b ergibt sich aus dem Zusammenfluss von Graben 1a und 2a zu 0,00175 m³/s. Für die Grabenabschnitte 3a, 3b und 4 wurde der gemessene Basisabfluss an der Messstelle 3 aufgeteilt. Der Abfluss des Grabens 3c ergibt sich aus der Summe der einzelnen Grabenabschnitte zu 0,00796 m³/s.

Tabelle 6-3: Basisabflüsse Winter

Grabenabschnitt	**Abfluss [m³/s]**	**Abfluss gesamt [m³/s]**
G 1a	0,00359	
G 2a	0,00128	
G 2b	G1a + G2a	0,00487
G 3a	0,00158	
G 4	0,00158	
G 3b	0,00316	
G 3c	G2b + G3a + G4 +G3b	0,01606

Winter: Für den Graben 1a und 2a wurden die ermittelten Basisabflusswerte angesetzt. Der Abfluss für den Graben 2b ergibt sich aus dem Zusammenfluss von Graben 1a und 2a zu 0,00487 m³/s. Für die Grabenabschnitte 3a, 3b und 4 wurde der gemessene Basisabfluss an der Messstelle 3 aufgeteilt. Der Abfluss des Grabens 3c ergibt sich aus der Summe der einzelnen Grabenabschnitte zu 0,01606 m³/s.

6.4 Festlegung der Modellgrenzen

Als obere Modellgrenzen wurde das Durchschnittsgefälle für die jeweiligen Grabenabschnitte angesetzt. Die untere Modellgrenze orientiert sich an der jahreszeitlich gemessenen Wasserspiegellage im Mündungsbereich des Grabensystems in den Elsbruchgraben im Unterwasser. Die folgende Abbildung zeigt die gemessenen Wasserstände an der Mündung Grabensystem/Elsbruchgraben.

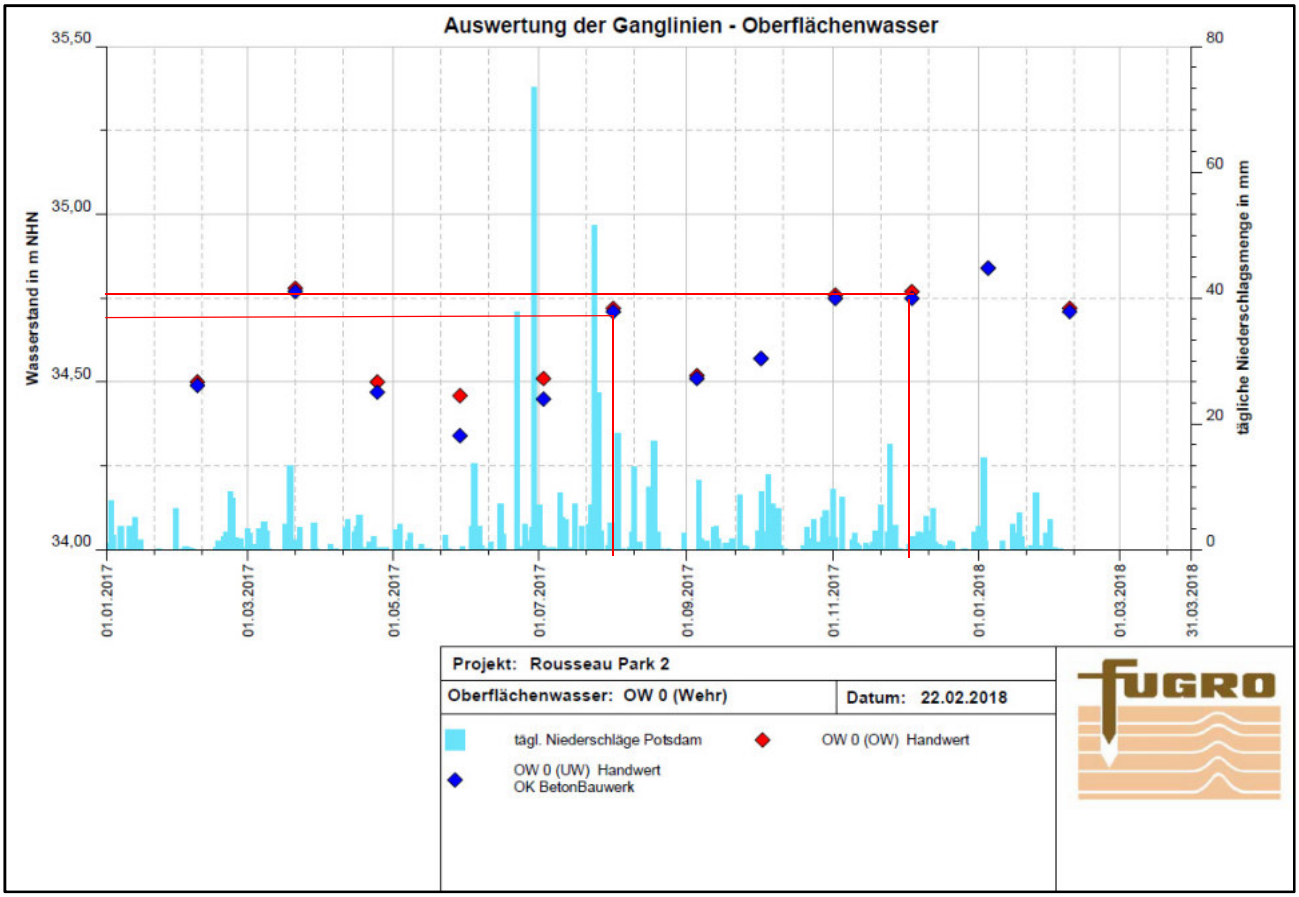


Abbildung 6-2: Gemessene Wasserspiegellagen im Mündungsbereich Grabensystem/Elsbruchgraben

Folgende Wasserstände wurden für den Sommer und Winter als untere Modellgrenze angesetzt.

Sommer: 34,70 m NHN

Winter: 34,80 m NHN

6.5 Weitere Festlegungen und Annahmen

Der Ahrensdorfer Dorfgraben, der Graben 13 und der Zulauf von der bestehenden Kläranlage finden über die Wasserstände der unteren Modellgrenze Berücksichtigung (s. Anlage 1). Der Graben 10 wird auf Grund unbekannter Abflusswerte und der Kleinräumigkeit des Einzugsgebietes vernachlässigt. Eine Einleitung aus einer möglichen Straßenentwässerung ist unbekannt. Der Graben 5 wird ebenfalls auf Grund seiner Kleinräumigkeit vernachlässigt. Es wird allerdings davon ausgegangen, dass der Abfluss aus Graben 5 in dem ermittelten Abfluss des Grabens 3b enthalten ist.

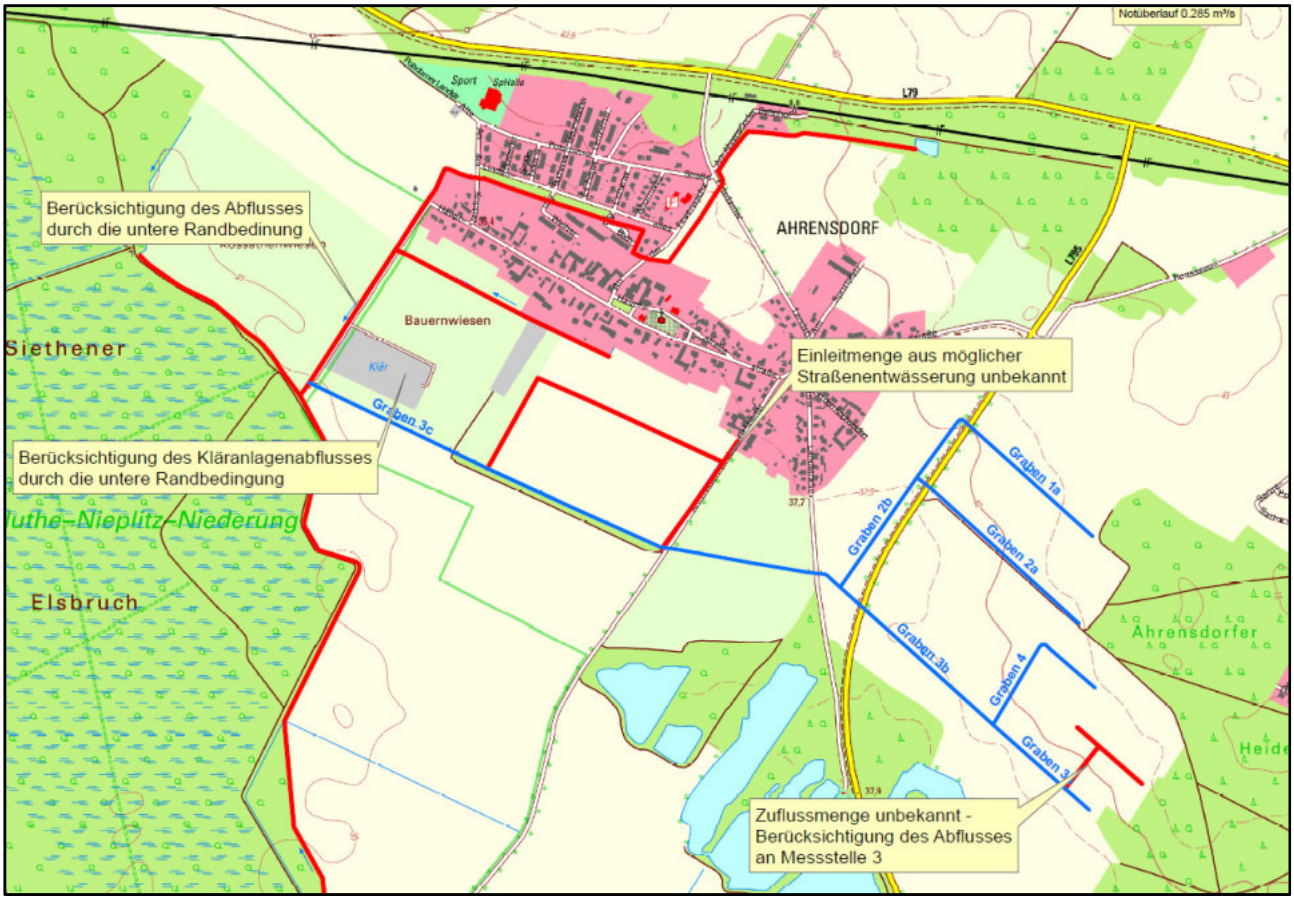


Abbildung 6-3: Weitere Randbedingungen im Untersuchungsgebiet

6.6 Ermittlung zusätzlicher Einleitmengen

Westlich der L795 im Bereich der ersten Wehranlage befindet sich eine Einleitstelle aus der Straßenentwässerung. Nach Angaben des Betreibers erfolgt eine Einleitung bis maximal 0,089 m³/s. Die Einleitstelle wurde 1998 planfestgestellt und hat eine Laufzeit von 30 Jahren. Aus dem 1-jährigen Monitoring des Grabens ging hervor, dass selbst bei Starkregenereignisse oder langanhaltenden Niederschlägen eine Einleitmenge von 0,089 m³/s nicht erreicht werden konnte. Für die weiteren Berechnungen wird daher nur 50 % (0,0445 m³/s) der maximalen Einleitmenge angesetzt.

7 Berechnung unterschiedlicher Szenarien

Laut Aufgabenstellung wurden verschiedene Szenarien betrachtet und die Randbedingungen hinsichtlich der Wehre, Wehrstellungen, des Unterhaltungs- bzw. Bewuchszustandes, der Einleitmengen und der Wasserführung im Elsbruchgraben definiert.

Nachfolgend werden wesentliche Ergebnisse dargestellt und diskutiert.

7.1 Wehre/ Wehrstellungen

In den Berechnungen wurden verschiedene Wehrstellung angesetzt. Je nach Höhe der Wehrstellung staute sich das Wasser in den einzelnen Grabenabschnitten unterschiedliche weit zurück. Eine Erhöhung des Abflusses führte in Teilbereichen zum Überstau der Gewässerprofile. Ein Einfluss der Wehrstellung auf den Unterwasserstand im Mündungsbereich zum Elsbruchgraben konnte nicht festgestellt werden. Auch die völlige Herausnahme der Wehre im Modell führte nicht zu einer Veränderung der Unterwassersituation. Für die Berechnung der Szenarien wurden die Wehrstellungen aus der Vermessung angesetzt.

7.2 Unterschiedliche Unterhaltungszustände des Grabens

Wie in Kapitel 6.1 bereits beschrieben wird der Unterhaltungszustand des Grabens über den Rauheitsbeiwert nach Manning-Stricker (k_{st}-Wert) erfasst. Für jedes Szenario wurde ein Sommer- und Winterrechenlauf mit unterschiedlichen Rauheitsbeiwerten durchgeführt.

7.3 Berechnung des Ist-Zustandes (Vergleich Sommer/Winter)

Für die Berechnung des Ist-Zustandes wurden die jeweiligen Basisabflüsse (Sommer/Winter) für die unterschiedlichen Grabenabschnitte sowie 50 % der Straßenentwässerung angesetzt. Aus der Berechnung geht hervor, dass die Sommer- und Winterwasserspiegellagen sich in allen Grabenabschnitten sehr ähnlich sind. Der Einfluss der höheren Rauheitswerte im Sommer wird durch die höheren Abflusswerte im Winter ausgeglichen. Schon bei der Berechnung der Ist-Zustandes mit geringen Abflussmengen wird deutlich, dass der Mündungsbereich des Grabens in den Elsbruchgraben die Schwachstelle des Systems ist. Auf Grund der hohen Wasserspiegellagen im Elsbruchgraben kann das Grabensystem nicht ausreichend entwässern. Die folgende Abbildung zeigt die Wasserspiegellagen im Ist-Zustand (Winter blaue Linie/Sommer rote Linie).

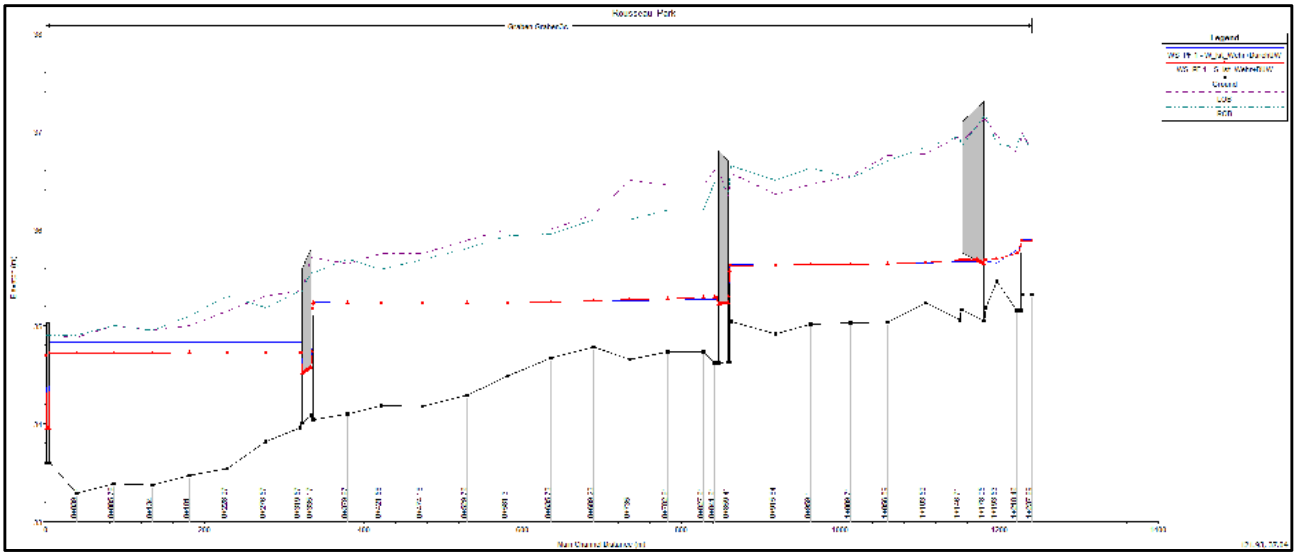


Abbildung 7-1: Vergleich der Wasserspiegellagen des Ist-Zustandes für den Sommer (rot) und Winter (blau) im Grabenabschnitt 3c

Die Wasserspiegeldifferenz im letzten Teilstück des Grabensystems ergibt sich aus den unterschiedlichen Wasserständen der unteren Modell-Randbedingung (WSPL Winter 34,80 m NHN / WSPL Sommer 34,70 m NHN). Die Ergebnisse der weiteren Abschnitte können im Anhang eingesehen werden.

7.4 Berechnung des Grabens inkl. Überleitung aus der Sickermulde 3.2

Im Bereich des Rousseau-Park 1 wurde eine Sickermulde zur Versickerung von Niederschlagswasser aus dem Neubaugebiet errichtet. Auf Grund der anstehenden Bodenverhältnisse ist die Versickerungsleitung gering. Nach Vorgabe des Ingenieurbüros Herrmenau ist zu prüfen, ob eine Überleitung aus der Sickermulde in das Grabensystem von maximal 0,021 m³/s, mindestens möglichst 10 l/s möglich ist. Eine Einleitung ist in den Graben 1a geplant.

Eine Überleitung aus der Sickermulde von 10 l/s wurde geprüft. Die Einleitung führt im Graben 1a, 2b, 3b und 3c zu einer leichten Erhöhung der Wasserspiegellagen. Die deutlichste Erhöhung der Wasserspiegellage findet im Mündungsbereich statt. Die Einleitmenge kann jedoch im Sommer und Winter ohne auszuufern abgeführt werden. Die folgende Abbildung zeigt die Wasserspiegellagen des Ist-Zustandes (Sommer/Winnter blaue Linien) und die Wasserspiegellagen inkl. Überleitung von 10 l/s aus der Sickermulde 3.2 (Sommer/Winter rote Linien).

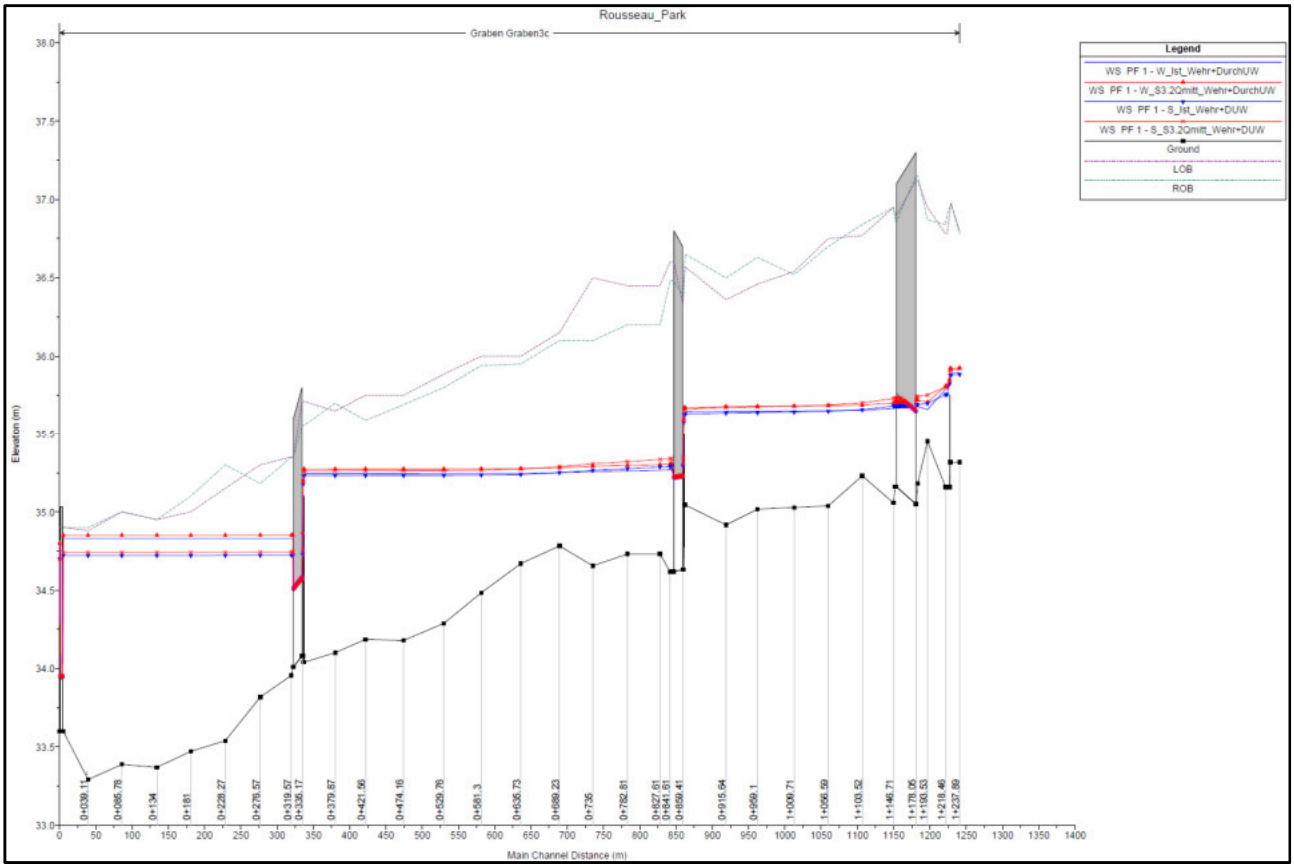


Abbildung 7-2: Vergleich der Wasserspiegellagen des Ist-Zustandes (blau) und zusätzliche Einleitmenge 10 l/s (rot) im Grabenabschnitt 3c

7.5 Notüberläufe der Versickerungsmulden

Es ist der Bau von zwei Versickerungsmulden im Bereich der L795 vorgesehen. Die Notüberläufe springen erst bei einem Regenereignis mit einer Wiederkehrzeit > 10 Jahre an. Folgende Zuflussmengen ergeben sich beim Anspringen der Notüberläufe:

Notüberlauf Becken 1 = 240 l/s für 73 min.

Notüberlauf Becken 2 = 285 l/s für 81min.

Aufgrund der stationären Berechnungsmethode kann die zeitliche Komponente des Zuflusses im Modell nicht berücksichtig werden. Für die Berechnung werden daher die Scheitelwerte angesetzt.

Die gewählte Lage der Einleitstellen der Versickerungsmulden kann der folgenden Abbildung entnommen werden.

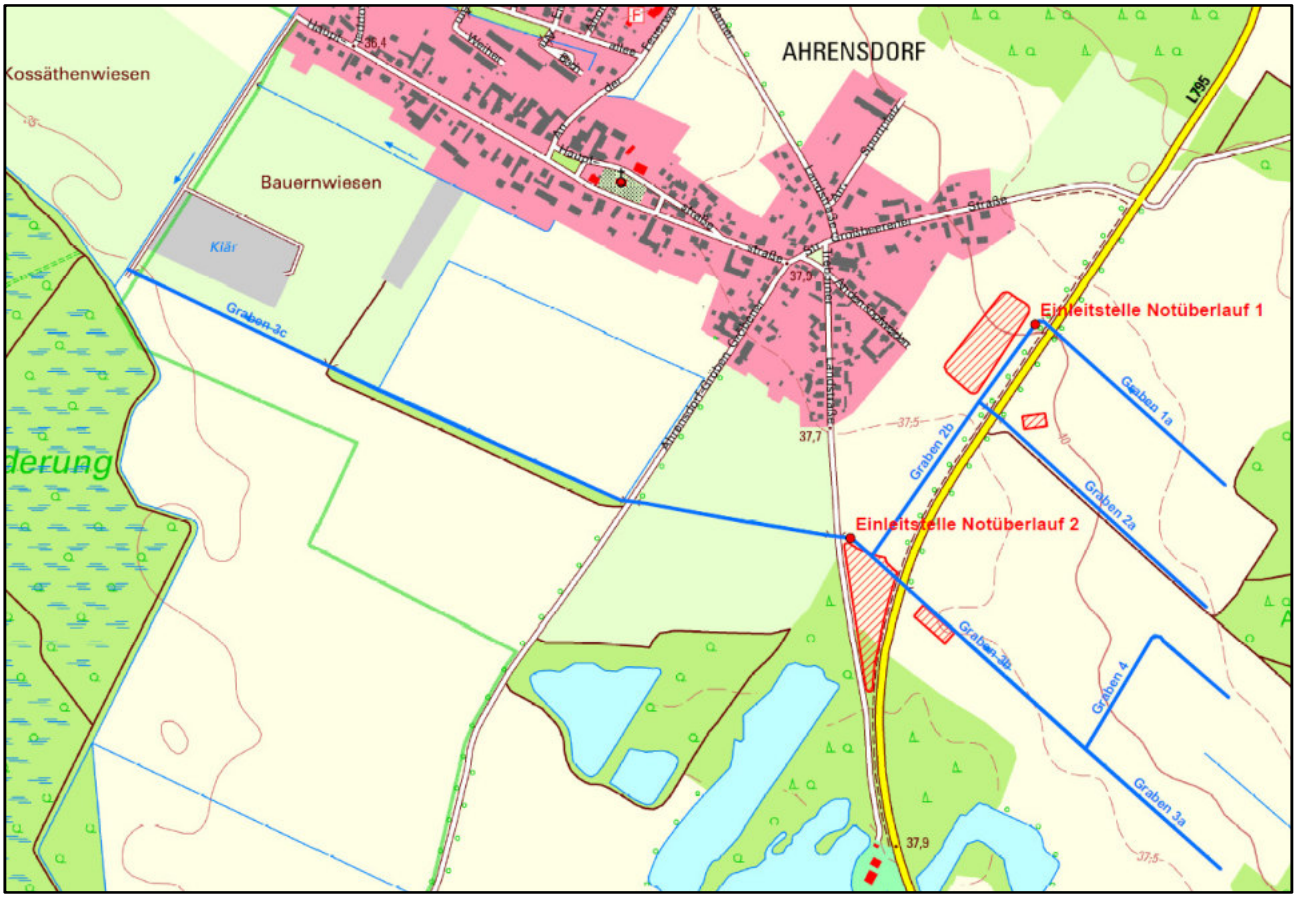


Abbildung 7-3: Gewählte Lage der Einleitstellen der Notüberläufe

Für die erste Berechnung wurde der Basisabfluss der einzelnen Gräben, 50 % des Zuflusses aus der Straßenentwässerung, 10 l/s aus der Überleitung der Sickermulde 3.2 und der komplette Zufluss aus den Notüberläufen angesetzt. Die Berechnung zeigt, dass der Mündungsbereich und die Abschnitte mit den Wehranlagen deutlich überlastet sind. Für die weiteren Berechnungen wurden die Zuflüsse aus den Notüberläufen reduziert und die maximal mögliche Zulaufmenge iterativ bestimmt. Aus der Iteration geht hervor, dass im Sommer- und Winterszenario jeweils maximal 30 l/s aus den Notüberläufe zufließen können. Eine weitere Erhöhung der Zulaufmengen führt im Unterwasser zur Ausuferung. Die folgende Abbildung zeigt die Wasserspiegellagen für den Sommer und Winter für die zuvor beschriebenen Abflussmengen.

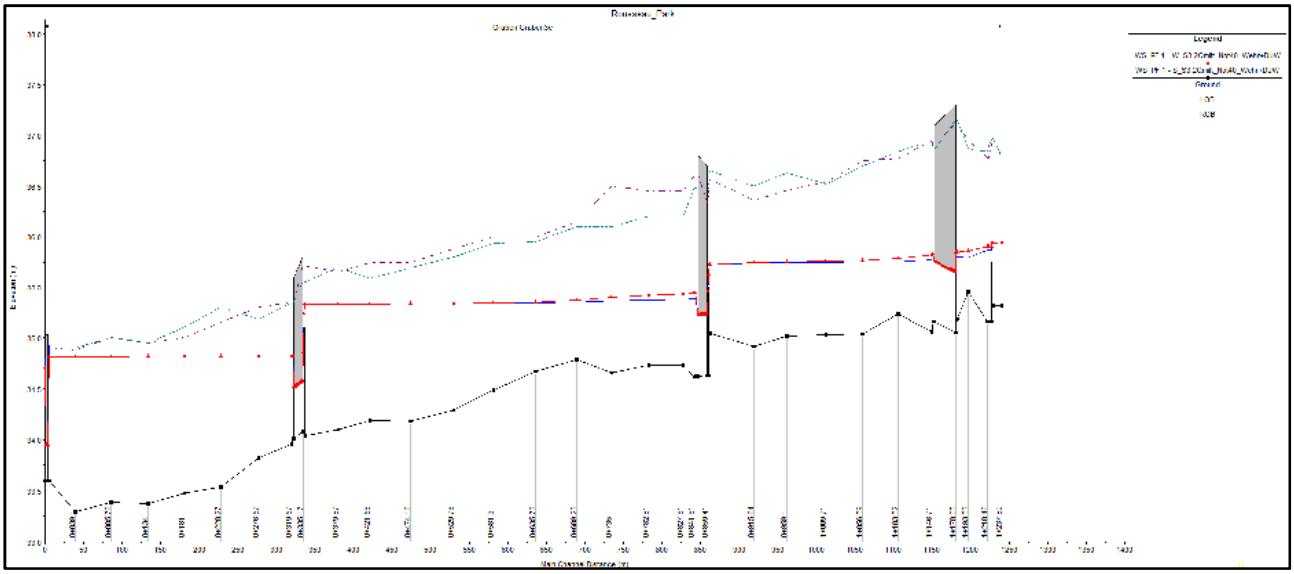


Abbildung 7-4: Vergleich der Wasserspiegellagen für den Sommer (rot) und Winter (blau) für die ermittelte maximal mögliche Zuflussmenge aus den Notüberläufen

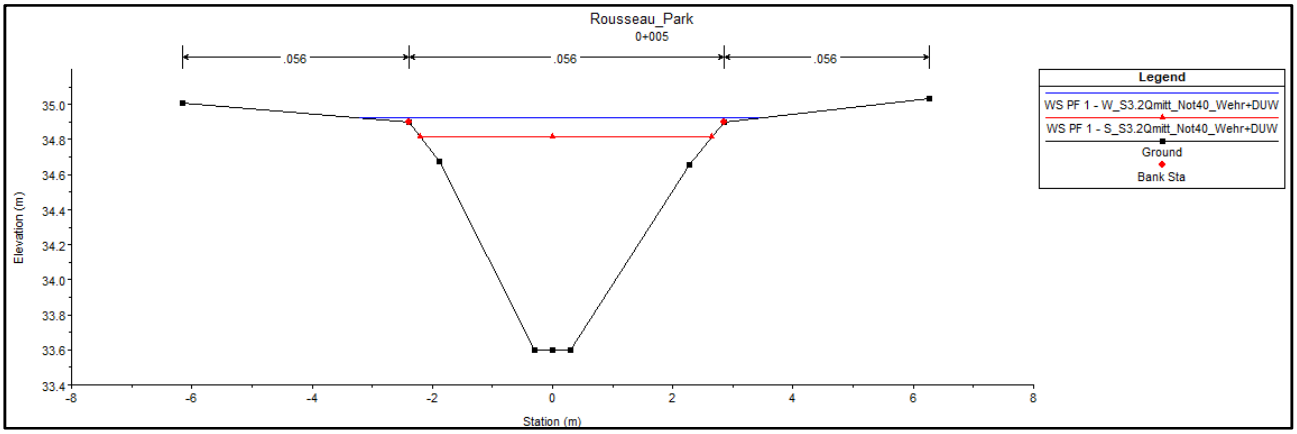


Abbildung 7-5: Wasserspiegellagen der ermittelten maximalen Zuflussmenge im Querprofil 0+005 für den Sommer(rot) und Winter (blau)

7.6 Übersicht zu den Ergebnissen der Berechnungsvarianten

Die folgende Tabelle zeigt die Kenndaten der unterschiedlichen Berechnungsvarianten, für die die Kapazität vorhanden ist.

Tabelle 7-1: Übersicht zu den Berechnungsvarianten

Varian-ten-Nr.	Varianten-Name	Kurzbeschreibung	Kapazität vorhan-den?	Bewertung
1.1	„Ist-Zustand (Sommer)“	inkl. Wehr $Q_{\text{Überleitung SickM 3.2}}$= 0 $Q_{\text{Notüberlauf Sickeranlagen}}$= 0 Jahreszeit: Sommer	Ja	-Zufluss aus Straßenentwäs-serung wurde um 50 % redu-ziert.
1.2	„Ist-Zustand (Winter)“	inkl. Wehr $Q_{\text{Überleitung SickM 3.2}}$= 0 $Q_{\text{Notüberlauf Sickeranlagen}}$= 0 Jahreszeit: Winter	Ja	-Zufluss aus Straßenentwäs-serung wurde um 50 % redu-ziert.
2.1	„Sickermulde 3.2 (Sommer)“	inkl. Wehr $Q_{\text{Überleitung SickM 3.2}}$= 10 l/s $Q_{\text{Notüberlauf Sickeranlagen}}$= 0 Jahreszeit: Sommer	Ja	-Auch eine Einleitung von 21 l/s aus der Sickermulde 3.2 ist bei Wegfall der Notüberläufe möglich. -Zufluss aus Straßenentwäs-serung wurde um 50 % redu-ziert.
2.2	„Sickermulde 3.2 (Winter)“	inkl. Wehr $Q_{\text{Überleitung SickM 3.2}}$= 10 l/s $Q_{\text{Notüberlauf Sickeranlagen}}$= 0 Jahreszeit: Winter	Ja	-Auch eine Einleitung von 21 l/s aus der Sickermulde 3.2 ist bei Wegfall der Notüberläufe möglich. -Zufluss aus Straßenentwäs-serung wurde um 50 % redu-ziert.
3.1	„Sickermulde 3.2 und Notüberlauf“ (Sommer)“	inkl. Wehr $Q_{\text{Überleitung SickM 3.2}}$= 10 l/s $Q_{\text{Notüberlauf Sickeranlagen}}$= 30 l/s Jahreszeit: Sommer	Ja	-Zufluss aus Straßenentwäs-serung wurde um 50 % redu-ziert.
3.2	„Sickermulde 3.2 und Notüberlauf (Winter)“	inkl. Wehr $Q_{\text{Überleitung SickM 3.2}}$= 10 l/s $Q_{\text{Notüberlauf Sickeranlagen}}$= 30 l/s Jahreszeit: Winter	Ja	-Bordvoller Abfluss in den Mündungsprofilen im Winter. Zufluss aus Straßenentwäs-serung wurde um 50 % redu-ziert.

Es wurde gezeigt, dass im Bemessungsfall (Scheitelabfluss) eine zusätzliche Einleitung von ca. 40 l/s in den Graben 3 westlich der Straße L795 möglich ist.

8 Ergebnisse / Diskussion / Empfehlung

8.1 Ergebnisse

Die Berechnungen haben gezeigt, dass der Mündungsbereich des Grabens in den Elsbruchgraben der Schwachpunkt des Entwässerungssystems ist. Auf Grund der Stauregulierung im Elsbruchgraben und im Mündungsbereich des Grabens kann nicht genügend Wasser frei abfließen. Eine geringe Erhöhung der Abflussmengen im Grabensystem führt zu einer signifikanten Erhöhung der Wasserspiegellage und somit zu einer Ausuferung im Mündungsbereich. Ohne eine Ermöglichung der freien Entwässerung ist eine Ableitung von höheren Zuflussmengen aus der Sickermulde 3.2 und den Notüberläufen nicht möglich.

8.2 Diskussion

8.2.1 Größenordnung Straßenablauf 89 l/s

Eine weitere Reduzierung des Zuflusses aus der Straßenentwässerung ist nicht zielführend, da die Straßenentwässerung gewährleistet werden muss.

8.2.2 Wirkung der Einstellung des Kläranlagenablaufs

Nach Angaben des Kläranlagenbetreibers soll der Betrieb der Kläranlage nach 2018 eingestellt werden. Bei einem Wegfall des Kläranlagen-Ablaufes von aktuell 0,022 m³/s sind aber keine großen Absenkungen des Unterwassers zu erwarten.

8.3 Empfehlungen

8.3.1 Absenkung des Wasserspiegels im Elsbruchgraben

Eine größere zusätzliche Einleitung in das Grabensystem ist nur möglich, wenn der Wasserstand im Elsbruchgraben abgesenkt wird und eine frei Entwässerung des Grabensystems ermöglicht wird.

8.3.2 Rückhalteraum oberstromig ausnutzen und Wasser gedrosselt abgeben

Auf Grund der Lage der aktuellen Einleitstelle der Notüberläufe aus den Versickerungsmulden wird aktuell hauptsächlich das Unterwasser belastet. Die Gräben östlich der L795 werden dadurch nicht belastet. Die Gräben östlich der L795 besitzen jedoch ein großes Rückhaltevolumen, wenn z.B. Staustufen (Kaskaden) eingebaut werden und das Wasser gedrosselt an das Unterwasser abgegeben werden kann. Der Einfluss auf den Mündungsbereich wäre dahingehend zu überprüfen. Eine Änderung der Lage der Versickerungsmulden wäre notwendig.

Quantitative Aussagen sind nur möglich, wenn die Zuflussmengen aus den Notüberläufen der Sickeranlagen als Ganglinie unter Berücksichtigung des zeitlichen Verlaufs bekannt sind. Die hydraulische Kapazität des Grabensystems wäre der einzuhaltende Drosselabfluss. Das aktivierbare Grabenvolumen in den Oberläufen müsste dann mit den oberhalb des verträglichen Drosselabflusses anfallenden Abflussvolumina abgeglichen werden.

Fugro Consult GmbH

Sitz der Gesellschaft:
Wolfener Str. 36
12681 Berlin

Geschäftsführer:
Dr. Dirk Brinschwitz (Vorsitz)
Dr. Uta Alisch
Dr. Martin Bernhard
Wolfgang Weinhold

Tel.: 030 93651-0
Fax: 030 93651-250
FCG-Info@fugro.com
www.fugro.de

Hydrogeologische Grundlagen für ein Regenwasserkonzept für den Rousseau-Park 2 Ludwigsfelde

- *Zwischenbericht April 2017* -

Auftraggeber: Callidus GmbH
Mittelstr.7
D-12529 Berlin-Schönefeld

Auftragnehmer: Fugro Consult GmbH
Abteilung Wasser
Wolfener Straße 36, Aufgang U
12681 Berlin

Bearbeiter: C. Langer
M. Pistorius
K. Reitmajer

Auftrags-Nr.: 310-17-002

Bestätigt: .....
Dr. F. Bednorz
Bereichsleiter Wasser

Version: überarbeitet, Version 2
Datum: Berlin, 19.05.2017

Inhaltsverzeichnis

1. Veranlassung/ Aufgabenstellung ... 4

2. Grundlagen ... 4

3. Überblick zum Bauvorhaben ... 5

4. Durchgeführte Arbeiten ... 6

5. Topographische Verhältnisse ... 6

6. Flächennutzung, Schutzgebiete, Altlastensituation ... 6

7. Klima und klimatische Wasserbilanz ... 7

7.1 Klimadaten des DWD ... 7

7.2 Klimatische Wasserbilanz und Grundwasserneubildung ... 8

8. Hydrologische Verhältnisse ... 10

8.1 Grundlagen ... 11

8.2 Historische Daten ... 11

8.3 Ergebnisse der Gewässeraufnahme Februar 2017 ... 11

8.4 Einrichtung von Oberflächenwasser-Messpunkten ... 12

8.5 Abflussmessungen ... 12

9. Geologische Verhältnisse ... 13

9.1 Grundlagen ... 13

9.2 Geologischer Aufbau ... 13

9.3 Versickerungsbedingungen / k_f-Werte ... 14

10. Grundwasserstände ... 17

10.1 Grundlagen ... 17

10.2 Errichtung von 4 neuen Grundwassermessstellen GWM 11/17 bis 14/17 ... 17

10.3 Prüfung vorhandener Messstellen auf Funktionsfähigkeit ... 18

10.4 Grundwasserstände und –bewegung ... 18

10.5 Grundwasserganglinien ... 19

10.6 Hinweise zum Mittleren Hochgrundwasserstand (MHGW) ... 19

10.7 Flurabstand ... 21

11. Empfehlungen für die weitere Planung ... 21

Anlagen

Anlage 1	Übersichtskarte
Anlage 2.1	Luftbild
Anlage 2.2	Alte Topographische Karte
Anlage 3	Karte mit Standorten der Sondierungen, Versickerungsversuche, Grund- und Oberflächenwassermessstellen
Anlage 4	Geländehöhen
Anlage 5	Flächennutzung / Schutzgebiete/ Altlastverdachtsflächen
Anlage 6.1	Aufnahme der Gewässer – östlicher Teil (B-Plan-Gebiet Nr. 42, Rousseau-Park 2)
Anlage 6.2	Aufnahme der Gewässer – mittlerer Teil (Ahrensdorf)
Anlage 6.3	Aufnahme der Gewässer – westlicher Teil (Siethener Elsbruch bis Berliner Graben)
Anlage 7.1	Geologische Verhältnisse: Auszug aus der geologischen Karte 1:25.000
Anlage 7.2	Karte der geologischen Aufschlüsse und Schnittlinie
Anlage 8.1	Hydrogeologischer Schnitt A
Anlage 8.2	Hydrogeologischer Schnitt C
Anlage 9	Grundwassergleichenplan (Stichtag 13./21.03.2017)
Anlage 10	Flurabstandskarte zum Stichtag 13./21.03.2017
Anlage 11	Karte der Versickerungseigenschaften an Aufschlusspunkten
Anlage 12	Verbreitung von sehr schlecht durchlässigen Bereichen zwischen 0 und 2 m u. GOK
Anlage 13	Bereiche mit schlechten und ungünstigen Versickerungseigenschaften

Anhänge

Anhang 1	Bohrprofile der Sondierbohrungen SB RP2 01/17 bis 12/17
Anhang 2	Korngrößenanalysen
Anhang 3	Bohrprofile und Ausbaupläne der Grundwassermessstellen GWM 11/17 bis 14/17
Anhang 4	Vermessungsprotokoll Fa. GISEO
Anhang 5	Messliste der Wasserstände (Feb.-März 2017)
Anhang 6	Protokolle der Abflussmessungen
Anhang 7	Dokumentation der Versickerungsversuche an den Punkten SB RP2 01/17, 02/17, 04/17 bis 09/17
Anhang 8	Fotodokumentation Grundwassermessstellen Oberflächenwassermesspunkte Grabensystem Sonstiges
Anhang 9	Dokumentation zum Einbau der Datenlogger
Anhang 10	Gestattung des Wasser- und Bodenverbandes
Anhang 11	Auskunft Munitionsbergungsdienst
Anhang 12	DWD-Gutachten zu Starkniederschlägen
Anhang 13	Ergebnisse der Auffüllversuche an Altmessstellen

1. Veranlassung/ Aufgabenstellung

Nordwestlich Ludwigsfelde soll in der Ahrensdorfer Heide das Wohngebiet „Rousseau-Park 2“ neu erschlossen werden.

Als Grundlage für weitere Planungsschritte, wie B-Plan-Aufstellung, Erschließungsplanung, Regenwasserkonzept u.a. ist eine hydrogeologische Grundlagenermittlung zur Erstellung eines geologisch/hydrogeologischen Strukturmodels für den Standort erforderlich. Im Planungsgebiet befindliche Gräben sollen, basierend auf dem ermittelten Strukturmodell, gezielt auf die Möglichkeit ihrer Einbindung in das spätere Regenwasserkonzept hin geprüft werden.

Die Fugro Consult GmbH wurde auf der Grundlage ihres Angebotes AN310/16/401 vom 16.12.2016 von der Callidus GmbH beauftragt.

Der vorliegende Zwischenbericht dokumentiert den Stand der Untersuchungsergebnisse bis zum 06.04.2017. Weitere Messungen (Grund- und Oberflächenwasserstände, Abflüsse) sind über ein Jahr bis März 2018 vorgesehen.

2. Grundlagen

Objektbezogene Untersuchungen und Planungen

[U 1] Projekt Ahrensdorf (B-Plan Ahrensdorfer Heide): Verkehrsanlagen, Wasserversorgung, RW- und SW-Entsorgung (Vorplanung). Ingenieur-Dienst Nord, Februar/ April 1997, im Auftrag der debis Immobilienmanagement

[U 2] Baugrundgutachten zum BV Ludwigsfelde, Neuerschließung Wohngebiet, Objekt: Sammelstraße 1. Baugrund-Ingenieurbüro Dipl.-Ing. R. Dölling; 21.09.2015

[U 3] Baugrundgutachten zum BV Ludwigsfelde, Neuerschließung Wohngebiet, Objekt: BA 1.2 – 3.2; Baugrund- Ingenieurbüro Dipl.-Ing. R. Dölling, 04.05.2016

[U 4] Lageplan, Profilschnitte und Siebanalysen zu 8 Ergänzungssondierungen. Baugrund-Ingenieurbüro Dipl.-Ing. R. Dölling, 17.10.2016

[U 5] Sondierungsbohrungen Gr 24/1 bis Gr 24/4 entlang des Graben 24 (Schichtprofile und Kornverteilungskurven), Fugro Consult GmbH, 17.10.2016

[U 6] Amtliches Gutachten zu Starkniederschlagshöhen HN und –spenden RN (KOSTRA DWD 2010) in Abhängigkeit von Dauerstufe D und Wiederkehrintervall für den Standort Ludwigsfelde, DWD, Juni 2016

[U 7] Machbarkeitsstudie zur Realisierung einer „Seesiedlung“ in Ludwigsfelde (Zwischenbericht April 2015), Fugro Consult GmbH, 30.04.2015

[U 8] Ludwigsfelde Seesiedlung: Weiterführung Monitoring - Kurzauswertung des Grundwassermonitoring Fugro Consult GmbH, 23.02.2016

[U 9] Regenwasserkonzept für den Rousseau-Park Ludwigsfelde. Fugro Consult GmbH, 08.12.2016, im Auftrag der Callidus Infrastruktur GmbH

Weiterhin sind Erfahrungen bei der Bebauung der Waldsiedlung mit eingeflossen.

Richtlinien/ Regelwerke/ Literatur

[U 10] Arbeitsblatt DWA-A138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser (2. korrigierte Auflage, April 2005)

[U 11] Arbeitsblatt DWA-A117: Bemessung von Regenrückhalteräumen

[U 12] Merkblatt DWA M 153: Handlungsempfehlung zum Umgang mit Regenwasser

[U 13] Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil Entwässerung – RAS-Ew, Ausgabe 2005

[U 14] Regenwasserbewirtschaftung in Neubaugebieten – Fachinformation (Konzepte, Planung, Realisierung, Betrieb, Rechtsgrundlagen, Kosten). Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg, Dez. 2011

[U 15] Naturnaher Umgang mit Regenwasser – Leitfaden für Eigenheimbesitzer und Bauherren. Ministerium für ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg, 2015

Rechtliche Grundlagen

Regenwasser-spezifische Regelungen aus:

[U 16] WHG

[U 17] BauGB

[U 18] BrbWG

[U 19] BbgBO

[U 20] Gemeinsames Rundschreiben des Ministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz und des Ministeriums für Infrastruktur und Landwirtschaft vom 11.10.2011

[U 21] Satzung Gemeinde Ludwigsfelde (Abwasser/ Schmutzwasser/ Niederschlag)

Daten/ Karten/ Sonstiges

[U 22] Wasserstandsdaten an Messstellen des Landesmessnetzes Brandenburg. LfU, 03.11.2016

[U 23] Digitales Geländemodell “Rousseau-Park DGM.dxf”. aufgemessen durch Vermessungsbüro GISEO, bereitgestellt am 06.10.2016 durch Ing-Büro Herrmenau GmbH,

[U 24] Geoportal LK Teltow-Fläming

3. Überblick zum Bauvorhaben

Das Bauvorhaben Rousseau-Park 2 umfasst das B-Plan-Gebiet 42 im Gebiet der Stadt Ludwigsfelde (LK Teltow-Fläming). Einen Überblick bietet Anlage 1.

Östlich davon wurden in den letzten Jahren mit der „Waldsiedlung“ (Ludwigsallee, Sperberweg, u.a.) ein vergleichbares Gebiet neu erschlossen und bebaut. Nordöstlich davon wird derzeit das Baugebiet Rousseau-Park 1 mit den Bauabschnitten 1, 2, 3 und Dorfzentrum erschlossen.

Das Planungsgebiet Rousseau-Park 2 westlich des Stadtgebietes von Ludwigsfelde grenzt im Norden an das Erschließungsgebiet „Rousseau-Park 1“ an. Im Süden verläuft die Bundesautobahn A10 Berliner Ring mit dem Abzweig „Ludwigsfelde West“. Im Westen grenzt die Straße L795 und im Osten Wald an das Planungsgebiet an.

Die Fläche wurde bislang landwirtschaftlich genutzt.

4. Durchgeführte Arbeiten

Zur Erfüllung der Aufgabenstellung wurden folgende Arbeiten konzipiert und durchgeführt:

Konzeptionelle Arbeiten

- Recherchen zu den hydrogeologischen Verhältnissen und sonstigen natürlichen Gebietsbedingungen
- Konzipierung und Organisation der Geländearbeiten
- Auswertung und Dokumentation aller Untersuchungsergebnisse

Geländearbeiten

- Niederbringen von 12 Rammkernbohrungen
- Neubau von 4 Grundwassermessstellen (GWM)
- Einrichtung von 4 Oberflächenwassermessstellen (OWM) durch Einrammen von Messstangen
- Herrichten und Markieren von 10 Festpunkten (Grabendurchlässe) als OWM
- Installation PE-Rohr mit Datenlogger an Stauwehr
- Einmessung aller GWM und OWM in Lage und Höhe
- Durchführung von Wasserspiegel-Messungen in allen GWM und OWM über 1 Jahr
- Durchführung von 8 Sickerversuchen mit Doppelring-Infiltrometer.
- Aufnahme der vorhandenen Gewässer

5. Topographische Verhältnisse

Für das Planungsgebiet wurde durch IB Herrmenau auf der Basis der Höheneinmessungen durch IB Leschke GisEO ein digitales Geländemodell erstellt [U 23]. Die Geländehöhen sind in Anlage 4 dargestellt. Auf Basis der dargestellten Höhenlinien können die topographischen Verhältnisse im Planungsgebiet folgendermaßen charakterisiert werden.

Im Planungsgebiet sind die größten Höhen mit ca. 46,2 m NHN im nördlichen Randbereich vorhanden. Die geringste Geländehöhe liegt mit <37,0 m NHN im westlichen Randbereich (unmittelbar an der Straße L795) und im südlichen Randbereich (Nähe Kiessee). Damit besteht ein maximaler Höhenunterschied von 9,2 m. Im gesamten Planungsgebiet besteht im nördlichen und mittleren Bereich ein Geländegefälle von ONO nach WSW. Im Süden wechselt die Gefällerichtung zu NO nach SW. Folgende Gefällewerte wurden innerhalb der Grenzen des Plangebietes ermittelt:

im Norden	Hochfläche bis Querung L795 durch Graben 1	1,37%
in der Mitte	östl. Ecke Plangebiet in Richtung OW1 bis L795	1,28%
im Süden	Linie OW12 (Kiessee) / SB RP2 06/17	1,77%.

Die Morphologie des Geländes ist gekennzeichnet durch ebene Bereiche im NO (Hochfläche) und im W bzw. SW (Niederung). Dazwischen existiert ein überwiegend kontinuierliches Geländegefälle. Die Geländeoberfläche wird durch die im mittleren und südlichen Bereich des Planungsgebietes vorhandenen und SO-NW verlaufenden Entwässerungsgräben durchschnitten.

6. Flächennutzung, Schutzgebiete, Altlastensituation

Die derzeitige Flächennutzung ist in Anlage 5 dargestellt. Im Bereich des geplanten Baugebietes Rousseau-Park 2 liegen derzeit ausschließlich Ackerflächen vor. Südlich des Plangebietes befindet sich eine Fläche in Aufforstung.

Innerhalb des Plangebietes Rousseau-Park 2 liegen keine Schutzgebiete vor.

Südwestlich grenzt der Naturpark Nuthe-Nieplitz an das Planungsgebiet an. Westlich der Straße L795 beginnt das Landschaftsschutzgebiet Nuthetal-Beelitzer Sander. Weiter westlich erstreckt sich das Naturschutzgebiet bzw. FFH-Gebiet Nuthe-Nieplitz-Niederung.

Innerhalb des Planungsgebietes liegen keine Altlasten und Altlastverdachtsflächen vor. Südöstlich der Waldsiedlung befindet sich eine ehemalige Militärfläche.

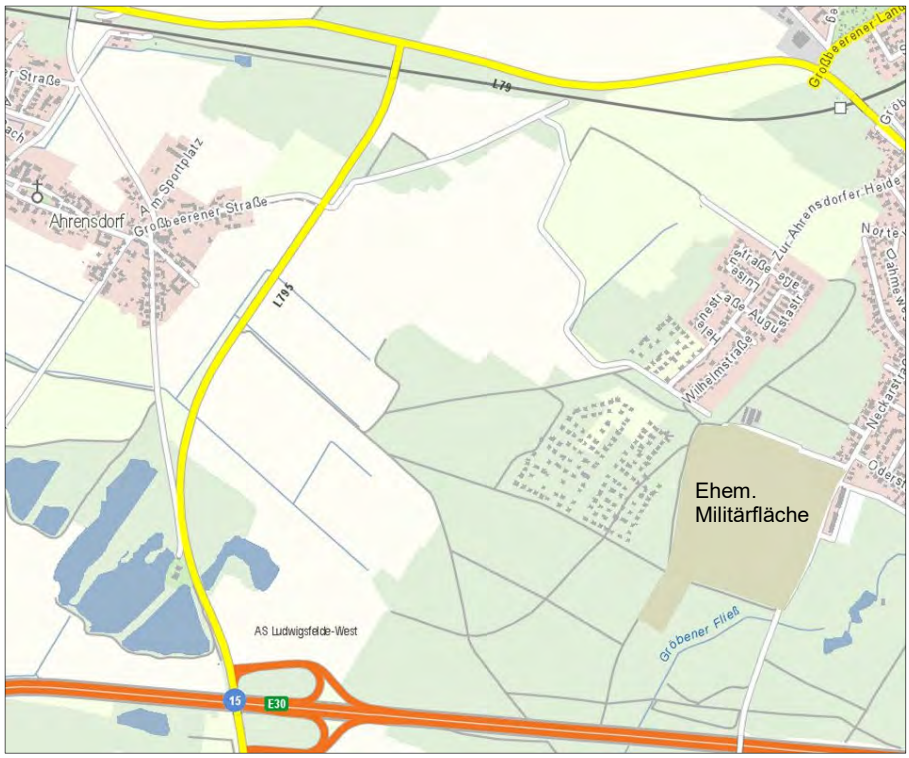


Abbildung 1: Altlastensituation (Quelle: Geoportal LK Teltow-Fläming)

7. Klima und klimatische Wasserbilanz

7.1 Klimadaten des DWD

Vom DWD wurden die Starkniederschlagshöhen als Resultat der extremwertstatistischen Analyse KOSTRA-DWD-2010 [U 9] für den Standort Ludwigsfelde bereitgestellt (s. Anhang 12).

Tabelle 1 Auszug aus den KOSTRA-DWD-2010-Daten für den Standort Ludwigsfelde [U 10]

Wiederkehr-intervall [a]	1		5		10		20	
Häufigkeit [1/a]	1		0,2		0,1		0,05	
Dauerstufe D	h_N [mm]	R_N [l/s*ha]	h_N [mm]	R_N [l/s*ha]	h_N [mm]	R_N [l/s*ha]	h_N [mm]	R_N [l/s*ha]
5 min	4,9	162,7	9,7	324,2	11,2	372,8	12	401,2
10 min	7,8	129,7	14,6	243,5	16,7	277,8	17,9	297,8
15 min	9,7	107,8	18	200,6	20,6	228,5	22	244,8
20 min	11,1	92,2	20,7	172,5	23,6	196,6	25,3	210,7
30 min	12,9	71,5	24,7	136,9	28,2	156,6	30,3	168,2
45 min	14,5	53,5	28,9	106,9	33,2	122,9	35,7	132,3
60 min	15,4	42,8	32	88,9	37	102,8	39,9	110,9
90 min	16,5	30,5	34,7	64,2	40,1	74,3	43,3	80,3
2 h	17,3	24	36,7	51	42,5	59,1	46	63,8
3 h	18,5	17,1	39,8	36,8	46,2	42,8	49,9	46,2
4 h	19,4	13,5	42,1	29,2	48,9	34	52,9	36,8
6 h	20,8	9,6	45,6	21,1	53,1	24,6	57,5	26,6
9 h	22,2	6,9	49,5	15,3	57,7	17,8	62,5	19,3
12 h	23,3	5,4	52,4	12,1	61,2	14,2	66,3	15,3
18 h	26,1	4	57,6	8,9	67,1	10,3	72,6	11,2
24 h	28,2	3,3	61,4	7,1	71,4	8,3	77,3	8,9
48 h	34,2	2	71,5	4,1	82,7	4,8	89,3	5,2
72 h	38,2	1,5	77,9	3	89,9	3,5	96,9	3,7

Nach den Empfehlungen des DWD sollen die Werte mit einem Sicherheitsfaktor beaufschlagt werden.

7.2 Klimatische Wasserbilanz und Grundwasserneubildung

Die Klimatische Wasserbilanz (KWB) stellt die Grundlage für den Wasserhaushalt am Untersuchungsstandort dar. Sie basiert auf den langjährigen Beobachtungen. Zur Verwendung kommen die Tagesmittel bzw. täglichen Summen von Lufttemperatur in 2 m Höhe, Niederschlagshöhe (hier mit HELLMANN- Korrekturfaktor von 1,1), die relative Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und Sonnenscheindauer. Weiterhin liegen diesen Berechnungen Hintergrunddaten wie die astronomisch mögliche Sonnenscheindauer, die extraterrestrische Strahlungsmenge bzw. die Globalstrahlungsmenge zugrunde (siehe auch ATV-DVWK – 504). Diese Daten basieren im vorliegenden Fall auf einem Breitengrad von 52.38° Nord. Die Berechnung erfolgt auf Basis von Tageswerten der DWD- Klimastation Potsdam (DWD- Klimastation #10379), die sich in unmittelbarer Nähe zum Untersuchungsgebiet befindet. Ihre Daten sind im Internet frei verfügbar:

(http://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/klimadatendeutschland.html).

Es wurde ein Zeitraum von 27 hydrologischen Jahren (Nov. 1989 – Okt. 2016) ausgewertet.

Demnach liegt der mittlere korrigierte Niederschlag bei 644 mm/a; die potentielle Verdunstung (Grasreferenzverdunstung nach PENMAN) bei ca. 693 mm/a und die potentielle Gewässerverdunstung bei 788 mm/a. In Mitteleuropa sind zumeist die Wintermonate bzw. das hydrologische Winterhalbjahr von November bis April relevant hinsichtlich der Wirkung auf Grundwässerspiegellagen (GWN). Innerhalb dieses Zeitraumes fallen in Potsdam 267 mm Niederschlag und es herrscht eine potentielle Verdunstung von 168 mm was zu einer positiven klimatischen Wasserbilanz von + 99 mm führt. Im Sommer ist die Klimatische Wasserbilanz defizitär mit -146 mm.

Die letzten beiden Jahre (2015 und 2016) fielen im Vergleich zu mittleren Jahren verhältnismäßig trocken aus. Insbesondere in den Sommermonaten herrschte ein ungewöhnlich hohes Defizit in der KWB. Das ist auf den beiden folgenden Grafiken veranschaulicht. Dargestellt sind jeweils als cremefarbene Balken im Hintergrund die langjährigen Mittelwerte der dargestellten Klimakomponenten und im Vordergrund als Rahmenbalken die jahresaktuellen Monatsmittelwerte. Seit März 2015 ist fast ausschließlich eine defizitäre Bilanz zu beobachten. Ausnahmen sind Juni, Oktober und November 2015 und dann erst wieder der Oktober 2016, wo die Mittelwerte überschritten werden. Die potentiellen Verdunstungsraten in den Sommermonaten haben sich teilweise sogar verdoppelt, die Regenmengen gingen vor allem in den Sommermonaten deutlich zurück. Demnach ist davon auszugehen, dass die Grundwasserneubildung nur sehr geringe Werte angenommen hat bzw. ggf. kaum stattgefunden hat.

Insgesamt sind die Jahre 2015 und 2016 als trockene Jahre einzuschätzen. Für die Bemessung der Niederschlagsversickerung ist mit deutlich feuchteren Jahren und höheren Grund- bzw. Schichtenwasserständen zu rechnen.

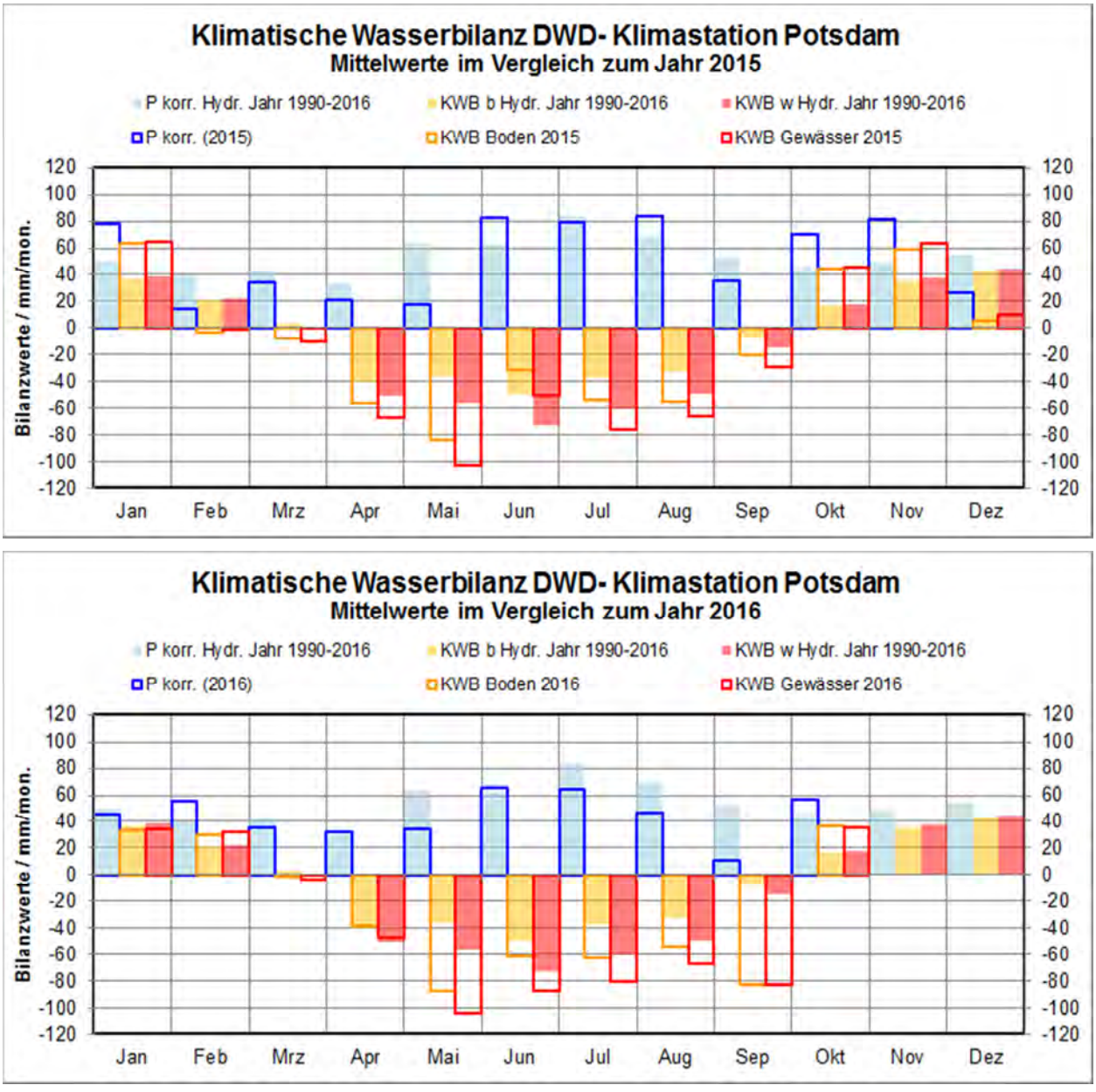


Abbildung 2 Klimatische Wasserbilanzen für die Jahre 2015 und 2016

Die Grundwasserneubildung ist abhängig von Landnutzung, Klimadaten (Niederschlag/ Verdunstung) und Flurabstand.

Die Daten zur KWB sind die Grundlage zur Berechnung der Grundwasserneubildung. In der folgenden Tabelle sind exemplarisch einige mittlere Grundwasserneubildungsraten nach ATV-DVWK-M 504 dargestellt. Es wurde einheitlich ein geringer Grundwasserflurabstand von 1,5 m und als Bodenart Feinsand angesetzt. Unterschieden wurde in Nutzungsformen Ackerland (Bestand im UG) und weiterhin Grünland (derzeit Brache im UG), Laubwald, vegetationslose Flächen und Gewässerflächen. Es ist festzustellen, dass sowohl Dauergrünland als auch vegetationslose Flächen die Grundwasserneubildungsraten erhöhen (auch: je geringer die Vegetationshöhe, desto größer ist die Versickerung bei Grasland). Wald und Gewässerflächen verringern hingegen die Grundwasserneubildungsraten signifikant (hier 70jähriger Laubwald angesetzt – GWN = 0,6 l/s/km², ein junger Wald hingegen erhöht die Grundwasserneubildung: 20jährig – GWN = 6,3 l/s/km²).

Insgesamt ist in einem neuen Siedlungsgebiet durch das Vorhandensein von vegetationslosen Flächen, „gepflegte Rasenlandschaften“ und jungen Baumbepflanzungen sowie konzentrierter Versickerung von Niederschlagswasser in Mulden und Becken eher mit einer Erhöhung der Grundwasserneubildungsraten und damit mit einem Anstieg des Grundwasserspiegels zu rechnen.

Tabelle 2 Exemplarische Grundwasserneubildungsraten nach ATV-DVWK-M 504

Mittlerer Wasserhaushalt

Berechnungsgrundlagen:

Landoberflächenabfluss: *US-SCS-Verfahren (MANIAK 1993)*

reale Verdunstung: *BAGLUVA (ATV-DVWK-M 504)*

Klimadaten: DWD-Station Potsdam von 1990 bis 2016

Korrekturfaktor Niederschlag		1.10	
Jahresniederschlag (korrigiert)	PkJ	644	[mm/a]
Sommerniederschlag(korrigiert)	PkS	376	[mm]
Grasreferenzverdunstung	ET0	693	[mm/a]
Gewässerverdunstung	EW	788	[mm/a]
Verhältniss ET0(Sommer)/ET0(Jahr)		0.75	[-]

spezifische Eingangsdaten: | *Ergebnisse:*

	CN-WERT (US-SCS-Verfahren)	Beregnung	Landnutzungseinheit*	Vegetationshöhe	Umtriebsalter	Bodenart	GW-Flurabstand	**Landoberflächenabfluss**	reale Verdunstung	**GWN (Sickerwasser)**	
	CN	B	Typ	zb	UA	Boden	zg	Ro	ETa	SW	GWN
	[-]	[mm/a]	[-]	[cm]	[a]	[-]	[m]	[mm/a]	[mm/a]	[mm/a]	*l/s/km²*
Ackerland			4			fS	1.5		503	**141**	4.5
Grünland			3	10		fS	1.5		443	**201**	6.4
Vegetationslose Fläche			2			fS	1.5		358	**287**	9.1
Laubwald			5		20	fS	1.5		450	**194**	6.2
Gewässer			7			W			788	**-144**	-4.6

) 1: versiegelte Fläche; 2: vegetationslose Fläche; 3: Grünland; 4: Ackerland; 5: Laubwald; 6: Nadelwald; 7: Gewässer*

8. Hydrologische Verhältnisse

Im Plangebiet befinden sich mehrere Gräben, die nach Westen in Richtung Nuthe-Nieplitz-Niederung entwässern. Die Gräben werden vom Wasser- und Bodenverband Nuthe-Nieplitz gepflegt.

Im Südwesten befinden sich die Ahrensdorfer Teiche, die in den 1930er Jahren aus Kiessandgruben für den Bau der Autobahn entstanden sind. Sie sind zu- und abflusslos und werden vom Grundwasser gespeist. Die

Teiche werden durch den Angelclub Ludwigsfelde e.V. bewirtschaftet. Im Südwesten befindet sich ein Überlauf in südwestliche Richtung. Ihre Tiefe beträgt max. 3m.

8.1 Grundlagen

- Topographische Karte DTK10
- Luftbild
- Daten des Wasser- und Bodenverbandes Nuthe-Nieplitz, für den Schaubezirk Ludwigsfelde
- Geländebegehung im Februar 2017 mit Aufnahme der Bauwerke
- Einrichten von Messpunkten und Einmessung der Messpunkte an den Gewässern

8.2 Historische Daten

Wie der alten topographischen Karte (Anlage 2.2) zu entnehmen ist, existierten im Bereich des Plangebietes bereits vor mehr als 70 Jahren diverse Gräben. Ihre damalige Lange unterscheidet sich von der heutigen Lage deutlich. 2-3 Hauptgräben verliefen damals in westliche bzw. nordwestliche Richtung. Diesen Hauptgräben strömten zahlreiche kleinere Gräben/ Drainagen zu, die heute nicht mehr existieren.

8.3 Ergebnisse der Gewässeraufnahme Februar 2017

Für die Beschreibung der Fließgewässer lagen die Bezeichnungen des Wasser- und Bodenverbandes vor. Teilweise wurden für den Bericht die topographischen Bezeichnungen oder eigene Arbeitsbezeichnungen verwendet:

Tabelle 3: Bezeichnung für ausgewählte Fließgewässer im Projekt

Projektname	Nr. WBV Nuthe-Nieplitz	Lage
Graben1	023.04.1.2.1	Nördlicher Graben im Projektgebiet
Graben 2	023.04.1.2	Mittlerer Graben im Projektgebiet
Graben 3	0.23.04.1	Südlicher Graben im Projektgebiet, verläuft bis zum Siethener Elsbruch
Graben 4	023.04.1.3	Zulaufgraben zum Graben 3 im südwestlichen Teil des Projektgebietes
Graben 5	023.04.1.4	Graben ohne oberird. Abfluss
Graben 5.1		Vermutlich verrohrter Grabenabschnitt oder Drainage zwischen Graben 5 und Graben 3
Graben 10	023.04.1.1 und 023.04.1.1.1	Südlich von Ahrensdorf
Graben 13	023.04.2	Südrand Ortslage Ahrensdorf
Ahrensdorfer Dorfgraben	023.04	Querung Ortslage Ahrensdorf
	023.03	Im Norden des Siethener Elsbruchs
Elsbruchgraben	023	Siethener Elsbruch
Berliner Graben		

Im Febr. 2017 erfolgte eine Aufnahme aller Gewässer und deren Bauwerke, ausgehend vom Planungsgebiet, über den Graben 023.04.1 südlich von Ahrensdorf, den Elsbruchgraben bis zur Mündung in den Berliner Graben nordwestlich des Siethener Elsbruchs.

Südwestlich der Kläranlage Ahrensdorf mündet der Graben 023.04.1 in den von Norden kommenden Ahrensdorfer Dorfgraben. In diesen mündet auch kurz vorher der Ablauf der Kläranlage ein. Die Gewässer sind in diesem Bereich stark rückgestaut, das Freibord am Graben 023.04.1 beträgt nur wenige Dezimeter.

Die Ergebnisse der Gewässeraufnahme sind kartographisch in Anlage 6 und tabellarisch im Anhang 13 dargestellt sowie in der Fotodokumentation im Anhang 9 enthalten.

Es wird vermutet, dass im Plangebiet evtl. noch alte Drainagen vorhanden sind. Diese werden nach Aussagen des Pächters seit Jahrzehnten nicht mehr gewartet. Einläufe aus Rohren oder Drainagen konnten nur im Umfeld der Messpunkte OW 4, und OW 9.1 bei der Gewässeraufnahme festgestellt werden.

8.4 Einrichtung von Oberflächenwasser-Messpunkten

Die Einrichtung von insgesamt 15 OWM an den Gräben und dem östlichsten Ahrensdorfer Kiessee im Planungsgebiet und seinem engeren Umfeld (siehe Anlage 3 und Anlage 6) erfolgte in verschiedener Form. So wurden vorhandene Durchlässe der Gräben (überwiegend Betonrohre), je nach baulichem Zustand, am Ein- und oder Auslass teilweise freigelegt und die als Messpunkt vorgesehene Stelle farblich markiert. Weiterhin wurden an den offenen Gräben und dem Kiessee Messstangen dort gesetzt, wo die Messung der Wasserspiegel eine wichtige Ergänzung der Datengrundlage zur Ermittlung der hydrodynamischen Verhältnisse darstellt. Am Wehr des zentralen Abflussgrabens (Graben 3), südwestlich Ahrensdorf und westlich der Landstraße L795 (siehe Anlage 3) wurde eine weitere OWM (OW 1) eingerichtet. Dies erfolgte durch Installation eines PE-Rohres und eines Datenloggers auf der oberstromigen Seite des Wehres. Alle vorgesehenen Messpunkte der markierten und neu eingerichteten OWM wurden anschließend in Höhe und Lage eingemessen. Die westlichsten Messpunkte (OW 13, OW 14, OW 0) befinden sich an Wehren entlang der Ableitungsstrecke bis zur Einmündung in den Elsbruchgraben südwestlich der Kläranlage Ahrensdorf.

8.5 Abflussmessungen

Am 28.03.2017 wurden mit Hilfe eines Nautilus-Messgerätes an 4 Stellen die Durchflüsse gemessen. Insgesamt liegen geringe Fließgeschwindigkeiten vor. Es ist mit einem Messfehler von +/- 25% zu rechnen

Tabelle 4: Ergebnisse der Abflussmessung am 28.3.2017

Abfluss-mess-punkt	Gewässer/ Standort	Messprofil	Datum	Wasserstand über Sohle (m)	Q (m³/s)	Q (l/s)
Abfluss 1	Graben 1, Nähe OW2, nach Durchlass Straße	Rohrdurchlass DN400	28.03.2017	0,109	6,20E-04	0,62
Abfluss 2	Graben 2, Nähe OW4, nach Durchlass Straße	Rohrdurchlass DN400	28.03.2017	0,048	3,25E-04	0,33
Abfluss 3	Graben 3, Nähe OW6, nach Durchlass Straße	Rohrdurchlass DN500	28.03.2017	0,645m, Rohr überstaut	2,71E-03	2,71
Abfluss 4	Graben 3, Nähe OW1, 10m nach Wehr	flaches U-Profil, Breite 1,5m	28.03.2017	0,315	5,78E-03	5,78

Die Summe der Abflüsse aus dem Plangebiet Rousseau-Park 2 an den 3 Rohrdurchlässen unter der Straße (Abfluss 1 + Abfluss 2 + Abfluss 3) beträgt 3,66 l/s. Die Differenz von 2,1 l/s zum Messwert an Abfluss 4 (nach Wehr OW 1) ergibt sich aus den Zulaufmengen des Bereichs westlich der Straße.

9. Geologische Verhältnisse

9.1 Grundlagen

- Sondierbohrungen SB RP2 01/17 bis 12/17, ausgeführt im März 2017
- Messstellenbohrungen GWM 11/17 bis 14/17 im Planungsgebiet Rousseau-Park 2, ausgeführt im März 2017

  Sondierungsbohrungen im Planungsgebiet Rousseau-Park 1 2014-2016 [U 1]Projekt Ahrensdorf (B-Plan Ahrensdorfer Heide): Verkehrsanlagen, Wasserversorgung, RW- und SW-Entsorgung (Vorplanung). Ingenieur-Dienst Nord, Februar/ April 1997, im Auftrag der debis Immobilienmanagement

- [U 2], [U 3], [U 4], [U 5]
- HYRA-Bohrungskataster (Fugro-Archiv)
- Bohrungen aus den Archiven LBGR und LfU
- Lithofazieskarte Quartär, Blatt Ludwigsfelde 2167 [LKQ 1976]
- Hydrogeologische Karten Brandenburg [HYK50], LBGR Brandenburg
- Hydrogeologische Karte der DDR, Blatt Trebbin/Zossen – 0908-1/2 [HK50, 1984]
- Geologische Karte Brandenburg [GK25], LBGR Brandenburg
- Preußische Geologische Karte 1:25.000 Sect. Groß Beeren.

9.2 Geologischer Aufbau

Die Planungsfläche befindet sich am Südrand der Teltow-Hochfläche, die in der letzten Kaltzeit (Weichsel-Glazial) entstanden ist.

Für das Regenwasserkonzept sind die oberen Schichtfolgen bis ca. 3 m relevant. Eine Übersicht zu den oberflächig anstehenden Bildungen bietet der Auszug aus der preußischen Geologischen Karte M 1:25.000 (s. Anlage 4).

Die Geologie im Untersuchungsgebiet wird durch die Stockwerksgliederung glazialer Sedimente der Elster-, Saale- und Weichsel-Kaltzeit sowie der warmzeitlichen Ablagerung des Holstein-Interglazials bestimmt. Einen Überblick bieten die 2 hydrogeologischen Schnitte in Anlage 8.1 und 8.2.

Die Basis der quartären Bildungen im Planungsgebiet stellt der Grundwasserleiter 3 (GWL 3) dar. Er besteht aus glazifluviatilen Vorschüttsedimenten der Elster-Kaltzeit und fluviatilen Sedimenten des Holstein-Interglazials. Darüber folgen weit aushaltende, limnische Bildungen des Holstein-Interglazials, die ihn vom darüber liegenden GWL 2 trennen.

Der regionale, gespannte Hauptgrundwasserleiter (GWL 2) besteht aus fluviatilen Sedimenten des Holstein-Interglazials und glazifluviatilen Vorschüttsanden des Warthe-Stadiums der Saalekaltzeit. Er weist ein gemischtes Kornspektrum aus Fein-, Mittel- und Grobsanden bis hin zu Kiesen auf und ist ca. 14 m - 16 m mächtig. Seine Oberkante liegt im Bereich des Planungsgebietes bei ca. 20 mNHN (25 m u. GOK). Lokal können darin geringmächtige bindige Lagen eingeschaltet sein.

Darüber folgt ein im gesamten Planungsgebiet vorhandener, 14 m bis 27 m mächtiger Geschiebemergelkomplex, der stratigraphisch ebenfalls dem Warthestadium der Saale-Vereisung zuzuordnen ist. Die Ausbildung des Geschiebemergels im Untersuchungsgebiet variiert zwischen „Schluff, schwach sandig und tonig“ bis hin zu „Feinsand, stark schluffig, schwach tonig“ (siehe Anhang 1 und 3) und kann Einschaltungen von sandigen Lagen aufweisen. Seine Oberkante reicht im Planungsgebiet bis etwa 41 mNHN.

Er wird im Planungsgebiet, bis zur Geländeoberfläche hin, nahezu flächendeckend mit dem oberen, unbedeckten Grundwasserleiter (oGWL) überlagert. Nur in wenigen Bereichen fehlt die Bedeckung mit dem oberen GWL. In diesen Bereichen sind nach Niederschlägen längerfristig Vernässungserscheinungen zu beobachten.

Der obere GWL besteht im Westen des Planungsgebietes aus sandigen Nachschüttbildungen des Weichselglazial sowie sandigen Bildungen des Holozäns und im Osten aus sandigen Nachschüttbildungen des Warthestadiums der Saale-Kaltzeit und der Weichselkaltzeit. Bei ausreichender Tiefenlage seiner Basis besteht eine ständige Grundwasserführung, die mehrere Meter aufweisen kann. In ausgeprägten Trockenjahren kann er jedoch großflächig vollständig grundwasserfrei sein. Vereinzelt treten im oberen GWL geringmächtige Einlagerungen von weichselkaltzeitlichem Geschiebemergel auf.

Ein vertikaler Wasseraustausch zwischen dem oberen GWL und dem ständig wasserführenden GWL 2 ist bei den vorhandenen Mächtigkeiten des zwischengelagerten Stauers, für das Planungsgebiet auszuschließen.

Die Höhenlage der Basis des oGWL ist deutlichen Schwankungen unterworfen. Die Mächtigkeit der Sande des oGWL (grundwasserführend und trocken) oberhalb des Geschiebemergels beträgt zwischen 0,4m an der SB 04 und 7,3 m an der SB 01 im Norden. Es können jedoch nur die Bereiche zur Versickerung genutzt werden, die oberhalb des mittleren Hochgrundwasserstandes (MHGW) liegen.

9.3 Versickerungsbedingungen / k_f-Werte

Zur Charakterisierung der Möglichkeiten für die Versickerung der Niederschläge unmittelbar im Bereich des Planungsgebietes wurden, flächenhaft verteilt, k_f-Wert- Bestimmungen für den oberen GWL vorgenommen. Dazu wurden folgende zwei Verfahren genutzt.

- k_f-Wert-Bestimmung aus Siebanalysen (Material aus 12 Sondierbohrungen und 4 GWM--Bohrungen)
- k_f-Werte aus 8 Versickerungsversuchen (Doppelring-Infiltrometer)

k_f-Wertbestimmung aus Siebanalysen

Aus dem Bohrgut der 12 niedergebrachten Sondierbohrungen und der 4 GWM-Bohrungen wurden Bodenproben aus dem trockenen Bereich bzw. dem Grundwasserschwankungsbereich des oberen GWL entnommen und die k_f-Werte des Materials siebanalytisch ermittelt.

Da bei den gegebenen geologisch/ hydrogeologischen Verhältnissen eine Versickerung und Aufnahme von Niederschlagswasser nur in grundwasserfreien Teilen des oberen GWL möglich ist, erstreckt sich der Entnahmebereich für die Bodenproben auf den trockenen Teil und den Grundwasserschwankungsbereich des GWL. Nachfolgende Tabelle zeigt die wichtigsten Daten und Ergebnisse der Siebanalysen. Die detaillierten Daten sind Anhang 2 zu entnehmen.

Tabelle 5 Daten und Ergebnisse der Siebanalysen

Bohrung/GWM	Teufe in m	Bodenart	Kf-Wert	Verfahren
SB RP2 01/17	0,30 - 1,00	mS,fs*,gs'	1.5 x 10-4	Beyer
	1,00 - 2,00	fS,ms*	9.0 x 10-5	Beyer
SB RP2 02/17	0,25 - 1,00	mS,fs,gs'	2.1 x 10-4	Beyer
	1,00 - 1,50	mS,fs,gs	1.9 x 10-4	Beyer
	2,00 - 3,00	mS,fs	2.0 x 10-4	Beyer
SB RP2 03/17	0,30 - 1,00	fS,ms*	7.1 x 10-5	Beyer
	1,10 - 1,60	fS,ms,u,t (G:Lg)	9,8 x 10-9	USBR
SB RP2 04/17	0,40 - 1,00	mS-fS,u,gs',t'	4,7 x 10-6	USBR
	1,10 - 2,00	mS-fS,u,t',gs'	3,9 x 10-8	USBR
SB RP2 05/17	0,30 - 1,00	mS,fs',gs'	3.5 x 10-4	Beyer
	1,30 - 2,00	mS-fS,u,t',gs'	8,8 x 10-8	USBR
SB RP2 06/17	0,40 - 0,90	mS-fS,u',gs'	5.5 x 10-5	Beyer
	1,30 - 2,00	fS-mS,u,t',gs'	1,1 x 10-7	USBR
SB RP2 07/17	0,35 - 1,00	mS,gs',fs'	3.7 x 10-4	Beyer
	1,40 - 2,00	mS,gs,fs,g'	2.6 x 10-4	Beyer
SB RP2 08/17	0,40 - 1,00	fS,ms*	5.8 x 10-5	Beyer
	1,00 - 1,80	fS,ms*,u'	9.3 x 10-5	Beyer
SB RP2 09/17	0,40 - 1,00	mS,fs	1.8 x 10-4	Beyer
	1,40 - 2,00	mS-fS	5.5 x 10-5	Beyer
	2,80 - 4,00	mS,gs*,fs',fg	4.0 x 10-4	Beyer
SB RP2 10/17	0,35 - 0,70	fS-mS,u',gs'	4.1 x 10-5	Beyer
	0,70 - 2,00	fS-mS	1.9 x 10-4	Beyer
SB RP2 11/17	0,40 - 0,70	mS,fs*	1.7 x 10-4	Beyer
	0,70 - 1,40	mS,fs	1.9 x 10-4	Beyer
	1,40 - 2,00	mS,gs',fs'	5.8 x 10-4	Beyer
SB RP2 12/17	0,40 - 0,90	fS,ms*	6.0 x 10-5	Beyer
	0,90 - 2,00	fS-mS,u,t',gs'	1,6 x 10-6	USBR
GWM 11/17	0,50 - 1,00	mS,fs	2.4 x 10-4	Beyer
GWM 12/17	0,40 - 0,70	mS,fs,gs',u'	6.0 x 10-5	Beyer
	0,70 - 2,00	mS,fs',gs'	2.8 x 10-4	Beyer
GWM 13/17	0,20 - 0,70	S,ms*,u'	4.5 x 10-5	Beyer
	0,70 - 2,00	fS,ms*,u',t',gs'	3.0 x10-6	USBR

*: stark
‘ schwach

k_f-Wertbestimmung aus Versickerungsversuchen

Zur Durchführung der Versickerungsversuche wurden am Standort von 8 niedergebrachten Sondierbohrungen 0,5 m tiefe Schürfe angelegt. In den Schürfen wurde jeweils das Doppelring-Infiltrometer auf dem potentiell zur Versickerung vorgesehenen Material des oberen GWL installiert und der Sickerversuch durchgeführt. Folgende Abbildung zeigt exemplarisch den verwendeten Versuchsaufbau.

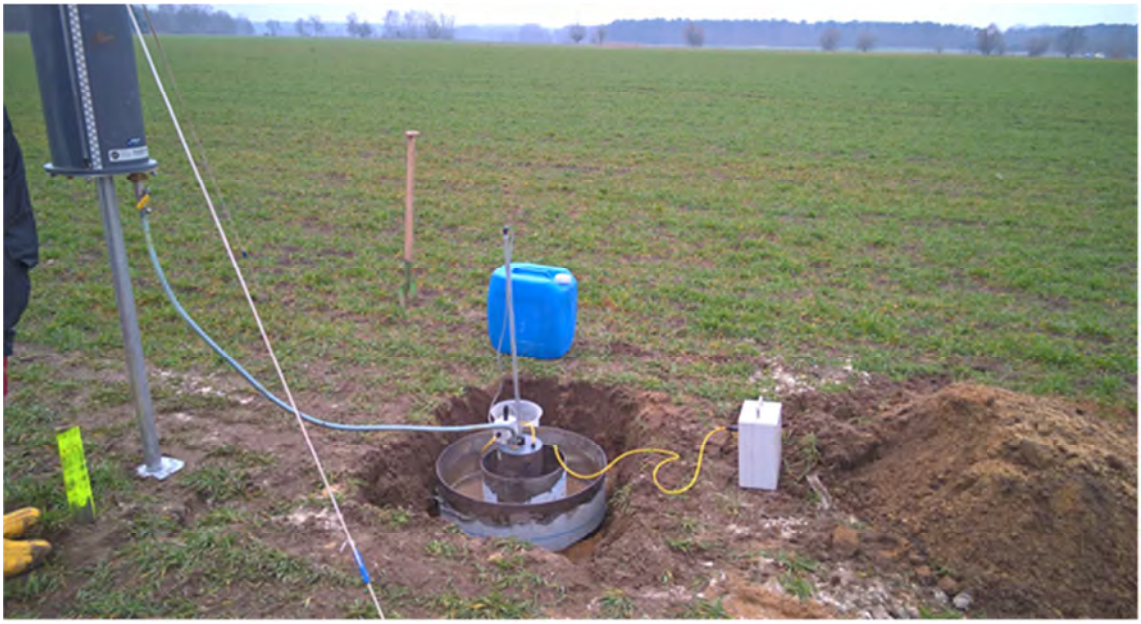


Abbildung 3 Aufbau Versickerungsversuch mit Doppelring-Infiltrometer

Die ausführliche Dokumentation der Versuche ist Anhang 7 zu entnehmen. Folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der k_f-Wert-Bestimmungen aus den Versickerungsversuchen und eine verbale Bewertung der Versickefähigkeit des Materials für die gewählten Standorte und Teufen.

Tabelle 6 k_f-Wert-Bestimmungen aus Versickerungsversuchen und Vergleichswerte aus Siebungen

Standort	Versickerungsversuch mit Doppering-infiltrometer			Siebung		kf-sieb / kf-sick	Bewertung-der Durch-lässigkeit
	Einbautiefe Infiltrometer in [m]	Sickerrate (ki-Sick) in [m/s]	kf_sick = 2 x ki [m/s]	Teufe in [m]	kf-Sieb) in [m/s]		
SB RP2 01/17	0,5	3,9E-05	7,8E-05	0,30 - 1,00	1,5E-04	1,92	gut
SB RP2 02/17	0,5	1,3E-04	2,6E-04	0,25 - 1,00	2,1E-04	0,81	Sehr gut
SB RP2 04/17	0,5	9,6E-06	1,9E-05	0,40 - 1,00	4,7E-06	0,24	Mäßig-schlecht
SB RP2 05/17	0,5	6,2E-05	1,2E-04	0,30 - 1,00	3,5E-04	2,82	gut
SB RP2 06/17	0,5	1,6E-05	3,2E-05	0,40 - 0,90	5,5E-05	1,72	Mäßig
SB RP2 07/17	0,5	1,1E-04	2,2E-04	0,35 - 1,00	3,7E-04	1,68	Sehr gut
SB RP2 08/17	0,5	3,7E-05	7,4E-05	0,40 - 1,00	5,8E-05	0,78	gut
SB RP2 09/17	0,5	4,9E-05	9,8E-05	0,40 - 1,00	1,8E-04	1,84	gut

Eine mäßige bis schlechte Durchlässigkeit lag an der SB 04 und SB 06 vor. An allen anderen Standorten waren die Ergebnisse gut bis sehr gut.

Aus den Sickerraten k_i wurden k_f-Werte für die Sickerversuche abgeleitet. Laut Empfehlung der DWA-A138 empfiehlt sich für Feldmethoden, wie die Bestimmung der Versickerungsgeschwindigkeit mit einem Doppelringinfiltrometer, ein Korrekturfaktor von 2.

Demnach ergibt sich der Bemessungs-kf-Wert aus:

$kf = k_i \times 2$ mit k_i - Versickerungsrate aus Feldbestimmung

Beim Vergleich der kf-Werte aus Siebungen und Versickerungsversuchen ist ersichtlich, dass Abweichungen auftreten. Dies hat Ursachen, die in den unterschiedlichen Methoden der Bestimmung des k_f-Wertes und der Nähe der Versuchsmethodik zu den realen Bedingungen vor Ort begründet sind. Ausgehend von den bei den Untersuchungen ermittelten kf-Werten kann von einer überwiegend sehr guten bis mittleren Versickerungsfähigkeit des im oberen Teil (trockener Bereich und Grundwasserschwankungsbereich) des oberen GWL anstehenden Materials ausgegangen werden. Zur Planung der Versickerungseinrichtungen soll standortkonkret abgewogen werden, welche k_f-Werte zu verwenden sind (Siebung oder Infiltrometerversuche).

Anlage 12 gibt eine Übersicht zur Verteilung der Durchlässigkeit im Betrachtungsgebiet. Farblich gekennzeichnet sind hierbei die schlecht durchlässigen und damit für eine Versickerung nicht geeigneten Bereiche.

In den obersten 0,5 m liegt insgesamt eine gute Durchlässigkeit vor, nur im Norden finden sich noch Reste des gering durchlässigen Weichsel-Geschiebemergels.

Zwischen 0,5 und 1,0 m finden sich im Zentralteil und im Süden gute Versickerungsverhältnisse, im Westen und im Nordosten liegen hier Bereiche mit schlechter Durchlässigkeit vor.

Zwischen 1 und 2 m bildet der gesamte mittlere Bereich eine schlecht durchlässige Zone. Dies hängt mit dem hier hochliegenden stark bindigen Warthe-Geschiebemergel zusammen. Ein weitere Bereich mit schlechter Durchlässigkeit befindet sich im SE um die Sondierbohrung SB RP2 06/17 herum.

Für die Bewertung der Eignung für die Versickerung ist neben der Durchlässigkeit auch der Grundwasserflurabstand zu betrachten (s. Kap. 10.7). Eine kartographische Darstellung von Flurabstand und kf-Werten an den Aufschlusspunkten findet sich in Anlage 11. Eine Überlagerung der Bereiche mit schlechten Durchlässigkeiten und ungünstigen Flurabständen findet sich in Anlage 13.

10. Grundwasserstände

10.1 Grundlagen

- Wasserstände an Grundwassermessstellen
- Wasserstände bei Bohrsondierungen
- Oberflächenwasserstände
- Grundwasserganglinien an Landesmessstellen des LfU
- Grundwassergleichenplan des Landes Brandenburg im April 2011 (LfU)

10.2 Errichtung von 4 neuen Grundwassermessstellen GWM 11/17 bis 14/17

Zur Ermittlung der Kontur der Grundwasseroberfläche für das Planungsgebiet und hier insbesondere in den für die Bebauung vorgesehenen Bereichen zwischen den Entwässerungsgräben sowie in seinem engeren Umfeld wurden 4 neue Grundwassermessstellen (Anhang 3) errichtet.

Der Ausbau erfolgte als Rammpegel mittels PE-Rohr DN50. Der Abschluss wurde obertägig mittels Schutzrohr (Stahl, verzinkt) DN100, Sebakappe DN100 und einer Sichtstange ausgeführt.

An der GWM 14/17 war ursprünglich ein Zweifach-Ausbau geplant. Nachdem bei einer Bohrteufe von 30m der Geschiebemergel noch nicht durchbohrt war, musste auf den Ausbau eines tiefen Pegels im Hauptgrundwasserleiter verzichtet werden.

Tabelle 7: Daten der neu errichteten GWM 11/17 bis 14/17

Name	RW ETRS89	HW ETRS89	Messpunkt ROK (mNHN) DHHN92	GOK (mNHN) DHHN92	Überstand (m)	Filter von bis (m) u. GOK	Ausbau-durch-messer
GWM 11/17	3378179,5	5797347,9	44,45	43,81	0,64	0,55-2,55	DN 50
GWM 12/17	3378251,8	5796937,4	44,37	43,8	0,57	1,53-3,53	DN 50
GWM 13/17	3377897,1	5796863,4	38,84	38,04	0,80	0,26-2,26	DN 50
GWM 14/17	3378264,2*	5796397,7*	38,74	37,94	0,8	4,14-6,14	DN 50

10.3 Prüfung vorhandener Messstellen auf Funktionsfähigkeit

Im Gelände wurden ältere Grundwassermessstellen aufgefunden, die mit Hilfe von Auffüllversuchen auf ihre Funktionsfähigkeit geprüft wurden. Außer für die Hy Lwl 7/67 konnten keine Ausbaudaten und Schichtenverzeichnisse recherchiert werden.

Tabelle 8: Ergebnisse der Auffüllversuche an Altmessstellen

Name	Gelotete End-teufe in m u. ROK	Überstand m ü. GOK	Funktionsfähig	Bemerkung
GWM Unbekannt 3	6,65	0,4	Ja	Schlammig
GWM Unbekannt 4	21,0	0,65	Ja	
B4a	2,95	0,99	Ja	
B4b	34,25	1,05	Ja	
Hy Lwl 7/67	9,5	0,55	Nein	Messstelle bei 9,5m verstopft, keine hydraulische Reaktion

10.4 Grundwasserstände und –bewegung

Aus den Grundwasserständen an Grundwassermessstelle, Oberflächenwassermesspunkten und Sondierbohrungen wurde zum Stichtag 13./21.03.2017 ein Grundwassergleichenplan für den oberen, unbedeckten, hängenden Grundwasserleiter (oGWL) und den Hauptgrundwasserleiter (HGWL) konstruiert (Anlage 9).

Daraus wird ersichtlich, dass zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung GW-Stände zwischen maximal 43,24 m NHN im nördlichen Teil und minimal 35,5 m NHN im SE in der Nähe des östlichen Ahrensdorfer Teiches gemessen wurden. Die GW-Strömung ist nach SW bis Süd gerichtet. Eine Entlastung erfolgt über die Gräben und den östlichen Ahrensdorfer Teich.

Die Wasserstände im oGWL liegen im Norden des Planungsgebietes 7 m über dem gespannten Wasserstand des HGWL. Hier ist eine deutliche hydraulische Trennung aufgrund des mächtigen Geschiebemergels ersichtlich. Hier bildet der oGWL deutlich ein eigenständiges System ohne Anbindung an den HGWL.

Im Süden liegen die Wasserstände im oGWL und HGWL um 35,5-36,0m m NHN eng beieinander. Dies weist auf eine enge hydraulische Verbindung zwischen oGWL und HGWL hin (geringere Mächtigkeit oder sandigere Ausbildung des Stauers).

Die im Gebiet vorhandenen Gräben entlasten das Grundwasser und führen es aus dem Plangebiet ab.

10.5 Grundwasserganglinien

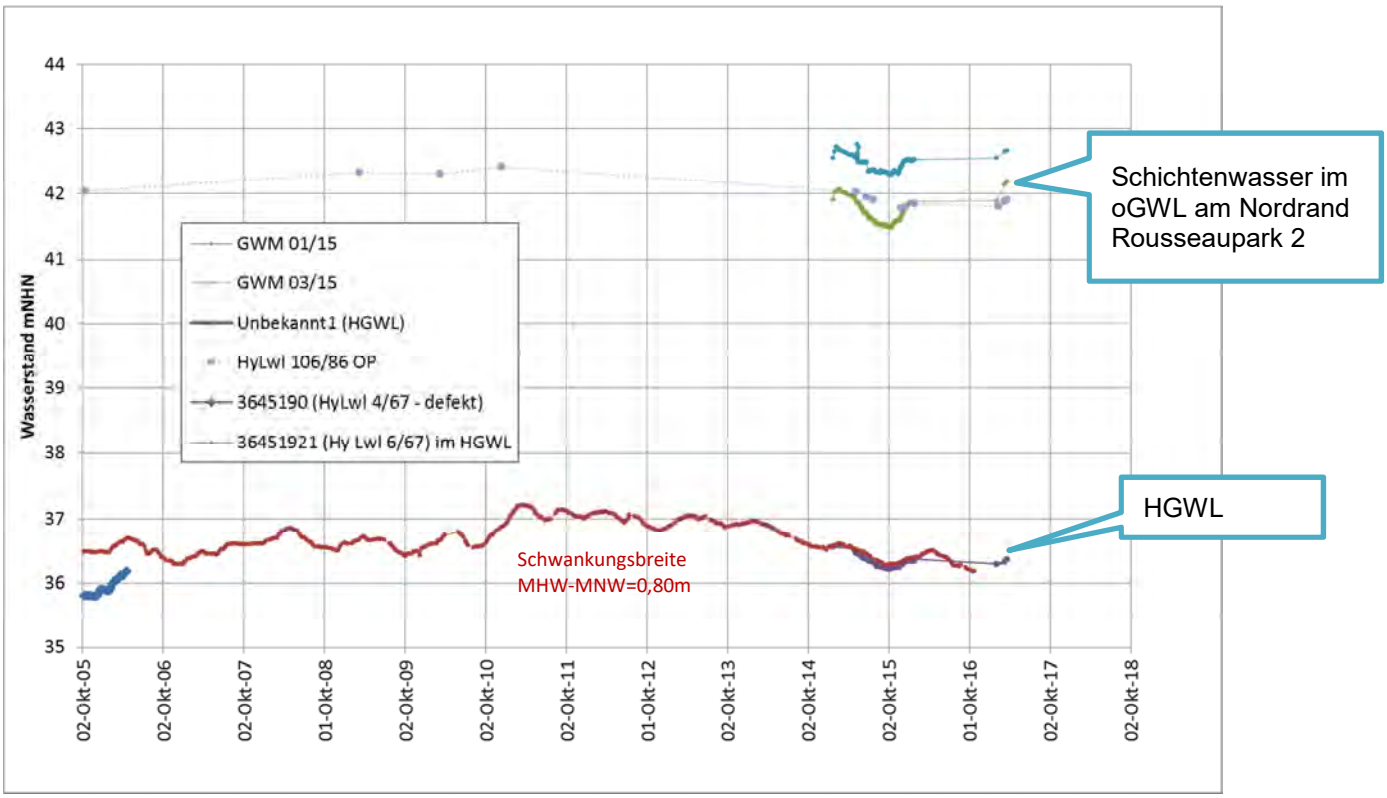


Abbildung 4 Wasserstandsganglinien an ausgewählten Messstellen

Anhand der bislang verfügbaren Grundwasserstandswerte ergeben sich die in Abbildung 4 darstellten Ganglinien. Daraus wird ersichtlich, dass zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung 21.03.2017 wie erwartet, innerjährlich relativ hohe Grundwasserstände registriert wurden. Im langjährigen Vergleich dürften in nassen Jahren noch höhere Grundwasserstände erwartet werden.

10.6 Hinweise zum Mittleren Hochgrundwasserstand (MHGW)

Der Mittlere Hochgrundwasserstand (MHGW) ist nach DWA A138 für die Bemessung von Versickerungsanlagen heranzuziehen.

Die aktuelle Stichtagsmessung vom März 2017 stellt voraussichtlich nicht den MHGW dar.

In sehr nassen Jahren (wie z.B. 2011) können die Wasserstände voraussichtlich noch höher liegen, als zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung März 2017 gemessen.

Nach Aussage des Pächters kann in sehr nassen Jahren im Plangebiet Grundwasser bis zur GOK anstehen:

Im SE zw. SB 06 und SB 11

Im W im Umfeld der SB 03

Bislang liegen für den oGWL im Planungsgebiet „Rousseau-Park 2“ nur die Daten aus der Stichtagsmessung März 2017 vor. Außerhalb des Gebietes liegen weitere Daten vor.

Im Rousseau-Park 1 liegen Messwerte über etwa 1 Jahr (Zeitraum April 2015 bis Jan. 2016) vor. Wie an Abbildung 4 deutlich wird, sind die GW-Amplituden im oberflächennahen, schwebenden Grundwasserleiter

(oGWL) stärker und reagieren deutlicher auf Niederschlag und die Jahreszeiten als im HGWL, der einen größeren Speicher darstellt.

Wie im Gutachten zum Rousseau-Park 1 (Fugro, 8.12.2016) festgestellt, scheint es dennoch eine hohe Korrelation in der Dynamik der Grundwasserspiegelschwankungen zwischen HGWL und oGWL zu geben (Regressionsparameter von fast 92% für die GWM Unbekannt 1 - HGWL und Unbekannt 2 - oGWL).

Man kann also davon ausgehen, dass die Grundwassersstandsamplitude für das Hängendstockwerk aus einer Messreihe des Hauptgrundwasserleiters in erster Näherung abgeleitet werden kann.

Eine entsprechende Messreihe liegt für die GWM HY LWL 6/67, etwa 1 km östlich des Planungsgebietes vor. Wie in der Überlagerung der Messreihen dieser Referenzmessstelle mit der GWM 1/15 im Planungsgebiet zu erkennen ist, konnten seit Januar 2015 ausschließlich Messwerte unterhalb des langjährigen Mittelwassers gemessen werden. Die niedrigsten Messwerte wurden im Oktober 2016 mit 36,2 mNHN gemessen. Im März 2011 wurden mit 37,2 mNHN die höchsten Grundwasserstände seit 1996 (vorliegen der Messreihe der Referenz-GWM) gemessen.

Hauptwerte für Hy Lwl 6/67 (ab 2006)

HHW	37,2 März 2011
MHW	27,12
MW	36,68
MNW	36,35
NNW	36,2 (Okt. 2016)

Der Messwert vom 21.03.2017 liegt mit 36,38m NHN noch unter dem Mittelwert der Reihe 2006-2016 von 36,68 mHNH

Aus der Ganglinie der Hy Lwl 6/76 würde sich folgende Differenz ergeben, um den MHGW zu ermitteln:

MHW der Reihe 2006-2016	37,12 mNHN
Messwert am 21.3.17	36,38 mNHN
Differenz	0,74 m

Im Rousseau-Park 2 muss allerdings noch mit einer Dämpfung durch die Gewässerentlastung und Verdunstung bei flurnahem Grundwasser gerechnet werden.

Für die Messstelle Hy Lwl 106/86 OP im oGWL nördlich des Rousseau-Park 1 liegen aus Einzelmessungen ein Wert vom Dez. 2010, 3 Monate vor dem Zeitpunkt des allgemeinen Grundhochwassers April 2011, vor. Dieser Wert 42,42 mNHN dürfte etwa einem MGWH an dieser Messstelle entsprechen:

Messwert 14.12.2010 (MGWH ?)	42,42 mNHN
Messwert am 21.3.17	41,91 mNHN
Differenz	0,51 m

Derzeit empfehlen wir zur Ermittlung des MGWH aus den Werten der Stichtagsmessung März 2017 einen Zuschlag zu den Messwerten (mNHN) von +0,3 m bis +0,5 m.

Genauere Angaben können nach Vorliegen längerer Messreihen an den Messpunkten gemacht werden.

10.7 Flurabstand

An den Standorten der GWM und Sondierbohrungen wurde für den oGWL der Flurabstand (Abstand zwischen GOK und Wasserspiegel) zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung 13./21.03.2017 ausgewiesen (Anlage 10).

Ergänzend erfolgte eine flächenhafte Darstellung des Flurabstandes. Diese wurde aus der Verschneidung der Geländeoberkante und der Grundwassergleichen zur Stichtagsmessung 21.3.2017 ermittelt.

Insgesamt liegen geringe Flurabstände vor. Außerdem schwanken die Flurabstände kleinräumig deutlich, was auf die oberflächennahen geologischen Verhältnisse zurückzuführen ist (Teufenlage des Geschiebemergels). Im Nordteil liegen sie zwischen 0,76 und 1,5m an GWM 11, SB 01 und SB 02.

An der SB 03 nördlich des Grabens 1 beträgt der Flurabstand nur 0,05m. Im Umfeld dieser Sondierung ist der Ackerboden bis GOK nass.

Im Umfeld des mittleren Grabens betragen die Flurabstände 0,7 bis 0,9m (SB 04, SB 05, SB 10, GWM Unbekannt 3). Am Ostrand des Plangebietes an der GWM 12 ist der Flurabstand 1,58m.

Zwischen Graben 2 und 3 liegen die Flurabstände zwischen 0,5 und 0,9m (SB 06, SB 12, GWM 13).

Südlich des Grabens 3 liegen die Flurabstände bei 1,0 bis 1,4m (SB 07, SB 08, SB 09).

Für den Bemessungsfall, für den nach DWA-W138 das Mittleres Hochgrundwasser (MHGW) angesetzt werden soll, ist ggf. noch ein Korrekturwert zu verwenden (s. Kap. 10.6).

Im Sommer bzw. Herbst kann der Flurabstand um ca. 1,0 m tiefer liegen. Die Gräben dürften dann trockenfallen.

Eine Überlagerung der Bereiche mit schlechten Durchlässigkeiten und ungünstigen Flurabständen findet sich in Anlage 13.

11. Empfehlungen für die weitere Planung

Die natürlichen Gebietsverhältnisse im Plangebiet Rousseau-Park sind wie folgt gekennzeichnet:

- Die oberflächennahen Schichten sind im überwiegenden Teil des Plangebietes als glazifluviatile Fein- bis Mittelsande ausgebildet, die ein mittleres bis gutes Versickerungspotenzial aufweisen.
- Von Nordwest nach Südost zieht sich ein Band mit sehr hoch bzw. oberflächig anstehendem grundwasser-hemmenden Geschiebemergel, der zu einem lokalen Aufstau des Grundwasser/ Schichtenwassers führt und schlechte Versickerungseigenschaften aufweist.
- Der Geschiebemergel unterlagert das gesamte Planungsgebiet in einer Mächtigkeit von mehr als 20 m.
- Die oberflächennahen Sande führen Grundwasser bzw. Schichtenwasser.
- Im März 2017 liegt überwiegend ein geringer Flurabstand zwischen 0,5 und 1,0 m vor. Damit ist die Mächtigkeit des potenziellen Sickerraumes zwischen GOK und mittlerem Hochgrundwasserstand MHGW nur sehr gering.
- Die Flurabstände betragen im Nordosten und im Süden im März 2017 zwischen 1,0 und 1,4m
- Geringste Flurabstände mit fast oberflächig anstehendem Grund- bzw. Schichtenwasser zum Zeitpunkt März 2017 im westlichen Teil nördlich des Grabens 1 und zwischen Graben 1 und 2.
- Die Gebietsentwässerung erfolgt derzeit durch miteinander verbundene Gräben. Die Ableitungsstrecke verläuft über den Graben 23.04.1 südlich Ahrensdorf zum Elsbruchgraben

Die natürlichen Gebietsbedingungen im Planungsgebiet sind insgesamt aufgrund der lokal unterschiedlichen Faktoren Durchlässigkeit, Flurabstand bzw. Mächtigkeit des potenziellen Sickerraumes für eine Versickerung von Regenwasser, überwiegend mittel bis ungünstig, nur stellenweise als günstig einzustufen. (s. Anlage 13).

Die Gräben erfüllen eine wichtige Funktion zur Gebietsentwässerung bei hoch stehendem Grundwasser im Winter und Frühjahr. Sie sollten nicht verfüllt werden, sondern in das architektonische Konzept eingebunden werden. Ansonsten ist mit erheblicher Vernässung zu rechnen.

Für die weitere Planung der Regenwasserentsorgung wird Folgendes empfohlen:

- Aufgrund der relativ ungünstigen natürlichen Gebietsbedingungen sollten im Weiteren eine Kombination von Maßnahmen berücksichtig werden:
- Verzicht auf Keller, ggf. weiße Wanne
- dezentrale Versickerung soweit wie möglich
- Sammeln und Ableiten des anfallenden Regenwassers in sehr flachen Anlagen <0,5m Tiefe.
- Versickerung in flache Anlagen (Mulden, flache Becken)
- Schaffung von Retentionsräumen (Rückhalt, Absetzen von Schwebstoffen), ggf. mit Überläufen
- Nutzung der vorhandenen Gräben als Retentionsraum
- Nutzung der vorhandenen Gräben zum gedrosselten Ablauf
- Ableitung aus dem Gebiet mit fast oberflächig anstehendem Grundwasser nördlich und südlich Graben 1
- Berücksichtigung des nach SW gerichteten natürlichen Gefälles
- Ggf. Nutzung von Flächen außerhalb des B-Plan-Gebietes im Süden
- Ggf. gedrosselter Überlauf in den östlichen Ahrensdorfer Teich
- Anlage von Grünflächen neben den Straßen zur Versickerung und Retention
- Freihaltung von Flächen für die ortsnahe Versickerung
- Nutzung der öffentlichen und privaten Grünflächen mit kleineren Retentions- und Versickerungsanlagen

Für die Ableitung über die Gräben sind in Abstimmung mit dem Wasser- und Bodenverband und der unteren Wasserbehörde zulässige Einleitmengen zu ermitteln.

Die DWA-M 153 (Kapitel 6.3) bietet eine Handlungsempfehlung für die Einleitung von RW in Vorfluter. Demnach darf der Drosselabfluss der Einleitung nicht die natürliche Abflussspende überschreiten.

Q(drossel) = 15 l/(s*ha) * Angeschlossene Fläche (Annahme eines Flachlandbaches)

Dabei darf ein Maximalabfluss jedoch nicht überschritten werden:

Q(max) = (2 bis 3) * MQ [m³/s] * 1000 l/s (Annahme lehmig-sandige Sohle)

Das MQ wird im Rahmen des laufenden Projektes ansatzweise über das 1jährige Monitoring ermittelt.

Wir gehen davon aus, dass der zulässige Drosselabfluss an der westlichen Plangebietsgrenze niedrig ausfallen wird, sodass größere Rückhalteräume (z.B. als Versickerungsbecken/ -mulden ausgeführt) nötig werden.

Eine zumindest anteilige Einleitung oder ein Überlauf in die Ahrensdorfer Teiche, insbesondere den östlichen, südlich des B-Plangebietes 42 gelegenen, soll geprüft werden.

Eine Versickerung des auf den Privatgrundstücken anfallenden Regenwassers auf dem eigenen Grundstück wird nicht in jedem Fall möglich sein. Die anfallenden Wassermengen auf den Privatflächen können mit Hilfe von Dachbegrünungen, Regenwassernutzungsanlagen und Schaffung durchlässiger Hofflächen reduziert werden.

Fugro Consult GmbH

Sitz der Gesellschaft:
Wolfener Str. 36
12681 Berlin

Geschäftsführer:
Dr. Dirk Brinschwitz (Vorsitz)
Dr. Uta Alisch
Dr. Martin Bernhard
Wolfgang Weinhold

Tel.: 030 93651-0
Fax: 030 93651-250
FCG-Info@fugro.com
www.fugro.de

Ergänzende Untersuchungen für den Rousseau-Park 2 Ludwigsfelde

- *Zwischenbericht August 2017* -

Auftraggeber:	Callidus GmbH Mittelstr. 7 12529 Berlin-Schönefeld
Auftragnehmer:	Fugro Consult GmbH Abteilung Wasser Wolfener Straße 36, Aufgang U 12681 Berlin
Bearbeiter:	C. Langer M. Franzke
Auftrags-Nr.:	310-17-002
Bestätigt:	..... Dr. F. Bednorz Bereichsleiter Wasser
Datum:	Berlin, 17.08.2017

Inhaltsverzeichnis

1. Veranlassung/ Aufgabenstellung 3

2. Durchgeführte Arbeiten 3

3. Grundwasserstände 3

3.1 Abschätzung Mittleren Hochgrundwasserstand (MHGW) 3

3.2 Geohydraulische Kennwerte der Versickerungszone 4

4. Auskunft über Wasserrechte 4

Anlagen

Anlage 10a	Flurabstandskarte zum Stichtag 13./21.03.2017
Anlage 11a	Karte der Versickerungseigenschaften an Aufschlusspunkten
Anlage 12a	Verbreitung von sehr schlecht durchlässigen Bereichen zwischen 0 und 2 m u. GOK
Anlage 13a	Bereiche mit schlechten und ungünstigen Versickerungseigenschaften

Anhänge

Anhang 1	Bohrprofile der Sondierbohrungen SB RP2 21/17 bis 26/17
Anhang 2	Korngrößenanalysen aus Sieb-/Schlämmanalysen
Anhang 3	Vermessungsprotokoll Fa. GISEO (13.07.2017)

1. Veranlassung/ Aufgabenstellung

Als Ergänzung zum Zwischenbericht vom April 2017 erfolgten auf der Grundlage des 1. Nachtragsangebotes AN310/16/401 vom 23.06.2017 im Juli 2017 zusätzliche Sondierungen in Randbereichen des Geländes des Rousseau-Park-2 in Ludwigsfelde.

Der vorliegende Zwischenbericht dokumentiert die durchgeführten Arbeiten und enthält die Auswertung der Untersuchungen hinsichtlich Wasserständen, Grundwasserflurabständen, Durchlässigkeit und Mächtigkeit der Versickerungszone an den neu untersuchten Standorten. Die entsprechenden Kartendarstellungen aus dem Zwischenbericht (April) wurden mit den neuen Untersuchungsergebnissen aktualisiert.

Zusätzlich eine Recherche bei der unteren Wasserbehörde zu Wasserrechten an den Gräben im Betrachtungsgebiet durchgeführt.

2. Durchgeführte Arbeiten

Es erfolgten die unten aufgeführten Arbeiten im Juni/Juli 2017.

Technische Arbeiten

- Niederbringen von 6 Rammkernbohrungen (Fugro)
- Einmessung der Sondierungspunkte nach Lagekoordinaten und Höhe (Ingenieurbüro Dr. Uwe Kraatz)
- Ermittlung von Korngrößenverteilungen in Bodenproben aus Sondierungen mittels Sieb- und Schlämmanalysen (Fugro)

Recherche und Auswertung

- Auswertung der gewonnenen Ergebnisse und Zusammenfassung im vorliegenden Bericht
- Abfrage von vorliegenden Wasserrechten bei der Oberen Wasserbehörde, Brandenburg

3. Grundwasserstände

3.1 Abschätzung des Mittleren Hochgrundwasserstandes (MHGW)

Im 1. Zwischenbericht (April 2017) wurden Grund- und Oberflächenwasserstände statistisch ausgewertet und der mittlere Hochgrundwasserstand (MHGW) auf Grundlage der März-Messungen hergeleitet. Frühere Auswertungen ergaben, dass die MHGW-Werte ca. 0,4 m oberhalb der März-Wasserstände zu vermuten sind.

Es folgten weitere monatliche Stichtagsmessungen jeweils am Ende der Monate April, Mai und Juni.

Für die Herleitung der MHGW-Werte für die neuen Standorte der Sondierungen, an denen im Juni erstmalig Grundwassermessungen erfolgten, werden die Messwerte der Grundwassermessstellen von März mit denen von Juni verglichen.

Tabelle 3-1: Grundwassermessungen März/Juni 2017

	21.03.17	**30.06.17**	**Differenz (Juni – März)**
	m NHN	**m NHN**	**m**
GWM 11/17	43,05	42,44	0,61
GWM 12/17	42,22	41,92	0,30
GWM 13/17	37,54	36,34	1,20
GWM 14/17	36,14	35,72	0,42

Die Sondierungen 21/17 bis 23/17 befinden sich in der Nähe der GWM 12/17, an welcher die Grundwasserspiegeldifferenz zwischen Juni und März ca. 0,3 m betrug. Die Werte der GWM 14/17 werden für die Sondie-

rungen 24/17 und 25/17 als repräsentativ eingeschätzt (Differenz zu März: 0,4 m). Ausgehend von der hohen Differenz an der GWM 13/17 wird auch für die Sondierung 26/17 ein besonders stark ausgeprägtes Schwankungsverhalten vermutet.

Diese Differenzen werden auf die Wasserspiegelmessungen in den Sondierungen aufgeschlagen, um den März-Wasserstand abzuschätzen. In vorangegangen Auswertungen wurde abgeschätzt, dass der MHGW ca. 0,4 über den März-Wasserständen zu erwarten ist. Es ergeben sich für die Sondierungspunkte die in Tabelle 3-2 dargestellten Werte für ein MHGW. Aus den eingemessenen Geländehöhen lassen sich die Flurabstände an den Punkten berechnen.

An der 4,25 m tiefen Sondierung SB RP 24/17 wurde der Grundwasserspiegel nicht angeschnitten. Für diesen Punkt sind keine genauen Angaben zu MHGW und Flurabständen möglich.

Tabelle 3-2: Grundwasserstände Juni 2017 und Ableitung MHGW

	GOK	29./30.06.	Flurabstand Juni 17	Diff. zu Mrz17 (virtuell)	MHGW (0,4 m ü. Mrz17)	Flurabstand bei MHGW
	m NHN	m NHN	m	m	m NHN	m
SB RP 21/17	44,20	42,25	1,95	0,3	42,95	1,25
SB RP 22/17	45,33	42,13	3,20	0,3	42,83	2,5
SB RP 23/17	44,64	41,69	2,95	0,3	42,39	2,25
SB RP 24/17	42,81	*< 38,56*	*> 4*	*0,4*	*< 39,36*	*> 3,0*
SB RP 25/17	37,11	35,36	1,75	0,4	36,16	0,95
SB RP 26/17	37,83	35,16	2,67	1,2	36,76	1,07

Die gemessenen bzw. abgeschätzten Flurabstände sind in der aktualisierten Anlage 10a für den Zustand März dargestellt. Es vervollständigt sich das Bild, dass in den Waldbereichen der Ahrensdorfer Heide vergleichsweise hohe Flurabstände vorliegen.

3.2 Geohydraulische Kennwerte der Versickerungszone

Aus den Sondierungen wurden Bodenproben aus der oberflächennahen Versickerungszone genommen und im Labor mittels Siebungen die Kornverteilungskurven und Durchlässigkeitsbeiwerte bestimmt.

In der aktualisierten Karte 11a wurden die jeweiligen Sondierungspunkte mit der Mächtigkeit der Versickerungszone, den dominierenden Korngrößen sowie k_f-Werten der Versickerungszone beschriftet.

Die neuen Untersuchungen belegen, dass in den Waldbereichen die Versickerungseigenschaften günstiger ausgeprägt sind als im geplanten Baubereich (derzeit Ackerfläche). Die Sandauflage über dem Geschiebemergel ist generell mächtiger und die ermittelten k_f-Werte deuten mit ca. 1 bis 4 10^{-4} m/s auf bessere Durchlässigkeiten hin.

Die Sondierungsergebnisse wurden auch in die Kartendarstellungen der Anlagen 12a und 13a übernommen. Die in der vorherigen Bearbeitung ausgewiesenen Bereiche schlechter Durchlässigkeiten (Anlage 12a) bzw. Bereiche ungünstiger Versickerungseigenschaften (Anlage 13a) bleiben unverändert, da in den Waldbereichen eher günstige Versickerungseigenschaften belegt wurden.

4. Auskunft über Wasserrechte

Am 17.7.2017 hatte Fugro eine Anfrage zu Wasserrechten zur Einleitung in oder Entnahme aus dem Grabensystem und die Teiche südlich von Ahrensdorf.

Nach Mitteilung der unteren Wasserbörde des LK Teltow-Fläming vom 20.07.2017 existiert aktuell nur ein gültiges Wasserrecht zur Einleitung von Klarwasser in den Ahrensdorfer Dorfgraben. Der Nutzer ist der Wasser- und Abwasserzweckverband Region Ludwigsfelde. Der Einleitpunkt befindet sich unmittelbar westlich der KA Ahrensdorf.

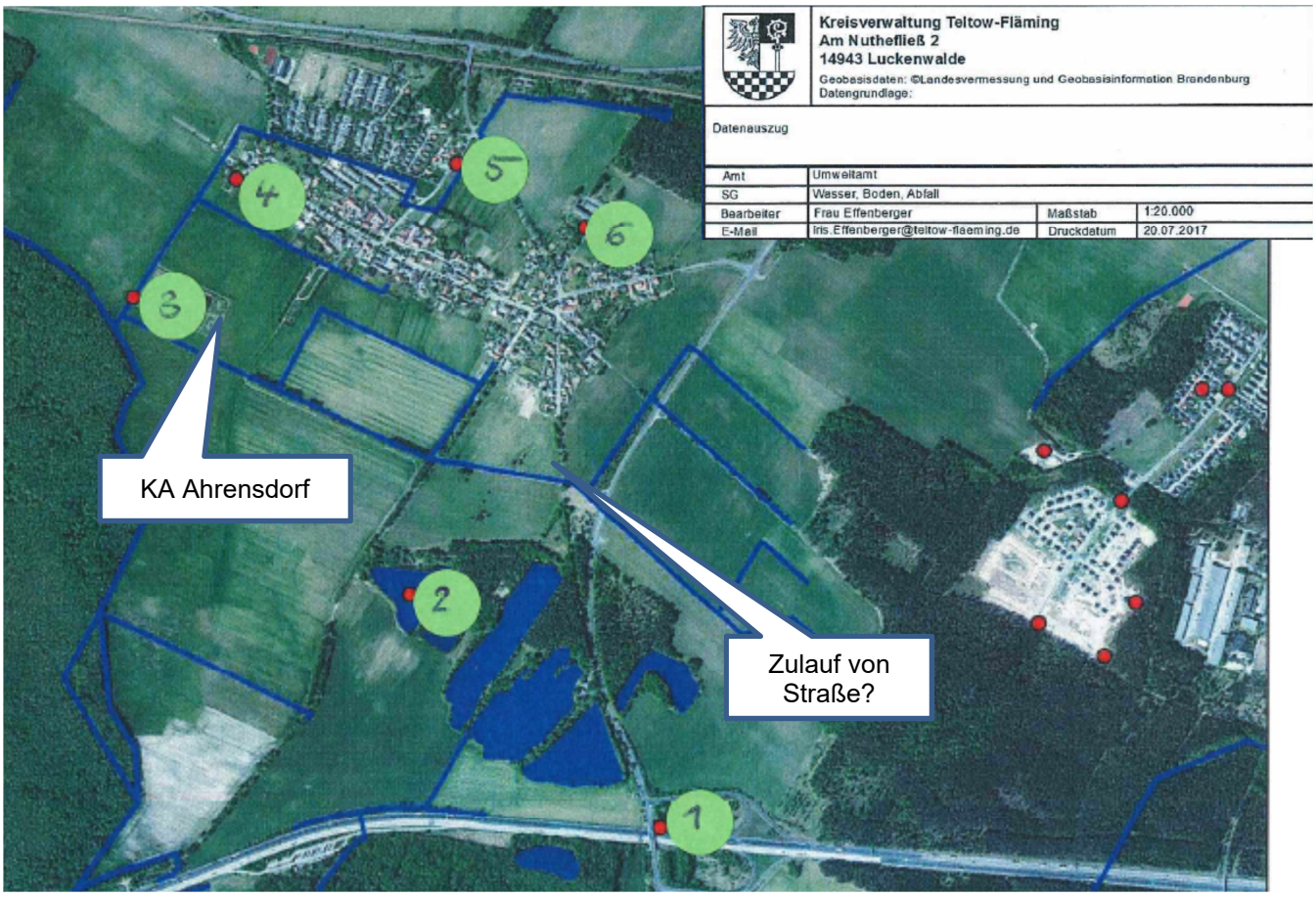


Abbildung 4-1: Übersicht zur Recherche Wasserrechte Oberflächenwasser

Der Umfang der genehmigten Gewässerbenutzung beläuft sich auf:

$Q_{dmittel}$ = 76 m³/d

Q_{dmax} = 190 m³/d

Q_a = 27.800 m³

Die wasserrechtliche Erlaubnis ist bis 31.12.2018 befristet und es erfolgt voraussichtlich keine Verlängerung, da nach diesem Datum keine weitere Einleitung von gereinigtem Abwasser stattfinden wird.

Die anderen in der Karte im Anhang 4 enthaltenen Standorte (Nr. 1, 2, 4, 5, 6) liegt kein Wasserrecht mehr vor.

Für eine vermutete Einleitung von Regenwasser von der Straße L795 in den Graben 3 westlich der Straße zwischen liegt bei der UWB kein Wasserrecht vor.

Weitere aktive Wasserrechte existieren im Umfeld des Rousseau-Parks 2 nicht.

Fugro Germany Land GmbH

Sitz der Gesellschaft:
Wolfener Str. 36
12681 Berlin

Geschäftsführer:
Dr. Martin Bernhard (Vorsitz)
Dr. Dirk Brinschwitz

Tel.: 030 93651-0
Fax: 030 93651-250
FCG-Info@fugro.com
www.fugro.de

Hydrogeologische Grundlagen für ein Regenwasserkonzept für den Rousseau-Park 2 Ludwigsfelde

- *3. Zwischenbericht Oktober 2017* -

Auftraggeber: Callidus GmbH
Mittelstr. 7
12529 Berlin-Schönefeld

Auftragnehmer: Fugro Consult GmbH
Abteilung Wasser
Wolfener Straße 36, Aufgang U
12681 Berlin

Bearbeiter: C. Langer
M. Franzke
M. Pröst

Auftrags-Nr.: 310-17-002

Bestätigt: .....
Dr. F. Bednorz
Bereichsleiter Wasser

Datum: Berlin, 5.10.2017

Inhaltsverzeichnis

1. Veranlassung/ Aufgabenstellung 3

2. Durchgeführte Arbeiten 3

3. Grund- und Oberflächenwasserstände 4

3.1 Ganglinien der Grund- und Oberflächenwasserstände 4

3.2 Grundwassergleichenplan 26.7.-1.8.2017 11

4. Flurabstand 11

5. Abflussmessungen 12

Anlagen

Anlage 1	Lage der Messpunkte
Anlage 2	GW-Gleichenplan - Hochwasserstand 26.7.-1.8.2017
Anlage 3	Flurabstand für 2 Stichtage: 13./21.3.2017 (Frühjahr-HW) 26.7.-1.8.2017 (nach Starkregen)

1. Veranlassung/ Aufgabenstellung

Im Rahmen der hydrogeologische Grundlagenermittlung Rousseau-Park 2 in Ludwigsfelde werden seit März 2017 Wasserstände in Grund- und Oberflächenwasser sowie Abflüsse gemessen.

Bislang liegen folgende Zwischenberichte vor:

Der vorliegende 3. Zwischenbericht bietet eine Zwischenauswertung nach ca. halbjährigem Messbetrieb der Wasserstände und Abflüsse. Mit dem Starkregenereignis Ende Juni 2017 und den darauffolgenden Niederschlägen lagen im Juli 2017 hohe Grundwasserstände vor:

1. Zwischenbericht April 2017; Fugro Consult GmbH, Version 2, überarbeitet, 19.5.2017
2. Zwischenbericht August 2017, Fugro Consult GmbH, 17.8.2017

Der Abschlussbericht wird nach ca. 1 jährigem Monitoring im März 2018 erstellt.

2. Durchgeführte Arbeiten

Folgende Messpunkte werden für den Rousseaupark 2 seit März 2017 regelmäßig gemessen:

Tabelle 1: Übersicht zum Messnetz Rousseau-Park 2

Art	Messpunkt	Messrhythmus	Zuordnung
Grundwasser	GWM 01/15	Datenlogger	oGWL
	GWM 03/15	Monatliche Handmessung	oGWL
	GWM 11/17	Datenlogger	oGWL
	GWM 12/17	Datenlogger	oGWL
	GWM 13/17	Datenlogger	oGWL
	GWM 14/17	Datenlogger	oGWL
	Unbekannt 1	Monatliche Handmessung	GWL 2
	Unbekannt 2	Monatliche Handmessung	oGWL
	Unbekannt 3	Datenlogger	oGWL
	Unbekannt 4	Datenlogger	GWL 1
	GWM B4a/ B4b	Monatliche Handmessung	oGWL/ GWL 1
	Hy Lwl 6/67 (3745 1921)	Monatliche Handmessung/ Landesmessstelle 1x wöch. Messung	GWL 1
	Flbr. 1 Ahrensdorf	Monatliche Handmessung	GWL 2
Oberflächenwasser	OW 0 OW/ UW	Monatliche Handmessung	Ahrensdorfer Dorfgraben; Wehr/ Schütz nach Einlauf KA
	OW 1 OW/ UW	OW mit Datenlogger	Graben 3; Wehr/ Schütz zw. Trebbiner Landstraße und L798
	OW 2	Monatliche Handmessung	Graben 1
	OW 3	Monatliche Handmessung	Graben 1
	OW 4	Monatliche Handmessung	Graben 2 West
	OW 5	Monatliche Handmessung	Graben 2 Ost
	OW 45.1 (OW) /45.2 (UW)	Monatliche Handmessung	Graben 2 Mitte
	OW 6	Monatliche Handmessung	Graben 6 West
	OW 7.1 (UW) / 7.2 (OW)	Monatliche Handmessung	Graben 3, Damm
	OW 8	Monatliche Handmessung	Graben 4, vor Mündung in Gr. 3
	OW 9.1 (UW) / 9.2 (OW)	Monatliche Handmessung	Graben 3 Ost
	OW 10	Monatliche Handmessung	Graben 10

Art	Messpunkt	Messrhythmus	Zuordnung
	OW 11	Monatliche Handmessung	Graben 5
	OW 12	Monatliche Handmessung	Östl. Ahrensdorfer Teich
	OW 13 OW / UW	Monatliche Handmessung	Graben 3; Wehr/ Schütz Ahrensdorf-Gröbener Straße
	OW 14 OW / UW	Monatliche Handmessung	Graben 3; Wehr / Schütz am Feldweg südlich KA Ahrensdorf

Folgende Messkampagnen wurden bisher durchgeführt:

Tabelle 2: Übersicht zu bisherigen Messkampagnen im Rousseau-Park 2

Datum	Grund- und Oberflächenwasserstände	Abflussmessung	Bemerkung
21.3.2017	X	X	Dokumentiert im 1. Zwischenbericht
24.4.2017	X		
29.5.2017	X	Nicht möglich	Kein Fließen erkennbar an den 4 Abflussmesspunkten
28.6.-3.7.2017	X		
1.8.2017	X	Nicht möglich	Kein Fließen erkennbar an den 4 Abflussmesspunkten
5.9.2017	X	Nicht möglich	Kein Fließen erkennbar an den 4 Abflussmesspunkten

Zusätzlich wurden folgende Daten für die Auswertung herangezogen:

- Sporadische Einzelmessungen
- Langjährige GW-Standsdaten für 2 Landesmessstellen
- Grundwassermonitoring im Rousseau-Park 1 von Mai 2015 bis Jan. 2016 (Fugro, 23.2.2016)

3. Grund- und Oberflächenwasserstände

3.1 Ganglinien der Grund- und Oberflächenwasserstände

In den nachfolgenden Abbildungen sind ausgewählte Ganglinien der Grund- und Oberflächenwasserstände in Kombination mit den täglichen Niederschlagsmengen der Station Potsdam dargestellt. Die Zeitreihen beginnen am 1.1.2015, da zu diesem Zeitpunkt die ersten Messungen aus der damaligen Messkampagne „Seesiedlung“ vorlagen.

Die Grundwassermessstellen im Bereich des Rousseau-Park 2 zeigten mit der 1. Messkampagne im März 2017 erwartungsgemäß jahreszeitlich bedingte hohe Grundwasserstände, die zum Juni hin abnahmen. Im 1. Zwischenbericht (April 2017) war davon auszugehen, dass diese Wasserstände kein absolutes und auch kein mittleres Hochwasser darstellen, da die vergangenen 2 Jahre relativ trockene Jahre waren.

Im Verlauf des Juli 2017 stiegen die Grundwasserstände aufgrund der Extremniederschläge stark an und überschritten die Wasserstände vom März 2017 um 0,1 bis 0,4m, an der GWM „Unbekannt 3“ sogar um 0,6m.

Die Messstellen zeigten im Verlauf des August meist wieder abnehmende Wasserstände. Nur an den Messstellen Hy Lwl 6/67 (Landesmessstelle 3745 1921) steigt der Grundwasserspeigel weiter an.

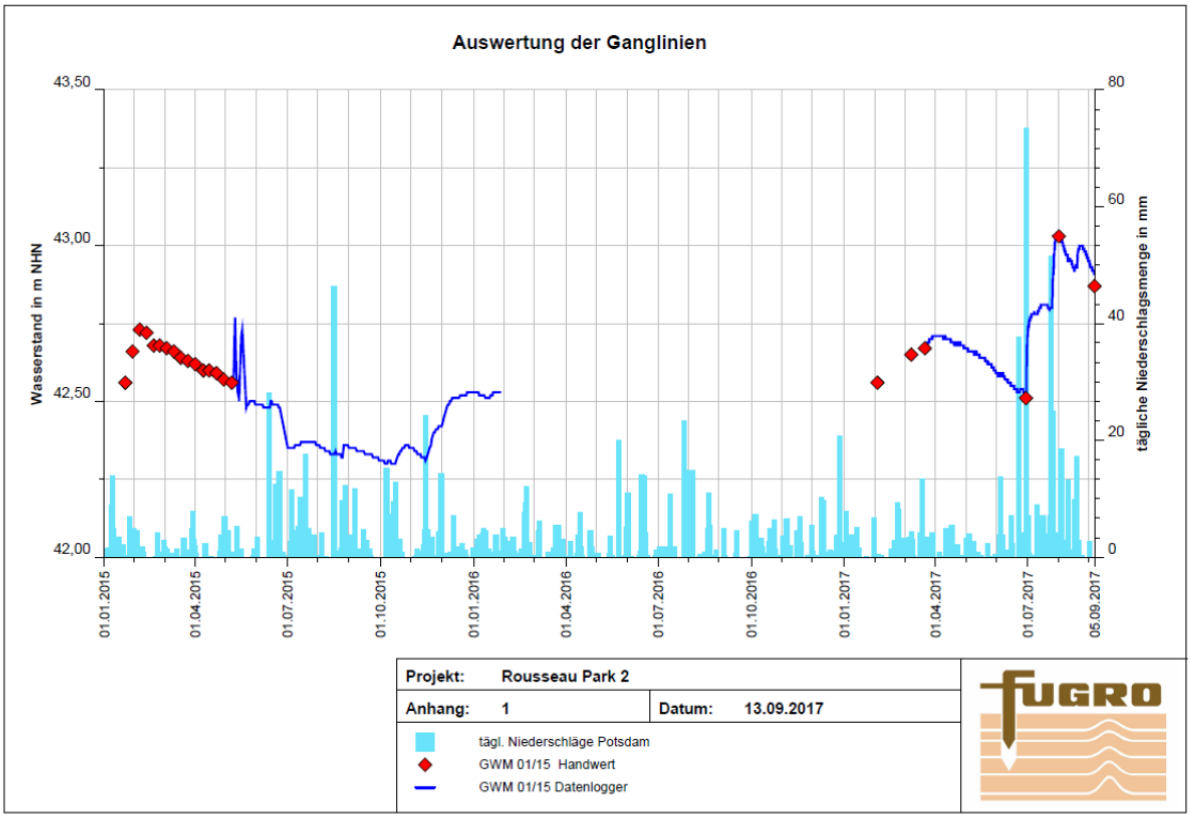
Die stärksten Amplituden zeigen die Ganglinien der Messstellen GWM 13/17 und „Unbekannt 3“ mit 1,3 bis 1,4m innerhalb von 1 Monat (Juli). Diese Messstellen befinden sich innerhalb von schlecht durchlässigen Bodenschichten.

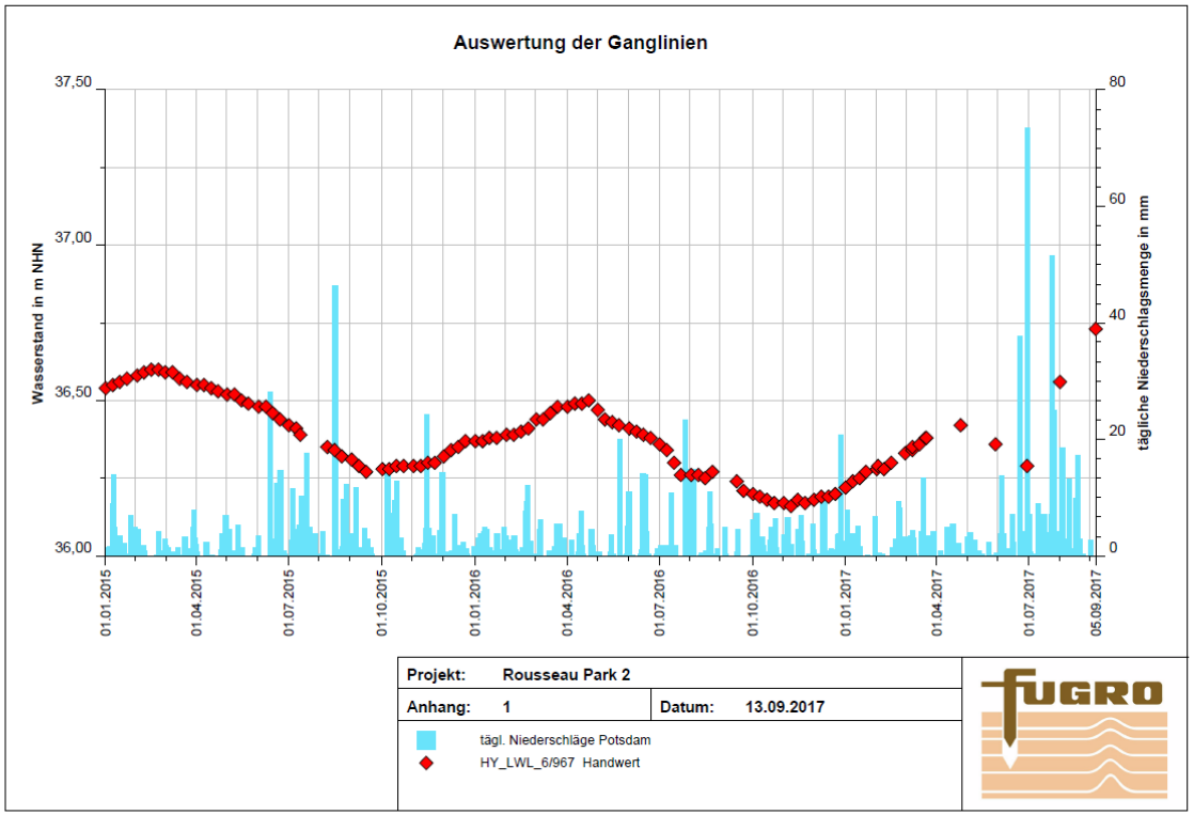
An den anderen Messstellen (GWM 01/15, GWM 11/17, 12/ 17 und 14/17) beträgt die maximale Amplitude 0,5-0,6m innerhalb des Monats Juli 2017.

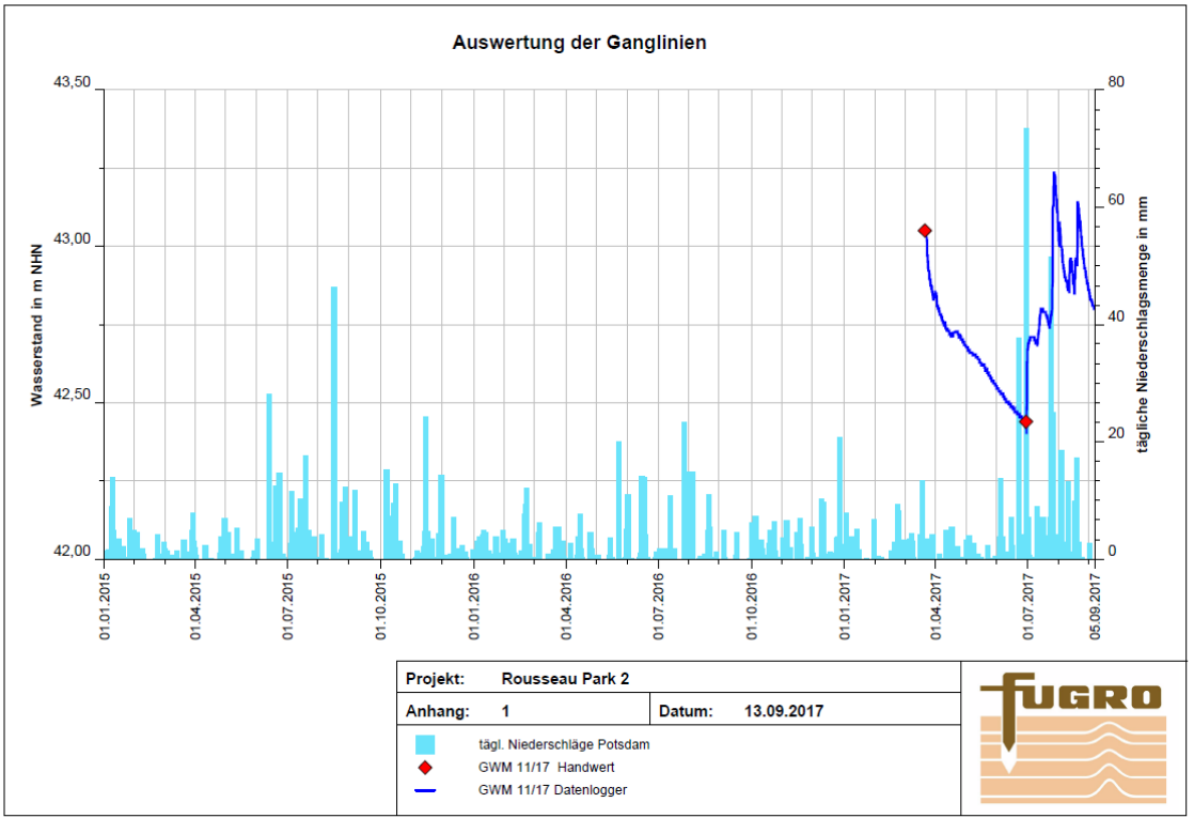
Die Wasserstandsganglinie im Graben 3 am Messpunkt OW 1 (Oberwasser) - untere Abbildung auf S. 9 - zeigt in Reaktion auf die heftigen Regenereignisse im Juli und August kurzfristige Wasserstandsspitzen (Anstieg 0,5-0,6m) als natürliche Gebietsentwässerung.

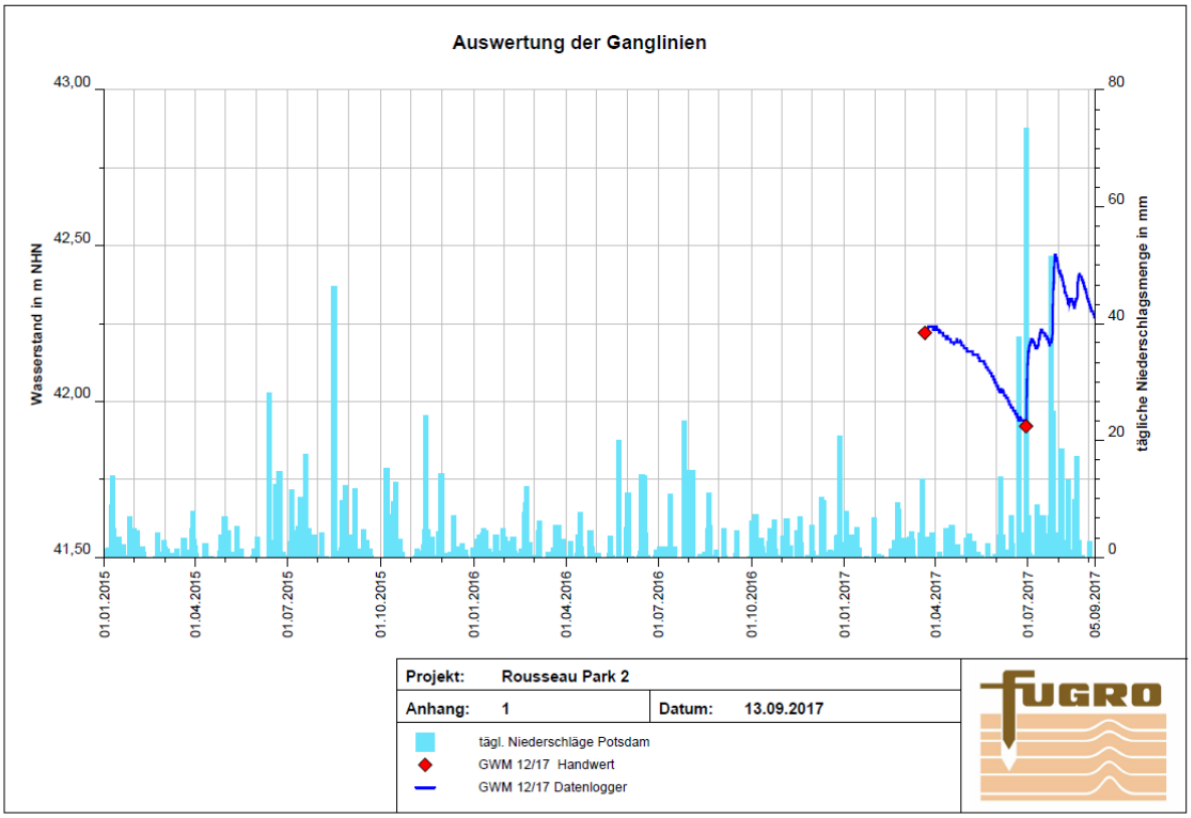
Der Vergleich zwischen Messstellen im Schichtenwasser (oGWL), dem regional ausgebildeten, unbedeckten 1. GWL und dem bedeckten HGWL zeigt folgendes Verhalten:

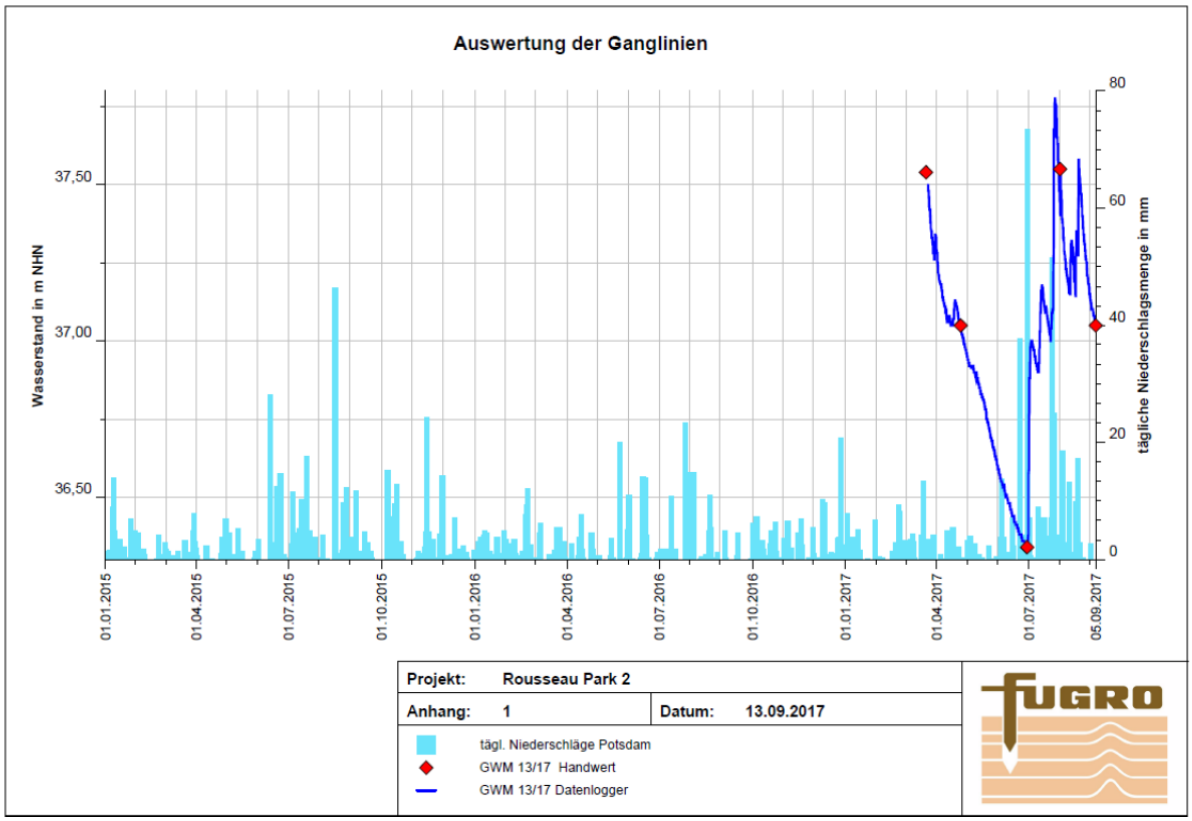
- im Norden des Rousseau-Park 2: Wasserstand im oGWL beträgt ca. 43,0 mNHN (GWM 01/15, GWM 11/17); Wasserstand im HGWL (GWM „Unbekannt 1“, Flbr. Ahrensdorf) ca. 36,0 mNHN. Die Druckdifferenz beträgt hier 7 m.
- im südlichen Teil des Rousseau-Park 2 beträgt der Wasserstand im 1. GWL ca. 37,0 mNHN mit stark ausgeprägter Amplitude (GWM „Unbekannt 3“ und GWM 13/17). Er liegt damit knapp oberhalb des Niveaus des HGWL
- Südlich bzw. südöstlich des Rousseau-Park 2 liegen die Grundwasserstände im 1. GWL mit ca. 35,5 mNHN (GWM „Unbekannt 4“) und ca. 36,0 mNHN (GWM 14/17) auf dem Niveau des HGWL.

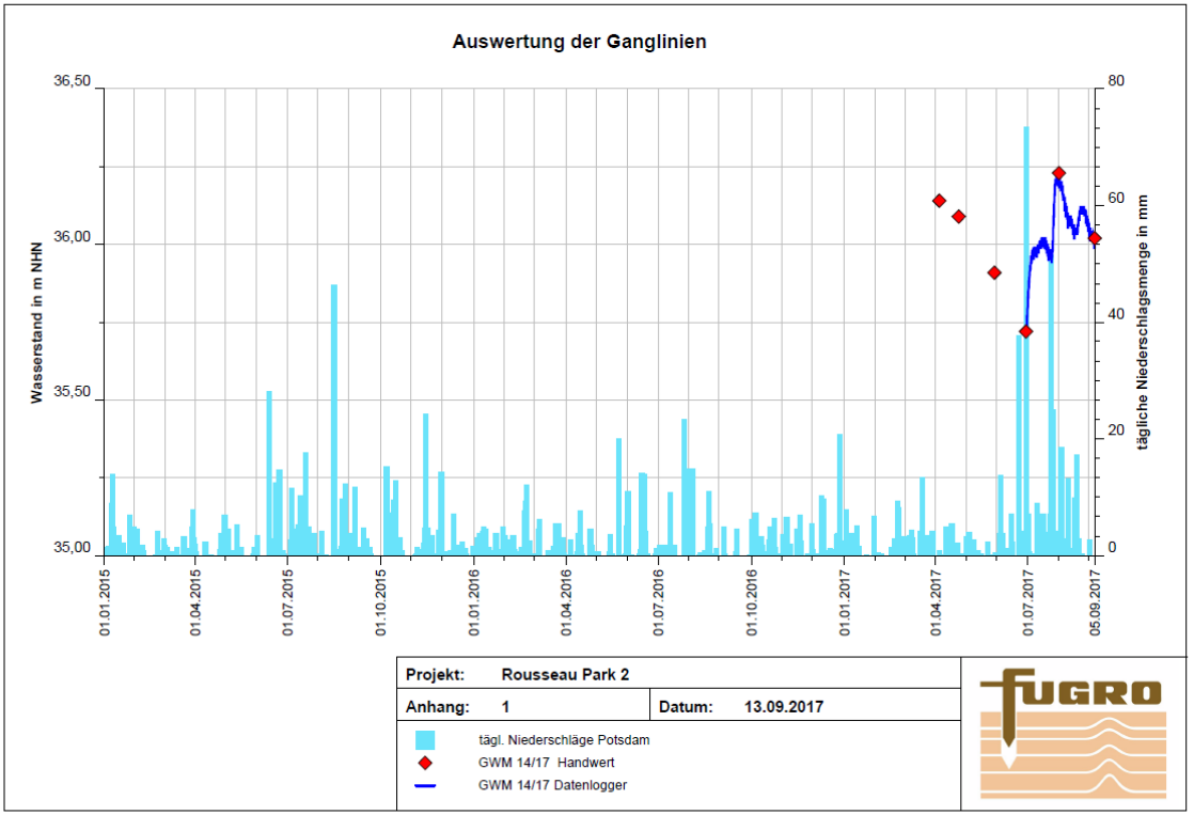


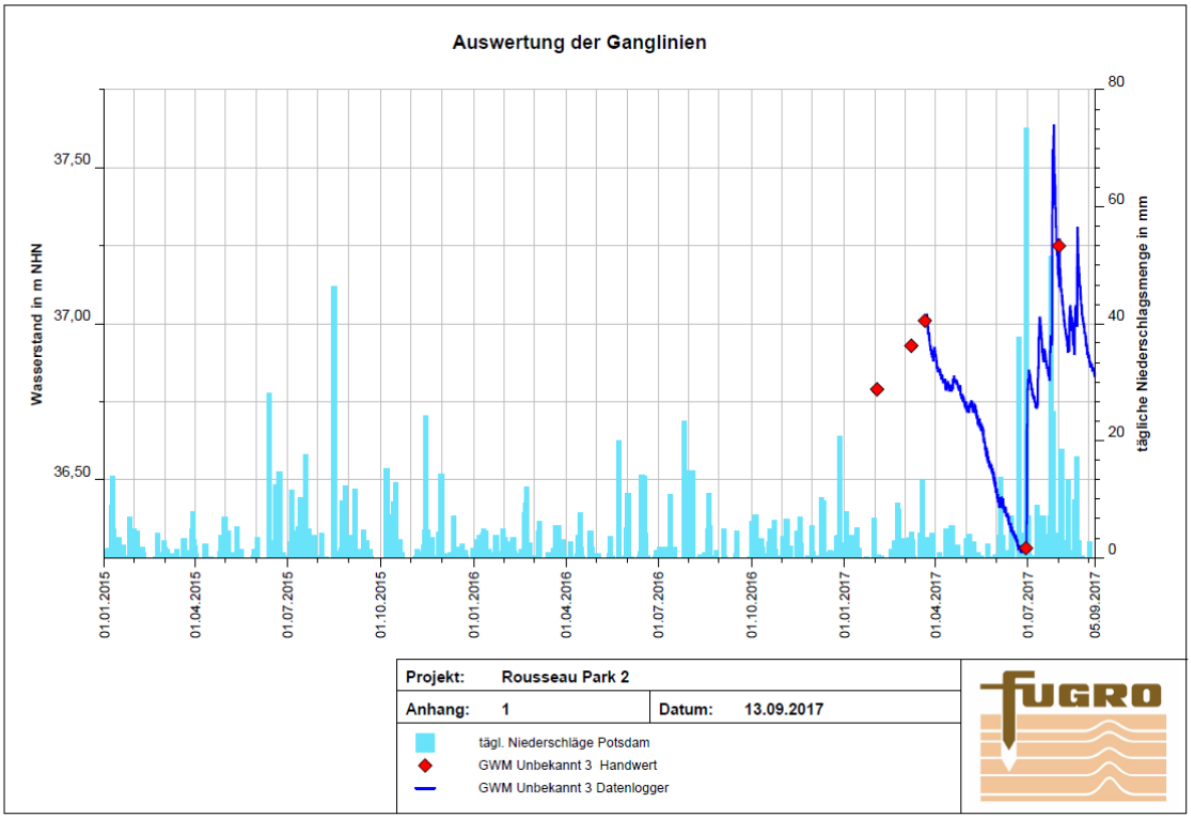

Auswertung der Ganglinien
Wasserstand in m NHN
37,50
37,00
36,50
36,00
tägliche Niederschlagsmenge in mm
80
60
40
20
0
01.01.2015
01.04.2015
01.07.2015
01.10.2015
01.01.2016
01.04.2016
01.07.2016
01.10.2016
01.01.2017
01.04.2017
01.07.2017
05.09.2017
Projekt: Rousseau Park 2
Anhang: 1
Datum: 13.09.2017
tägl. Niederschläge Potsdam
HY_LWL_6/967 Handwert

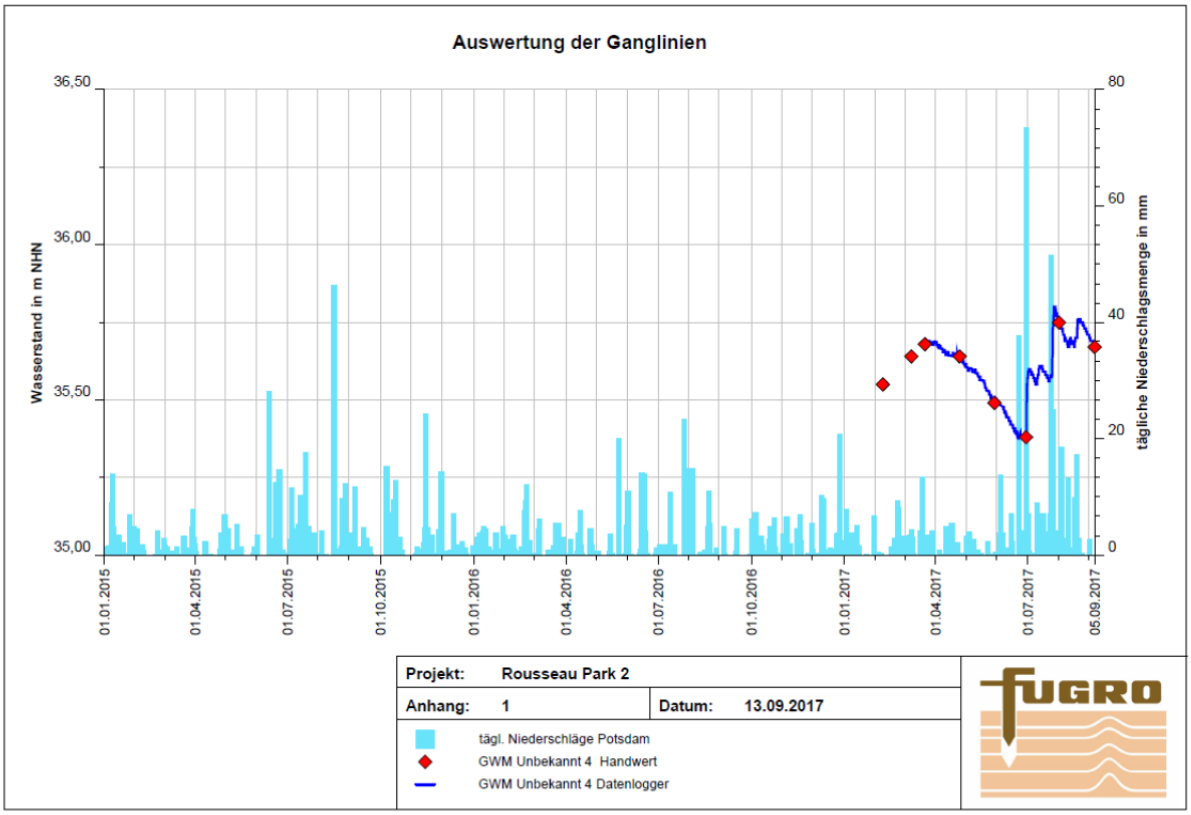

Auswertung der Ganglinien
Wasserstand in m NHN
43,50
43,00
42,50
42,00
tägliche Niederschlagsmenge in mm
80
60
40
20
0
01.01.2015
01.04.2015
01.07.2015
01.10.2015
01.01.2016
01.04.2016
01.07.2016
01.10.2016
01.01.2017
01.04.2017
01.07.2017
05.09.2017
Projekt: Rousseau Park 2
Anhang: 1
Datum: 13.09.2017
tägl. Niederschläge Potsdam
GWM 11/17 Handwert
GWM 11/17 Datenlogger

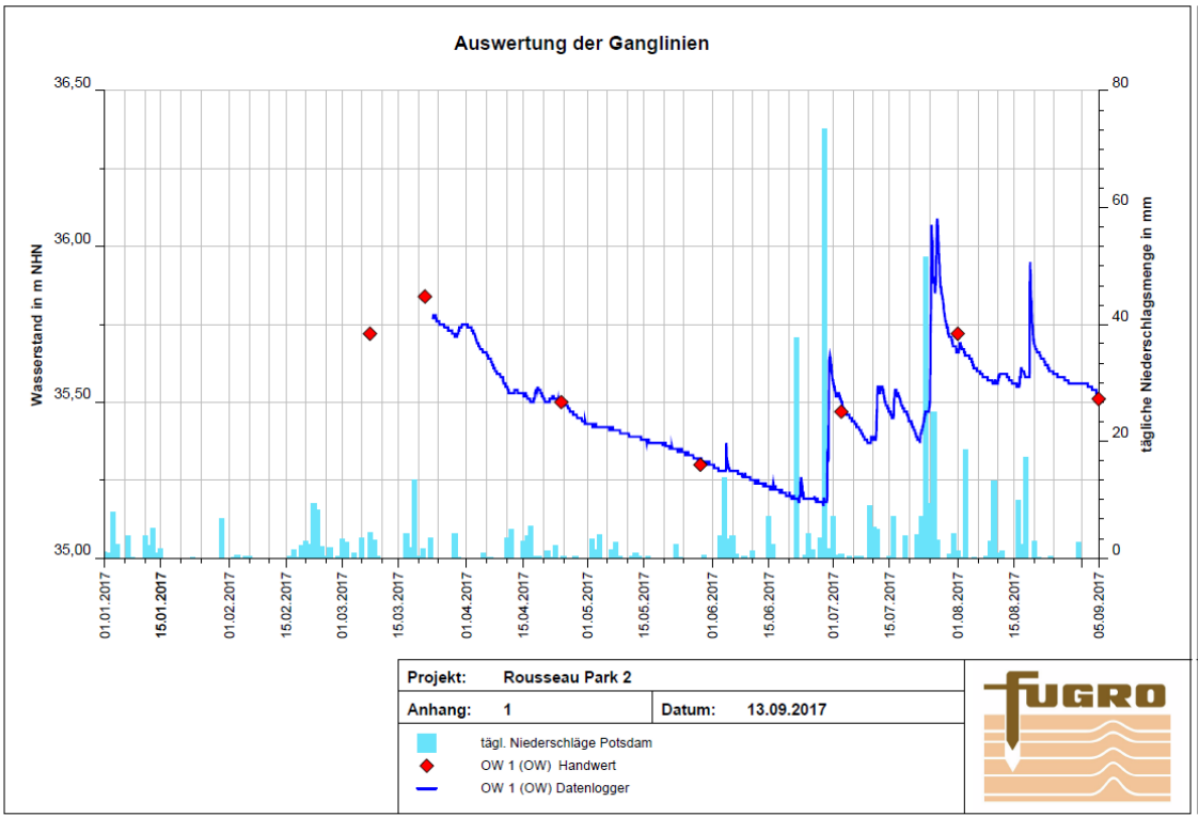

Auswertung der Ganglinien
Wasserstand in m NHN
43,00
42,50
42,00
41,50
tägliche Niederschlagsmenge in mm
80
60
40
20
0
01.01.2015
01.04.2015
01.07.2015
01.10.2015
01.01.2016
01.04.2016
01.07.2016
01.10.2016
01.01.2017
01.04.2017
01.07.2017
05.09.2017
Projekt: Rousseau Park 2
Anhang: 1
Datum: 13.09.2017
tägl. Niederschläge Potsdam
GWM 12/17 Handwert
GWM 12/17 Datenlogger

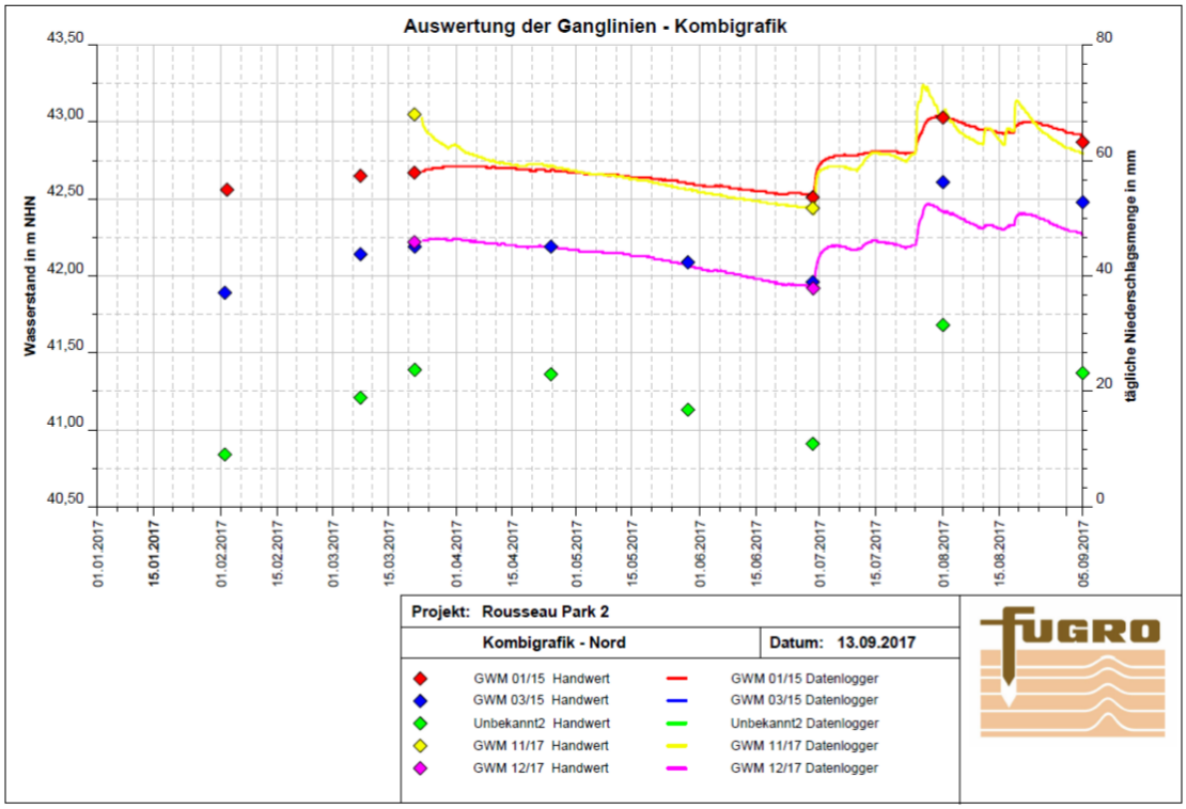

Auswertung der Ganglinien
Wasserstand in m NHN
37,50
37,00
36,50
tägliche Niederschlagsmenge in mm
80
60
40
20
0
01.01.2015
01.04.2015
01.07.2015
01.10.2015
01.01.2016
01.04.2016
01.07.2016
01.10.2016
01.01.2017
01.04.2017
01.07.2017
05.09.2017
Projekt: Rousseau Park 2
Anhang: 1
Datum: 13.09.2017
tägl. Niederschläge Potsdam
GWM 13/17 Handwert
GWM 13/17 Datenlogger

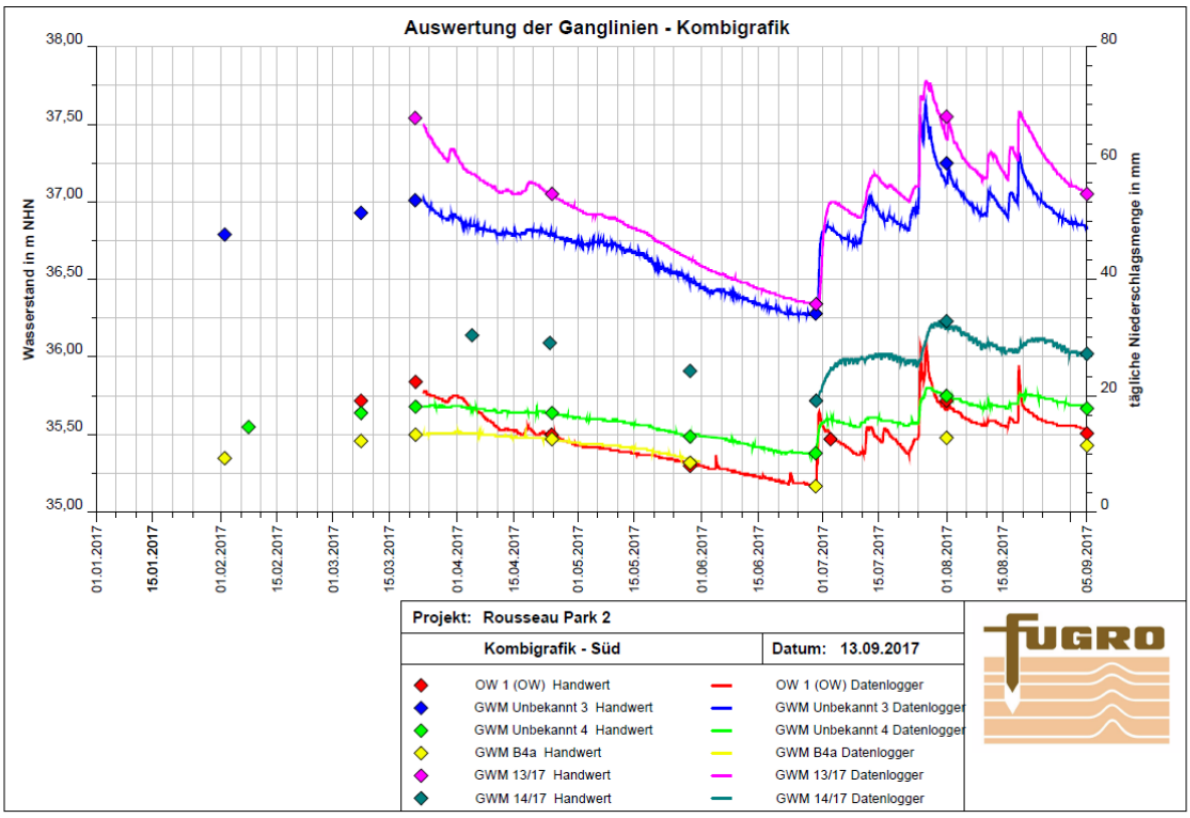

Auswertung der Ganglinien
Wasserstand in m NHN
36,50
36,00
35,50
35,00
tägliche Niederschlagsmenge in mm
80
60
40
20
0
01.01.2015
01.04.2015
01.07.2015
01.10.2015
01.01.2016
01.04.2016
01.07.2016
01.10.2016
01.01.2017
01.04.2017
01.07.2017
05.09.2017
Projekt: Rousseau Park 2
Anhang: 1
Datum: 13.09.2017
tägl. Niederschläge Potsdam
GWM 14/17 Handwert
GWM 14/17 Datenlogger

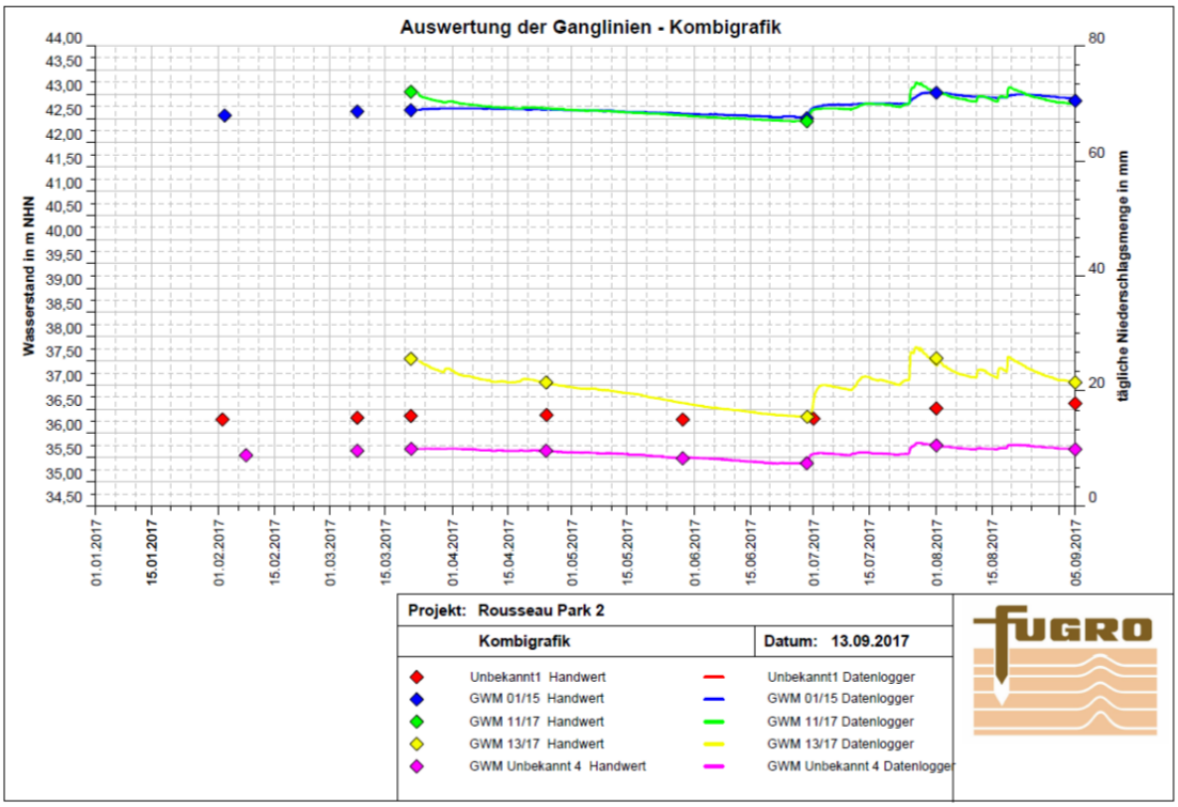

Auswertung der Ganglinien
Wasserstand in m NHN
37,50
37,00
36,50
tägliche Niederschlagsmenge in mm
80
60
40
20
0
01.01.2015
01.04.2015
01.07.2015
01.10.2015
01.01.2016
01.04.2016
01.07.2016
01.10.2016
01.01.2017
01.04.2017
01.07.2017
05.09.2017
Projekt: Rousseau Park 2
Anhang: 1
Datum: 13.09.2017
tägl. Niederschläge Potsdam
GWM Unbekannt 3 Handwert
GWM Unbekannt 3 Datenlogger


Auswertung der Ganglinien
Wasserstand in m NHN
36,50
36,00
35,50
35,00
tägliche Niederschlagsmenge in mm
80
60
40
20
0
01.01.2015
01.04.2015
01.07.2015
01.10.2015
01.01.2016
01.04.2016
01.07.2016
01.10.2016
01.01.2017
01.04.2017
01.07.2017
05.09.2017
Projekt: Rousseau Park 2
Anhang: 1
Datum: 13.09.2017
tägl. Niederschläge Potsdam
GWM Unbekannt 4 Handwert
GWM Unbekannt 4 Datenlogger


Auswertung der Ganglinien
Wasserstand in m NHN
36,50
36,00
35,50
35,00
tägliche Niederschlagsmenge in mm
80
60
40
20
0
01.01.2017
15.01.2017
01.02.2017
15.02.2017
01.03.2017
15.03.2017
01.04.2017
15.04.2017
01.05.2017
15.05.2017
01.06.2017
15.06.2017
01.07.2017
15.07.2017
01.08.2017
15.08.2017
05.09.2017
Projekt: Rousseau Park 2
Anhang: 1
Datum: 13.09.2017
tägl. Niederschläge Potsdam
OW 1 (OW) Handwert
OW 1 (OW) Datenlogger


Auswertung der Ganglinien - Kombigrafik
Wasserstand in m NHN
tägliche Niederschlagsmenge in mm
Projekt: Rousseau Park 2
Kombigrafik - Nord
Datum: 13.09.2017
GWM 01/15 Handwert
GWM 03/15 Handwert
Unbekannt2 Handwert
GWM 11/17 Handwert
GWM 12/17 Handwert
GWM 01/15 Datenlogger
GWM 03/15 Datenlogger
Unbekannt2 Datenlogger
GWM 11/17 Datenlogger
GWM 12/17 Datenlogger


Auswertung der Ganglinien - Kombigrafik
Wasserstand in m NHN
tägliche Niederschlagsmenge in mm
Projekt: Rousseau Park 2
Kombigrafik - Süd
Datum: 13.09.2017
OW 1 (OW) Handwert
GWM Unbekannt 3 Handwert
GWM Unbekannt 4 Handwert
GWM B4a Handwert
GWM 13/17 Handwert
GWM 14/17 Handwert
OW 1 (OW) Datenlogger
GWM Unbekannt 3 Datenlogger
GWM Unbekannt 4 Datenlogger
GWM B4a Datenlogger
GWM 13/17 Datenlogger
GWM 14/17 Datenlogger



3.2 Grundwassergleichenplan 26.7.-1.8.2017

Mit den Daten der höchsten Grundwasserstände im bisherigen Betrachtungszeitraum wurde für den Stichtag 26.7.-1.8.2017 ein Grundwassergleichenplan konstruiert (s. Anlage 2). Die Grundwasserstände sind zu diesem Zeitpunkt aufgrund der Starkniederschläge im Juni/ Juli 2017 unerwartet hoch und liegen im Mittel um 0,2-0,3m höher als zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung im März 2017 (Frühjahrs-Hochwasserstand).

4. Flurabstand

Die Flurabstandswerte für die beiden Messkampagnen

- März 2017 und
- 26.7-1.8.2017

wurden im Flurabstandsplan in Anlage 3 an den Messpunkten dargestellt.

Im 1. Zwischenbericht (Fugro, 19.5.2017) wurde auf der Grundlage der Messung vom März 2017 der Mittlere Hochgrundwasserstand (MHGW) abgeleitet, indem zu den Messwerten vom März 2017 ein Zuschlag von 0,4 m berechnet wurde. Der MHGW soll als Bemessungswasserstand für Versickerungsanlagen herangezogen werden.

Nach den vorläufigen Ergebnissen ist davon auszugehen, dass der mittlere Hochgrundwasserstand und damit der Bemessungsflurabstand für die Versickerungsanlagen in einigen Bereichen erreicht bzw. sogar überschritten wurde:

- GWM 01/15, GWM 03/15, GWM Unbekannt 3

Dabei handelt es sich um die Bereiche mit Schichtenwasser und schwach bis mäßig durchlässige Bereiche.

Im Süden an GWM 14/17 und Unbekannt 4 hat sich der Flurabstand gegenüber März nur um ca. 10 cm verringert und damit den prognostizierten MHGW noch nicht erreicht. Hier liegt aufgrund der Anbindung an den regional ausgebildeten 1. Grundwasserleiter ein besseres Puffervermögen vor.

Die Aussagen zur räumlichen Verteilung des MHGW vom 1. Zwischenbericht (Fugro, 19.5.2017) – Anlage 10 - ergänzt durch die Sondierungen im Wald (Fugro 2. Zwischenbericht 17.8.2017) – Anlage 10a - haben somit nach wie vor Bestand. Mit der Entwicklung der Wasserstände in den nächsten Monaten erwarten wir noch eine Spezifizierung der Aussagen.

5. Abflussmessungen

Bislang liegt nur die Abflussmessung für März 2017 an den 4 Abflussmesspunkten Abfluss 1 bis Abfluss 4 vor. Von Juni bis September war zum Zeitpunkt der Messungen kein Fließgeschehen messbar; die Gräben sind stark verkrautet.

Im Herbst ist voraussichtlich die nächste Abflussmessung mit dem Nautilus-Flügel möglich.

Fugro Germany Land GmbH

Sitz der Gesellschaft:
Wolfener Str. 36
12681 Berlin

Geschäftsführer:
Dr. Martin Bernhard (Vorsitz)
Dr. Dirk Brinschwitz

Tel.: 030 93651-0
Fax: 030 93651-250
FCG-Info@fugro.com
www.fugro.de

Ergänzende Untersuchungen für den Rousseau-Park 2 Ludwigsfelde

9 Sondierungen westlich der Straße L795

- *4. Zwischenbericht, Nov.2017* -

Auftraggeber: Callidus GmbH
Mittelstr. 7
12529 Berlin-Schönefeld

Auftragnehmer: Fugro Germany Land GmbH
Abteilung Wasser
Wolfener Straße 36, Aufgang U
12681 Berlin

Bearbeiter: C. Langer
M. Franzke

Auftrags-Nr.: 310-17-002

Bestätigt: .....
Dr. F. Bednorz
Bereichsleiter Wasser

Datum: Berlin, 15.11.2017

Inhaltsverzeichnis

1. Veranlassung/ Aufgabenstellung 3

2. Durchgeführte Arbeiten 3

3. Grundwasserstände 3

4. Geohydraulische Kennwerte der Versickerungszone 5

5. Bewertung 5

Anlagen

Anlage 10b	Flurabstandskarte zum Stichtag 13./21.03.2017 mit Stichtagsmessungen Jun./Okt. 17
Anlage 11b	Karte der Versickerungseigenschaften an Aufschlusspunkten
Anlage 12b	Verbreitung von sehr schlecht durchlässigen Bereichen zwischen 0 und 2 m u. GOK
Anlage 13b	Bereiche mit schlechten und ungünstigen Versickerungseigenschaften

Anhänge

Anhang 1	Bohrprofile der Sondierbohrungen SB RP2 31/17 bis 39/17
Anhang 2	Korngrößenanalysen aus Sieb-/Schlämmanalysen
Anhang 3	Vermessungsprotokoll Fa. GISEO (13.07.2017)

1. Veranlassung/ Aufgabenstellung

Als Ergänzung zu den Zwischenberichten 1 bis 3 erfolgten im Rahmen der Entwässerungsplanung Rousseau-Park-2 in Ludwigsfelde am 25. und 26.10.2017 9 zusätzliche Sondierungen westlich der Straße L795.

Der vorliegende Zwischenbericht dokumentiert die durchgeführten Arbeiten und enthält die Auswertung der Untersuchungen hinsichtlich Wasserständen, Grundwasserflurabständen, Durchlässigkeit und Mächtigkeit der Versickerungszone an den neu untersuchten Standorten. Die entsprechenden Kartendarstellungen aus dem Zwischenbericht 1 (April) und 2 (August 2017) wurden mit den neuen Untersuchungsergebnissen aktualisiert.

2. Durchgeführte Arbeiten

- **Technische Arbeiten**
  - Niederbringen von 9 Rammkernbohrungen SB RP2 31/17 bis 39/17 (Fugro)
  - Einmessung der 9 Sondierungspunkte und zusätzlich von 2 OW-Messpunkten nach Lagekoordinaten und Höhe (Ingenieurbüro Dr. Uwe Kraatz)
  - Ermittlung von Korngrößenverteilungen in Bodenproben aus Sondierungen mittels Sieb- und Schlämmanalysen (Fugro)
- **Auswertung**

3. Grundwasserstände

Im 1. Zwischenbericht (April 2017) wurden Grund- und Oberflächenwasserstände statistisch ausgewertet und der mittlere Hochgrundwasserstand (MHGW) auf Grundlage der März-Messungen hergeleitet. Frühere Auswertungen ergaben, dass die MHGW-Werte ca. 0,4 m oberhalb der März-Wasserstände zu vermuten sind.

Es folgten weitere monatliche Stichtagsmessungen.

Für die Herleitung der MHGW-Werte für die neuen Standorte der Sondierungen SB RP2 31/17 bis 39/17, an denen Ende Oktober 2017 erstmalig Grundwassermessungen erfolgten, werden die Messwerte der Grundwassermessstellen von März mit denen von Juni und von Anfang November verglichen.

Tabelle 3-1: Grundwassermessungen März/Juni 2017

	21.03.17	**30.06.17**	**2.11.2017**	**Differenz (Juni-März)**	**Differenz (Nov.-März)**
	m NHN	**m NHN**	**m NHN**	**m**	**m**
GWM 01/15	42,68	42,69	42,84	+0,01	+0,16
GWM Unbekannt 3	37,01	36,73	37,08	-0,28	+0,07
GWM 11/17	43,05	42,44	- *	-0,61	
GWM 12/17	42,22	41,92	- *	-0,30	
GWM 13/17	37,54	36,34	37,27	-1,20	-0,27
GWM 14/17	36,14	35,72	36,06	-0,42	-0,08

* - Kein Handmesswert, Datenlogger zu dem Zeitpunkt nicht ausgelesen

Die Sondierungen 31/17 bis 33/17 auf der südlichen Fläche befinden sich westlich der GWM 13/17, an welcher die Grundwasserspiegeldifferenz im Nov. 2017 ca. 0,3 m ***niedriger*** war als im März 2017. Die GWM 13 weist ein starkes Schwankungsverhalten auf – das hängt mit den bindigen Bildungen im Umfeld der GWM 13 zusammen. An den Sondierungen 31bis 33 liegen hingegen gut durchlässige Sedimente vor; die eine geringere innerjährliche Schwankung aufweisen dürften.

Die Sondierungen 34/17 bis 39/17 auf der nördlichen Fläche liegen nordwestlich der GWM „Unbekannt 3“ und südwestlich der GWM 01/15 sowie GWM 11/17. An den GWM 01/15, GWM unbekannt 3 lagen die Novemberwerte 0,07 bis 0,16 m ***höher*** als im März 2017.

Es wird kein Korrekturwert angesetzt; wir gehen davon aus, dass die Wasserstände im Nov. 2017 ungefähr den Wasserständen im März 2017 entsprechen.

In vorangegangen Auswertungen wurde abgeschätzt, dass der MHGW ca. 0,4 über den März-Wasserständen zu erwarten ist. Es ergeben sich für die Sondierungspunkte die in

Tabelle 3**-2** dargestellten Werte für ein MHGW.

An der 34/17 wurde bis zur Endteufe kein Grundwasser festgestellt. Für diesen Punkt sind keine genauen Angaben zu MHGW und Flurabständen möglich.

Tabelle 3-2: Grundwasserstände Juni 2017 und Ableitung MHGW

	GOK	Flurabstand 25./26.10.2017	Wasserstand 25./26.10.2017	Korrekturwert Mrz17 (virtuell)	MHGW (0,4 m ü. Mrz17)	Flurabstand bei MHGW
	m NHN	m	mNHN	m	m NHN	m
SB RP2 31/17	36,88	1,45	35,43	0	35,83	1,05
SB RP2 32/17	37,06	1,54	35,52	0	35,92	1,14
SB RP2 33/17	36,90	1,38	35,52	0	35,92	0,98
SB RP2 34/17	39,48	*Kein Grundwasser angetroffen*	-	*0*	-	
SB RP2 35/17	38,58	1,47	37,11	0	37,51	1,07
SB RP2 36/17	38,56	2,18	36,38	0	36,78	1,78
SB RP2 37/17	39,17	2,72	36,45	0	36,85	2,32
SB RP2 38/17	40,11	3,86	36,25	0	36,65	3,46
SB RP2 39/17	40,94	3,20	37,74	0	38,14	2,8

Die gemessenen bzw. abgeschätzten Flurabstände sind in der aktualisierten Anlage 10b für die Stichtage März/Juni/Oktober 2017 dargestellt.

In den drei südwestlichen Sondierungen 31 bis 33 betrugen die Flurabstände im Oktober relativ einheitlich 1,4 bis 1,5 m. Dies steht in Einklang mit den Informationen aus früheren Sondierungen und Grundwasserspiegelmessungen für das südwestliche Untersuchungsgebiet im Bereich der Teiche.

Im nördlichen Untersuchungsgebiet wurden in den Sondierungen 34 bis 39 vergleichsweise hohe Grundwasserspiegeldifferenzen auf engem Raum gemessen. Die Flurabstände variieren zwischen ca. 1,5 und 3,9 m und sind generell in den nördlichen Sondierungen entsprechend der höheren Geländehöhen auch höher.

Aus den Messwerten lässt sich kein einheitliches hydraulisches System mit definierbarer Grundwasserfließrichtung ableiten. Die abweichenden Messwerte werden damit erklärt, dass in den Sondierungen möglicherweise z.T. schwebende Grundwässer angetroffenen wurden. Diese wasserführenden Sande oberhalb vom Geschiebemergel sind möglicherweise hydraulisch von benachbarten Standorten isoliert bzw. der Abfluss ist durch geringe Durchlässigkeiten gehemmt.

4. Geohydraulische Kennwerte der Versickerungszone

Aus den Sondierungen wurden Bodenproben aus der oberflächennahen Versickerungszone genommen und im Labor mittels Siebungen die Kornverteilungskurven und Durchlässigkeitsbeiwerte bestimmt (Tabelle 4-1).

Tabelle 4-1: Ergebnisse Siebanalysen

Sondierung	Teufe in m	Bodenart	Kf-Wert [m/s]
SB RP2 31-17/3	0,50 - 1,40	mS,fs,gs'	2,90E-04
SB RP2 31-17/4	1,40 - 1,70	mS,fs*,u',gs'	1,20E-04
SB RP2 31-17/5	1,70 - 2,00	mS,gs*,fs'	2,80E-04
SB RP2 32-17/2	0,40 - 0,70	fS,mS,u'	6,30E-05
SB RP2 32-17/3	0,70 - 1,20	mS,fs	2,30E-04
SB RP2 32-17/4	1,20 - 1,50	mS,gs,fs'	4,40E-04
SB RP2 33-17/2	0,40 - 1,00	fS,mS	1,60E-04
SB RP2 33-17/3	1,00 - 1,50	mS,fs,gs'	2,60E-04
SB RP2 33-17/4	1,50 - 2,40	mS,fs,gs	2,50E-04
SB RP2 34-17/2	0,60 - 0,80	mS,fS,u,gs'	4,00E-06
SB RP2 34-17/3	0,80 - 1,70	fS,ms,u,t',gs'	6,60E-08
SB RP2 35-17/2	0,50 - 0,75	fS,ms*,u',gs'	1,70E-05
SB RP2 35-17/3	0,75 - 1,20	mS,fs,gs	1,40E-04
SB RP2 35-17/5	1,50 - 1,70	fS,ms,u',t'	1,90E-07

Sondierung	Teufe in m	Bodenart	Kf-Wert [m/s]
SB RP2 36-17/2	0,40 - 0,60	fS,ms*,u'	4,40E-05
SB RP2 36-17/3	0,60 - 1,30	fS,ms*,gs'	4,40E-05
SB RP2 36-17/4	1,30 - 1,70	fS,ms*,u,t',gs'	4,90E-07
SB RP2 36-17/5	1,70 - 2,50	fS,ms,u,t',gs'	8,20E-07
SB RP2 37-17/2	0,40 - 0,90	fS,ms',u',gs'	1,30E-05
SB RP2 37-17/3	0,90 - 1,30	fS,ms*,u,gs'	9,40E-06
SB RP2 37-17/5	1,70 - 2,00	fS,ms,u,t',gs'	2,50E-07
SB RP2 38-17/2	0,50 - 1,50	fS,ms*,u,gs'	9,30E-06
SB RP2 38-17/4	1,90 - 2,80	fS,s*,u,t',gs'	1,00E-06
SB RP2 38-17/5	2,90 - 3,50	fS,ms*,u,t',gs'	6,10E-07
SB RP2 39-17/2	0,40 - 0,60	fS,ms,u,gs'	6,10E-06
SB RP2 39-17/4	1,00 - 2,00	fS,ms,u,t',gs'	2,50E-07
SB RP2 39-17/6	2,30 - 3,20	fS,ms*,u,t',gs'	3,70E-06

In der aktualisierten Karte 11b wurden die jeweiligen Sondierungspunkte mit den geologischen Schichtinformationen, den dominierenden Korngrößen sowie k_f-Werten der Versickerungszone beschriftet.

In den drei südlichen Sondierungen 31 – 33 wurden gute Wasserdurchlässigkeiten mit k_f-Werten im Bereich 10^{-4} m/s bis zur Endteufe von 6m festgestellt.

Die Sondierungen in der nördlichen Fläche (34-39) zeigen zumeist eine geringmächtige Sandauflage über dem Geschiebemergel bzw. schluffigen/tonigen Sanden. Hier ergeben sich schlechtere Durchlässigkeiten im Bereich von 10^{-5} bis 10^{-6} m/s. Damit ist von einem mäßigen Versickerungspotential auszugehen.

Die Sondierungsergebnisse wurden auch in die Kartendarstellungen der Anlagen 12b und 13b übernommen.

5. Bewertung

Die südliche der beiden untersuchten Flächen hat sehr gut durchlässige Eigenschaften - Sand bis 6m (SB RP2 31, 32 und 33). Der Flurabstand steht hier aktuell bei 1,4-1,5 m u. GOK. Im Hochwasserfall (MHGW) kann es noch um 40 cm (MHGW=1,0 m u. GOK) ansteigen. Die kf-Werte nach Siebung betragen im Bereich 0-2m zwischen 6,3e-05 bis 4,4 e-05.

Eine flache Versickerungsanlage würde hier gut funktionieren. Es ist davon auszugehen, dass das Sickerwasser zum Großteil mit dem Grundwasserstrom in Richtung SW zu den Ahrensdorfer Teichen abströmt und zum anderen eine (Teil-)Entlastung in Richtung des nördlich angrenzenden Grabens (Graben 3) stattfindet.

Die nördliche Fläche (SB 34-39) weist auf engem Raum stark differenzierte hydrogeologische Verhältnisse auf. Die Flurabstände liegen zwischen 1,5m (SB 35) im Süden der untersuchten Fläche und 3,9 m (SB 38) im

nördlichen Teil der untersuchten Fläche. Im Hochwasserfall (MHGW) kann das Grundwasser noch ca. 40 cm ansteigen.

Bindiges Material beginnt zwischen 0,5 und 1,9 m u. GOK, wobei die obersten Bereiche des bindigen Materials etwas sandiger sind, oder teilweise in das bindige Material auch besser durchlässige Bereiche eingelagert sind. Nach unten liegt massiver Geschiebemergel vor.

Wasser kann sich auf oder zwischen den bindigen Schichten lokal stauen. Einerseits scheint ein Grundwasserabfluss in Richtung Südwest (Ahrensdorf) stattzufinden. Dort liegen nach der geologischen Karte besser durchlässige Talsande vor. Andererseits ist bei einer Versickerung mit einem Abstrom des Sickerwassers nach Osten in Richtung des straßenparallelen Grabens (Graben 2) zu rechnen.

Östlich der Straße L795 liegt schließt sich der Bereich mit hoch stehendem Grundwasser an. Es ist darauf zu achten, dass eine GW-Aufhöhung aus einer Versickerungsanlage westlich der Straße L795 nicht zu einer zusätzlichen Aufhöhung östlich der Straße 795 führt.

Bei der temporären Grundwasseraufhöhung durch Versickerung muss eine mögliche Auswirkung auf die östliche Bebauung (Keller) in Ahrensdorf berücksichtig werden.

In Auswertung der vorhandenen Informationen zur nördlichen Fläche ist einzuschätzen, dass das Versickerungspotenzial hier ungünstiger. Eine flache, großflächige Versickerungsanlage mit deutlich reduziertem kf-Wert und mit einer geringen Menge ist dennoch denkbar.

Wir empfehlen ergänzend:

- die Versickerungsanlagen für den Rousseau-Park 2 eher dezentral anzulegen und auf mehrere Standorte zu verteilen
- die Versickerungskapazitäten am südlichen Rand der B-Plan-Fläche 42 bestmöglich auszunutzen und flächenmäßig anzulegen – hier liegen i.d.R. gute Durchlässigkeiten und keine Gefahr von Vernässung vor.
- die Versickerungskapazitäten der Waldflächen im Osten und Südosten auszunutzen.

.

Fugro Germany Land GmbH

Sitz der Gesellschaft:
Wolfener Str. 36
12681 Berlin

Geschäftsführer:
Dr. Martin Bernhard (Vorsitz)
Dr. Dirk Brinschwitz

Tel.: 030 93651-0
Fax: 030 93651-250
FCG-Info@fugro.com
www.fugro.de

Hydrogeologische Grundlagen für ein Regenwasserkonzept für den Rousseau-Park 2 Ludwigsfelde

- *Abschlussbericht Feb. 2018* -

Auftraggeber: Callidus GmbH
Mittelstr. 7
12529 Berlin-Schönefeld

Auftragnehmer: Fugro Consult GmbH
Abteilung Wasser
Wolfener Straße 36, Aufgang U
12681 Berlin

Bearbeiter: C. Langer
M. Franzke
M. Pröst

Auftrags-Nr.: 310-17-002

Bestätigt: .....
C. Risch
Stellv. Abteilungsleiterin

Datum: Berlin, 6.3.2018

Inhaltsverzeichnis

1. Veranlassung/ Aufgabenstellung ... 3

2. Durchgeführte Arbeiten ... 3

3. Grund- und Oberflächenwasserstände ... 5

3.1 Ganglinien der Grund- und Oberflächenwasserstände ... 5

3.2 Grundwassergleichenplan zum Grundwasserhöchststand im Betrachtungszeitraum im Januar 2018 ... 8

4. Ableitung MHGW nach aktueller Datenlage ... 8

5. Flurabstand für MHGW ... 9

6. Abflussmessungen ... 9

7. Versickerungsbedingungen ... 12

8. Empfehlungen ... 12

Anlagen

Anlage 1	Übersicht mit Messpunkten (Maßstab 1:10.000)
Anlage 2	Lage der Messpunkte im B-Plangebiet 42
Anlage 3	GW-Gleichenplan bei Grundwasser-Höchststand im Beobachtungszeitraum - Stichtag Jan. 2018
Anlage 4	GW-Gleichenplan für den Mittleren Hochgrundwasserstand (MHGW)
Anlage 5	Flurabstand bei Mittlerem Hochgrundwasserstand (MHGW)
Anlage 6	Verbreitung von sehr schlecht durchlässigen Bereichen 0-2m (= Aktualisierung der Anlage 12 des 1.Zwischenbericht vom 19.5.2017)
Anlage 7	Bereiche mit ungünstigen Versickerungseigenschaften (= Aktualisierung der Anlage 13 des 1. Zwischenberichts vom 19.5.2017)

Anhänge

Anhang 1	Wasserstandsganglinien im Grundwasser
Anhang 2	Wasserstandsganglinien im Oberflächenwasser
Anhang 3	Fotos zum Messnetz Stand Jan. 2018
Anhang 4	Ableitung des MHGW aus den vorliegenden GW-Wasserstandsganglinien
Anhang 5	Abflussmessprotokolle

1. Veranlassung/ Aufgabenstellung

Im Rahmen der hydrogeologische Grundlagenermittlung Rousseau-Park 2 in Ludwigsfelde werden seit März 2017 Wasserstände in Grund- und Oberflächenwasser sowie Abflüsse an 4 Messpunkten des Grabensystems gemessen.

Bislang liegen folgende Zwischenberichte vor:

1. Zwischenbericht April 2017; Fugro Consult GmbH, Version 2, überarbeitet, 19.5.2017, zu den hydrogeologischen Grundlagen
2. Zwischenbericht August 2017, Fugro Consult GmbH, 17.8.2017 zu ergänzenden Untersuchungen der Versickerungsfähigkeit in den östlich angrenzenden Waldflächen
3. Zwischenbericht Okt. 2017, Fugro Germany Land GmbH, Halbjahresbericht zu Wasserständen und Abflüssen, sowie Auskunft zu Wasserrechten
4. Zwischenbericht Nov. 2017, Fugro Germany Land GmbH, zu 9 Sondierungen westlich der Straße L795

Der vorliegende Abschlussbericht liefert die Auswertung nach einjährigem Messbetrieb der Wasserstände und Abflüsse.

2. Durchgeführte Arbeiten

Folgende Messpunkte werden für den Rousseaupark 2 seit März 2017 regelmäßig gemessen:

Tabelle 1: Übersicht zum Messnetz Rousseau-Park 2

Art	Messpunkt	Messrhythmus	Zuordnung
Grundwasser	GWM 01/15	Datenlogger	oGWL
	GWM 03/15	Monatliche Handmessung	oGWL
	GWM 11/17	Datenlogger	oGWL
	GWM 12/17	Datenlogger	oGWL
	GWM 13/17	Datenlogger	oGWL
	GWM 14/17	Datenlogger	oGWL
	Unbekannt 1	Monatliche Handmessung	GWL 2
	Unbekannt 2	Monatliche Handmessung	oGWL
	Unbekannt 3	Datenlogger	oGWL
	Unbekannt 4	Datenlogger	GWL 1
	GWM B4a/ B4b	Monatliche Handmessung	oGWL/ GWL 1
	Hy Lwl 6/67 (3745 1921)	Monatliche Handmessung/ Landesmessstelle 1x wöch. Messung	GWL 1
	Ludwigsfelde 2006	Monatliche Handmessung/ Landesmessstelle 1x wöch. Messung	GWL 1
	Flbr. 1 Ahrensdorf	Monatliche Handmessung	GWL 2
Oberflächenwasser	OW 0 OW/ UW	Monatliche Handmessung	Ahrensdorfer Dorfgraben; Wehr/ Schütz nach Einlauf KA
	OW 1 OW/ UW	OW mit Datenlogger	Graben 3; Wehr/ Schütz zw. Trebbiner Landstraße und L798
	OW 2	Monatliche Handmessung	Graben 1
	OW 3	Monatliche Handmessung	Graben 1
	OW 4	Monatliche Handmessung	Graben 2 West
	OW 5	Monatliche Handmessung	Graben 2 Ost
	OW 45.1 (OW) /45.2 (UW)	Monatliche Handmessung	Graben 2 Mitte
	OW 6	Monatliche Handmessung	Graben 6 West
	OW 7.1 (UW) / 7.2 (OW)	Monatliche Handmessung	Graben 3, Damm

Art	Messpunkt	Messrhythmus	Zuordnung
	OW 8	Monatliche Handmessung	Graben 4, vor Mündung in Gr. 3
	OW 9.1 (UW) / 9.2 (OW)	Monatliche Handmessung	Graben 3 Ost
	OW 10	Monatliche Handmessung	Graben 10
	OW 11	Monatliche Handmessung	Graben 5
	OW 12	Monatliche Handmessung	Östl. Ahrensdorfer Teich
	OW 13 OW / UW	Monatliche Handmessung	Graben 3; Wehr/ Schütz Ahrensdorf-Gröbener Straße
	OW 14 OW / UW	Monatliche Handmessung	Graben 3; Wehr / Schütz am Feldweg südlich KA Ahrensdorf

Folgende Messkampagnen wurden durchgeführt:

Tabelle 2: Übersicht zu bisherigen Messkampagnen im Rousseau-Park 2

Monat	Grund- und Oberflächenwasserstände	Abflussmessung	Bemerkung
März 2017	21.3.2017	Am 28.3.2017 erfolgt	Dokumentiert im 1. Zwischenbericht, Stand Mai 2017
April 2017	24.4.2017		
Mai 2017	29.5.2017	Nicht möglich	Kein Fließen erkennbar an den 4 Abflussmesspunkten
Juni/ Juli 2017	28.6.-3.7.2017	Am 1.7.2017 nicht möglich	
August 2017	1.8.2017	Am 1.8.2017 nicht möglich	Kein Fließen erkennbar an den 4 Abflussmesspunkten
Sept. 2017	5.9.2017	Am 5.9.2017 nicht möglich	Kein Fließen erkennbar an den 4 Abflussmesspunkten Dokumentiert im 3. Zwischenbericht Okt. 2017
Okt. 2017	2.10.2017	Am 19.10.2017 erfolgt	
Nov. 2017	2.11.2017		
Dez. 2017	4.12.2017	Am 11.12.2017 erfolgt	
Jan. 2018	4./5.1.2018		
Feb. 2018	8.2.2018	Am 8.2.2017 erfolgt	

Zusätzlich wurden folgende Daten für die Auswertung herangezogen:

- Sporadische Einzelmessungen
- Langjährige GW-Standsdaten für 2 Landesmessstellen
- Grundwassermonitoring im Rousseau-Park 1 von Mai 2015 bis Jan. 2016 (Fugro, 23.2.2016)

Bei den Begehungen wurde festgestellt, dass nördlich der Gräben 1 und 2 vereinzelt alte Drainagen vorhanden sind.

Eine Fotodokumentation zum Stand des Messnetzes im Zeitraum Sep. 2017 bis Feb. 2018 findet sich im Anhang 3.

3. Grund- und Oberflächenwasserstände

3.1 Ganglinien der Grund- und Oberflächenwasserstände

Im Anhang 1 sind alle Ganglinien der Grund- und Oberflächenwasserstände in Kombination mit den täglichen Niederschlagsmengen der Station Potsdam dargestellt.

In Abbildung 1 und Abbildung 2 sind ausgewählte Messreihen dargestellt.

Zeitpunkte mit hohen Grundwasserständen

Die Grundwassermessstellen im Bereich des Rousseau-Park 2 zeigten mit der 1. Messkampagne im März 2017 erwartungsgemäß jahreszeitlich bedingte hohe Grundwasserstände, die zum Juni hin abnahmen. Im 1. Zwischenbericht (April 2017) war davon auszugehen, dass diese Wasserstände kein absolutes und auch kein mittleres Hochwasser darstellen, da die vergangenen 2 Jahre relativ trockene Jahre waren.

Im Verlauf des Juli 2017 stiegen die Grundwasserstände aufgrund der Extremniederschläge stark an und überschritten die Wasserstände vom März 2017 um 0,1 bis 0,4m, an der GWM „Unbekannt 3“ sogar um 0,6m.

Die höchsten Grundwasserstände wurden nach dem nassen Sommer und Herbst 2017 im Januar/ Februar 2018 gemessen. Die Wasserstände liegen im Grundwasser ca. 0,3-0,7m höher als im März 2017. Der höchste Anstieg wurde an der „unbenannt 2“ nördlich der Sammelstraße (B-Plangebiet 35) mit 0,93m registriert. Im Februar 2018 wurden Großteils wieder sinkende GW-Stände registriert; an einigen Messstellen hielt der Anstieg noch an.

Wasserstandsschwankungen im Grundwasser

Tabelle 3: Innerjährliche Schwankung der Grundwasserstände (Zeitraum März 2017-Feb. 2018)

Grundwassermessstelle des oGWL bzw. 1. GWL	Differenz zw. min. und max. Wasserstand März 2017-Feb. 2018	Langjährige Schwankung
Unbekannt 2	1,48	
GWM 01/15	0,62	
GWM 03/15	0,96	
GWM 11/17	1,04	
GWM 12/17	0,7	
GWM 13/17	1,705	
GWM 14/17	0,72	
GWM B4a	0,6	
GWM B4b	0,61	
GWM Unbekannt 3	1,03	
GWM Unbekannt 4	0,6	
HY_LWL_6/967 (3645 1921)	0,63	Differenz MHW – MNW der Reihe 2006-2017: 0,77
Ludwigsfelde 2006	0,605	

Maß der Schwankung:
Mittel
Stark
Sehr stark

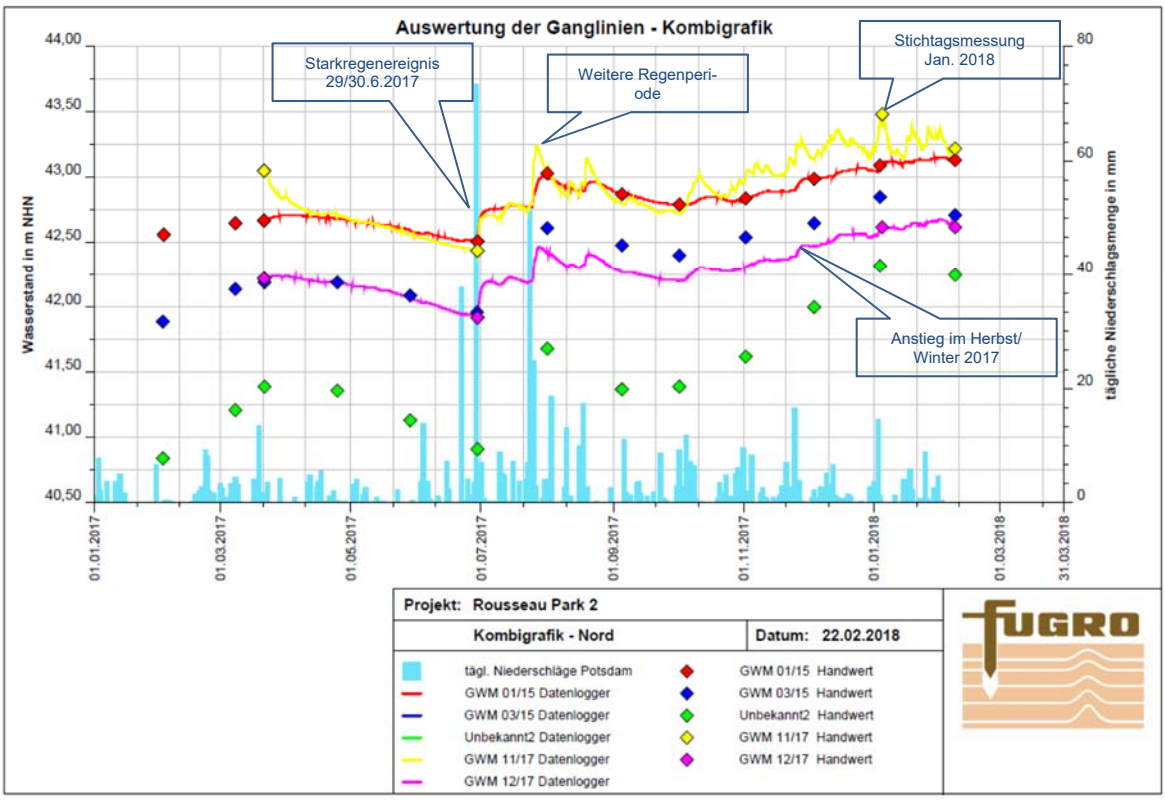


Abbildung 1: Wasserstände im nördlichen des Teil B-Plangebietes 42

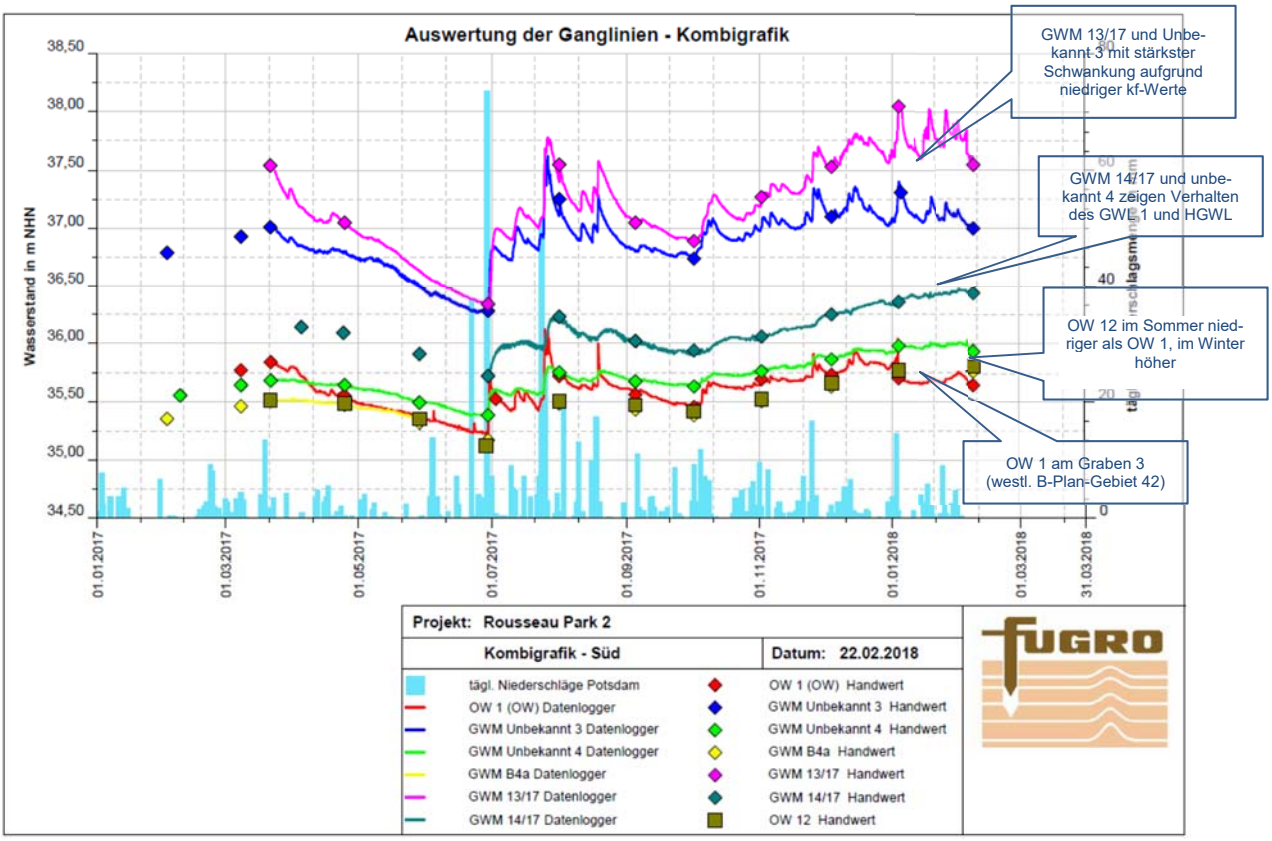


Abbildung 2: Wasserstände im südlichen des Teil B-Plangebietes 42

Schichtenwasser/ regional ausgebildeter GWL

Der Vergleich zwischen Messstellen im Schichtenwasser (oGWL), dem regional ausgebildeten, unbedeckten 1. GWL und dem bedeckten HGWL zeigt folgendes Verhalten:

- im Norden des Rousseau-Park 2: Wasserstand im oGWL beträgt ca. 43,0 mNHN (GWM 01/15, GWM 11/17); Wasserstand im HGWL (GWM „Unbekannt 1“, Flbr. Ahrensdorf) ca. 36,0 mNHN. Die Druckdifferenz beträgt hier 7 m.
- im südlichen Teil des Rousseau-Park 2 beträgt der Wasserstand im 1. GWL ca. 37,0 mNHN mit stark ausgeprägter Amplitude (GWM „Unbekannt 3“ und GWM 13/17). Er liegt damit knapp oberhalb des Niveaus des HGWL
- Südlich bzw. südöstlich des Rousseau-Park 2 liegen die Grundwasserstände im 1. GWL mit ca. 35,5 mNHN (GWM „Unbekannt 4“) und ca. 36,0 mNHN (GWM 14/17) auf dem Niveau des HGWL.
- Schlussfolgerung: im Südteil des Rousseau-Park 2 handelt es sich nicht um Schichtenwasser, sondern Grundwasser des 1. GWL, der regional ausgebildet ist.

Wasserstandsschwankungen im Oberflächenwasser

In den kleineren Gräben 1, 2, 4 und 5 liegen geringe Wasserstandsschwankungen und geringe Wassertiefen vor. Der Zutritt aus dem Grundwasser erfolgt hier aufgrund der des hohen Anteils bindiger Sedimente langsam. Im Graben 3 liegt eine deutliche innerjährliche Schwankung der Wasserstände und Wassertiefen bis 0,5-1,0m vor.

Tabelle 4: Innerjährliche Schwankung der Oberflächenwasserstände (Zeitraum März 2017-Feb. 2018)

Graben	Oberflächenwassermessstelle	Differenz zw. min. und max. Wasserstand	Wasserstandsschwankung / Bemerkung
Graben 1	OW 2	0,09	Gering
	OW 3	0,1	Gering
Graben 2	OW 4	0,13	Gering
	OW 45.2 (UW)	0,05	Gering
	OW 45.1 (OW)	0,06	Gering
	OW 5	0,22	Mittel
Graben 4	OW 10	0,1	Gering
	OW 8	0,07	Gering
Graben 5	OW 11	0,05	Gering
Graben 3	OW 9.2 (OW)	0,455	deutlich
	OW 9.1 (UW)	0,11	Mittel
	OW 0 (OW)	0,38	deutlich
	OW 0 (UW)	0,5	deutlich
	OW 1 (OW)	0,49	deutlich
	OW 1 (UW)	0,4	deutlich
	OW 7.2 (OW)	0,46	deutlich
	OW 7.1 (UW)	0,32	deutlich
	OW 6	0,35	deutlich
	OW 13 (OW)	0,57	deutlich
	OW 13 (UW)	0,35	deutlich
	OW 14 (OW)	0,55	deutlich
	OW 14 (UW)	0,42	deutlich
Ahrensdorfer Teich (Ost)	OW 12	0,69	deutlich, Schwankung wie GW-Stände

Gefälle im Oberflächenwasser

Für die Stichtagsmessung Januar 2018 sind in der nachfolgenden Tabelle die Gefälleverhältnisse in den Gräben bis zum Siethener Elsbruch angegeben. Die kleineren Gräben 1, 2 und 4 weisen ein relativ starkes Gefälle auf. Graben 3 innerhalb des B-Plangebietes 42 ein mittleres Gefälle und westlich des B-Plangebietes 42 bis zum Siethener Elsbruch ein geringes Gefälle.

Tabelle 5: Gefälleverhältnisse in den Gräben

Graben	Oberflächenwas-sermessstelle	Wasserstand Jan. 2018	Wasserstands-Differenz (m)	Länge zw. Messpunkten (m)	Gefälle
Graben 1	OW 2	38,955	3,5 m	334 m	1,05 %
	OW 3	42,46			
Graben 2	OW 4	37,26	4,12 m	350m	1,18 %
	OW 5	41,38			
Graben 4	OW 10	40,09	3,03 m	180 m	1,68 %
	OW 8	37,06			
Graben 5	OW 11	39,87	-	-	
Graben 3	OW 9.2 (OW)	38,1	2,38	583 m	0,41 %
	OW 6	35,72			
	OW 1 (OW)	35,7	0,86	1.200m	0,07%
	OW 0 (UW)	34,84			

3.2 Grundwassergleichenplan zum Grundwasserhöchststand im Betrachtungszeitraum im Januar 2018

Mit den Daten der höchsten Grundwasserstände im bisherigen Betrachtungszeitraum wurde für den Stichtag 4./5.1.2018 ein Grundwassergleichenplan konstruiert (s. Anlage 3).

4. Ableitung MHGW nach aktueller Datenlage

Der Mittlere Hochgrundwasserstand (MHGW) ist nach DWA A138 für die Bemessung von Versickerungsanlagen heranzuziehen.

Die vorliegenden Stichtagsmessungen stellen, trotz der hohen Wasserstände im Januar/ Feb. 2018 vermutlich noch nicht den MHGW dar. In sehr nassen Jahren (wie z.B. 2011) können die Wasserstände voraussichtlich noch höher liegen, als zum Zeitpunkt der Stichtagsmessungen März 2017 oder Jan./Feb. 2018 gemessen.

Nach Aussage des Pächters kann in sehr nassen Jahren im Plangebiet Grundwasser bis zur GOK anstehen:

Im SE zw. SB 06 und SB 11/17

Im W im Umfeld der SB 03/17

Auf der Grundlage vorhandener Daten mit Stand März wurde zuerst davon ausgegangen, dass sich der MGWH aus den Werten der Stichtagsmessung März 2017 zuzüglich eines Zuschlags zu den Messwerten (mNHN) von +0,3 m bis +0,5 m ermitteln lässt. Das Ergebnis ist im 1. Zwischenbericht (Fugro, 19.5.2017) dargestellt.

Durch das nasse Jahr 2017 zeigte sich, dass für den Bemessungsfall mit höheren Grundwasserständen zu rechnen ist. Die im Januar/ Februar 2018 gemessenen Wasserstände lagen bereits 0,3-0,5 m über denen vom März 2017; für ein mittleres Hochgrundwasser ist mit einer weiteren Erhöhung zu rechnen.

Damit muss die bisherige Aussage zum MHGW (1. Zwischenbericht Mai 2017 und 3. Zwischenbericht Okt. 2017) überarbeitet werden.

Aus den vorhanden Grundwasserganglinien wurde für den Rousseaupark 2 zur Ermittlung des $MHGW_{neu}$ ein Zuschlagswert von 0,25 m auf die höchsten im Betrachtungszeitraum März 2017 bis Feb. 2018, gemessenen Wasserstände herangezogen.

$MHGW_{neu}$ = Wst. (Jan./Feb. 2018) + 0,25m

Die Ableitung ist in Anhang 4 zusammengestellt. Der Zuschlag von 0,25m wurde in Näherung aus der langjährigen Ganglinie der Landesmessstelle 36451921 abgeleitet.

In Anlage 4 ist der Grundwassergleichenplan für den $MHGW_{neu}$ nach aktueller Datenlage dargestellt.

5. Flurabstand für MHGW

Für den aktuell prognostizierten mittleren Hochgrundwasserstand ($MHGW_{neu}$) wurde der Flurabstand durch Verschneidung mit der Geländeoberkante erzeugt – s. Anlage 6.

Die Sickeranlagen sind nach ATV A 138 für den Bemessungsfall MHGW auszulegen.

In den Bereichen mit Schichtenwasser und den schwach bis mäßig durchlässigen Bereichen im nördlich und zentralen Teil des Rousseau-Park 2 liegen zum einen starke innerjährliche Schwankungen der Grundwasserstände und sehr geringe Flurabstände bis hin zu flurgleichem Grundwasserstand beim MHGW vor.

Im äußersten Süden an GWM 14/17 und Unbekannt 4 sind die Bemessungsflurabstände höher und die innerjährliche Schwankung geringer Hier liegt aufgrund der Anbindung an den regional ausgebildeten 1. Grundwasserleiter ein besseres Puffervermögen vor.

Im Sommer und Herbst liegen die Grundwasserstände in der Regel deutlich niedriger, etwa 1,0-1,5m.

6. Abflussmessungen

Im Beobachtungszeitraum März 2017 bis Februar 2018 wurden 4 Messkampagnen zur Abflussmessung an 4 Messpunkten durchgeführt. Von Juni bis September 2017 war zum Zeitpunkt der Messungen kein Fließgeschehen messbar; die Gräben waren stark verkrautet.

Die Messprotokolle sind im Anhang 6 enthalten. Eine Übersicht zu den Ergebnissen der Abflussmessungen bietet Tabelle 6 sowie die Abfluss-Entwicklung im Diagramm in Abbildung 3.

Die berechnete Summe der Abflüsse an den Abflussmessstellen 1-3 liegt meist etwas niedriger als der gemessene Abfluss an der Abflussmessstelle 4 (nach Zusammenfluss aller Gräben). Das weist darauf hin, dass dem Grabensystem Wasser aus dem Bereich westlich der Straße zuströmt.

Anhand der Abflussmessungen wird deutlich, dass die Abflüsse über das Jahr deutlichen Schwankungen unterliegen.

Tabelle 6: Zusammenstellung der Ergebnisse der Abflussmessungen (Zeitraum März 2017 bis Feb. 2018)

Abfluss 1			
Gewässer/Standort	Graben 1, Nähe OW2, nach Durchlass Straße		
Messprofil	Rohrdurchlass DN400		
Datum	Wasserstand über Sohle (m)	Q (m3/s)	Q (l/s)
28.03.2017	0,109	6,20E-04	0,62
01.07.2017		0	0,00
05.09.2017		0	0,00
19.10.2017	0,140	5,93E-04	0,59
11.12.2017	0,180	3,59E-03	3,59
08.02.2018	0,140	9,31E-04	0,93

Abfluss 2			
Gewässer/Standort	Graben 2, Nähe OW4, nach Durchlass Straße		
Messprofil	Rohrdurchlass DN400		
Datum	Wasserstand über Sohle (m)	Q (m3/s)	Q (l/s)
28.03.2017	0,048	3,25E-04	0,33
01.07.2017		0	0,00
05.09.2017		0	0,00
19.10.2017	0,035	1,35E-04	0,14
11.12.2017	0,065	1,28E-03	1,28
08.02.2018	0,050	8,25E-04	0,82

Abfluss 3			
Gewässer/Standort	Graben 3, Nähe OW6, nach Durchlass Straße		
Messprofil	Rohrdurchlass DN500		
Datum	Wasserstand über Sohle (m)	Q (m3/s)	Q (l/s)
28.03.2017	0,645	2,71E-03	2,71
01.07.2017		0	0,00
05.09.2017		0	0,00
19.10.2017	0,500	3,91E-03	3,91
11.12.2017	0,720	6,32E-03	6,32
08.02.2018	0,575	4,46E-03	4,46

Abfluss 4			
Gewässer/Standort	Graben 3, Nähe OW1, 10m nach Wehr		
Messprofil	flaches U-Profil, Breite 1,5m		
Datum	Wasserstand über Sohle (m)	Q (m3/s)	Q (l/s)
28.03.2017	0,315	5,78E-03	5,78
01.07.2017		0	0,00
05.09.2017		0	0,00
19.10.2017	0,280	7,03E-03	7,03
11.12.2017	0,360	1,11E-02	11,13
08.02.2018	0,350	8,65E-03	8,65

Gesamtabfluss berechnet			
Datum		Q ges_calc= A1+A2+A3 (m^3/s)	Q ges_calc= A1+A2+A3 (l/s)
28.03.2017		3,66E-03	3,66
01.07.2017		0,00E+00	0,00
05.09.2017		0,00E+00	0,00
19.10.2017		4,64E-03	4,64
11.12.2017		1,12E-02	11,19
08.02.2018		6,21E-03	6,21

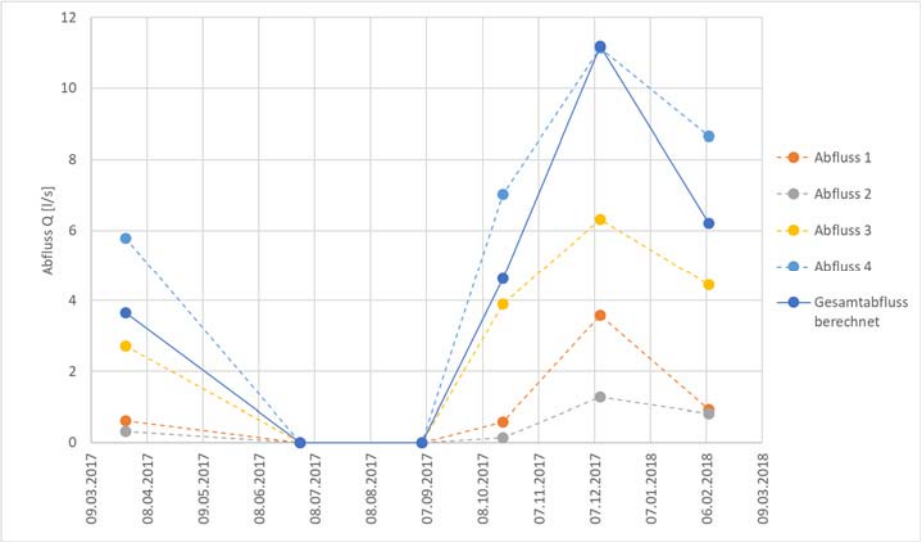


Abbildung 3: Entwicklung der Abflüsse an den Messpunkten „Abfluss 1“ bis „Abfluss 4“

Aus den Daten des 1jährigen Messprogramms kann ansatzweise ein MQ mit 5 l/s ermittelt werden. Für die Monate ohne sichtlichen Abfluss und zugewachsenen Gräben wurde ein Minimalwert von 2 l/s angesetzt.

Tabelle 7: Abschätzung des MQ an der Abflussmessstelle „Abfluss 4“ am Westrand des B-Plangebietes 42

Berechnung MQ	Abfluss 4 (l/s)	Bemerkung
Mrz 17	5,78	gemessen
Apr 17	3,39	geschätzt
Mai 17	2	geschätzt
Jun 17	2	geschätzt
Jul 17	2	geschätzt
Aug 17	2	geschätzt
Sep 17	4,0135	geschätzt
Okt 17	7,03	gemessen
Nov 17	9,0785	geschätzt
Dez 17	11,13	gemessen
Jan 18	9,892	geschätzt
Feb 18	8,65	gemessen
Mittelwert (MQ)	**5,7**	

Die DWA-M 153 (Kapitel 6.3) bietet eine Handlungsempfehlung für die Einleitung von RW in Vorfluter. Demnach darf der Drosselabfluss der Einleitung nicht die natürliche Abflussspende überschreiten.

Q(drossel) = 15 l/(s*ha) * Angeschlossene Fläche (Annahme eines Flachlandbaches)

Dabei darf ein Maximalabfluss der Einleitungen jedoch nicht überschritten werden:

Q(max) = (2 bis 3) * MQ [m³/s] * 1000 l/s (Annahme lehmig-sandige Sohle)

Das MQ konnte im Rahmen des laufenden Projektes ansatzweise über das 1jährige Monitoring von März 2017 bis Feb. 2018 ermittelt werden: 5,7 l/s bzw. 5,7e-03 m³/s (s. Kap. 6).

Q(max) = (2 bis 3) * 5,7e-03 [m³/s] * 1000 l/s

=11 bis 17 l/s

7. Versickerungsbedingungen

In Anlage 6 sind die Durchlässigkeitsbeiwerte des untersuchten Gebietes von 0-2m dargestellt. Die Karte entspricht dem Kenntnisstand des 4. Zwischenberichtes vom Nov. 2017 (Anlage 12b). Farbig gekennzeichnet sind Bereiche mit schlechten Durchlässigkeiten. Farblos sind Bereiche mit mittleren bis guten Durchlässigkeiten.

Eine Überlagerung der Bereiche mit schlechten Durchlässigkeiten und ungünstigen Flurabständen für den Bemessungsfall MHGW ($Flurabstand_{MHGW}$<=0,5m) wurde aktualisiert und ist in Anlage 7 dargestellt. Sie stellt eine Aktualisierung der Anlage 13 des 1. Zwischenberichtes vom Mai 2017 dar.

8. Empfehlungen

Versickerungsbedingungen

Ergänzend zu den bisherigen Empfehlungen aus den Zwischenberichten 1 bis 4 lassen sich folgende Aussagen vornehmen:

- Der Bemessungsgrundwasserstand MHGW ist 0,25m höher anzusetzen als im 1. Zwischenbericht (Mai 2017) ausgewiesen.
- Der Flurabstand im Bemessungsfall MHGW ist entsprechend 0,25m geringer anzusetzen.

Die natürlichen Gebietsbedingungen innerhalb des B-Plangebietes 42 sind insgesamt aufgrund der lokal unterschiedlichen Faktoren Durchlässigkeit, Flurabstand bzw. Mächtigkeit des potenziellen Sickerraumes für eine Versickerung von Regenwasser, überwiegend ungünstig, nur stellenweise als günstig einzustufen. (s. Anlage 7). Randlich und außerhalb des derzeitigen B-Plan-Gebietes, auch noch innerhalb der Eigentumsgrenze der Callidus, liegen recht gute Versickerungsbedingungen vor:

- Östlich angrenzendes Waldgebiet
- Südlich angrenzende Fläche bis zum Ahrensdorfer Teich (Ost)
- 2 Flächen westlich der Straße L795 (Eigentum der Callidus)

Die Versickerungsanlagen sind flach und möglichst dezentral auszubilden.

Grabensystem

Die Gebietsentwässerung erfolgt derzeit durch miteinander verbundene Gräben. Die Ableitungsstrecke verläuft über den Graben 23.04.1 südlich Ahrensdorf zum Elsbruchgraben. Die Gräben erfüllen eine wichtige Funktion zur Gebietsentwässerung bei hochstehendem Grundwasser im Winter und Frühjahr. Sie sollten nicht verfüllt werden, sondern in das architektonische Konzept eingebunden werden. Ansonsten ist mit erheblicher Vernässung zu rechnen.

Es ist zu empfehlen, die Gräben für Rückhalt und Drosselablauf von Regenwasser zumindest zeitweise zu nutzen. Ggf. ist eine Überleitung aus dem Rousseaupark 1 (B-Plangebiet 35) zu berücksichtigen. Für eine zumindest anteilige Ableitung über die Gräben sind in Abstimmung mit dem Wasser- und Bodenverband und der unteren Wasserbehörde zulässige Einleitmengen zu ermitteln. Dazu ist die Kapazität des Ableitungssystems mindestens bis zum Siethener Elsbruch zu bewerten. Dabei sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Kurz vor Mündung des Grabens 3 in den Ahrensdorfer Dorfgraben auf Höhe der Kläranlage Ahrensdorf liegt nur ein geringer Freibord vor.
- 4 regelbare Wehre zwischen Rousseaupark 2 und Siethener Elsbruch
- Zulauf aus Seitengräben

Sonstiges

Wir empfehlen zumindest vorläufig die Weiterführung der Messungen. Damit wird eine sichere Datengrundlage für Bemessungsflurabstände und zur Bewertung der Kapazität des Grabensystems geschaffen.

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Erschließung des Rousseau Parks Süd in Ludwigsfelde
Stauraum 1 (SR1)

Auftraggeber:

Callidus GmbH
Mittelstr. 7
12529 Schönefeld

Rückhalteraum:

10-jähriges Ereignis

Eingabedaten: $V_{s,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) * D * f_Z * f_A * 0{,}06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RÜB} - Q_{t24}) / A_u$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	56.183
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,85
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	47.520
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m^3	
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RÜB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	25,0
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	5,3
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	32,0
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	17,6
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	3,600217
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	0,0
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,1
Zuschlagsfaktor	f_Z	-	1,25
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	240
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	29
erfordl. spezifisches Speichervolumen	**$V_{erf,s,u}$**	**m^3/ha**	**427**
erforderliches Speichervolumen	**V_{erf}**	**m^3**	**2031**
vorhandenes Speichervolumen	**V**	**m^3**	**2031**
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	32,0
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	17,6
Entleerungszeit	t_E	h	22,6

Bemerkungen:

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Erschließung des Rousseau Parks Süd in Ludwigsfelde
Stauraum 1 (SR1)

Auftraggeber:
Callidus GmbH
Mittelstr. 7
12529 Schönefeld

Rückhalteraum:
10-jähriges Ereignis

örtliche Regendaten:

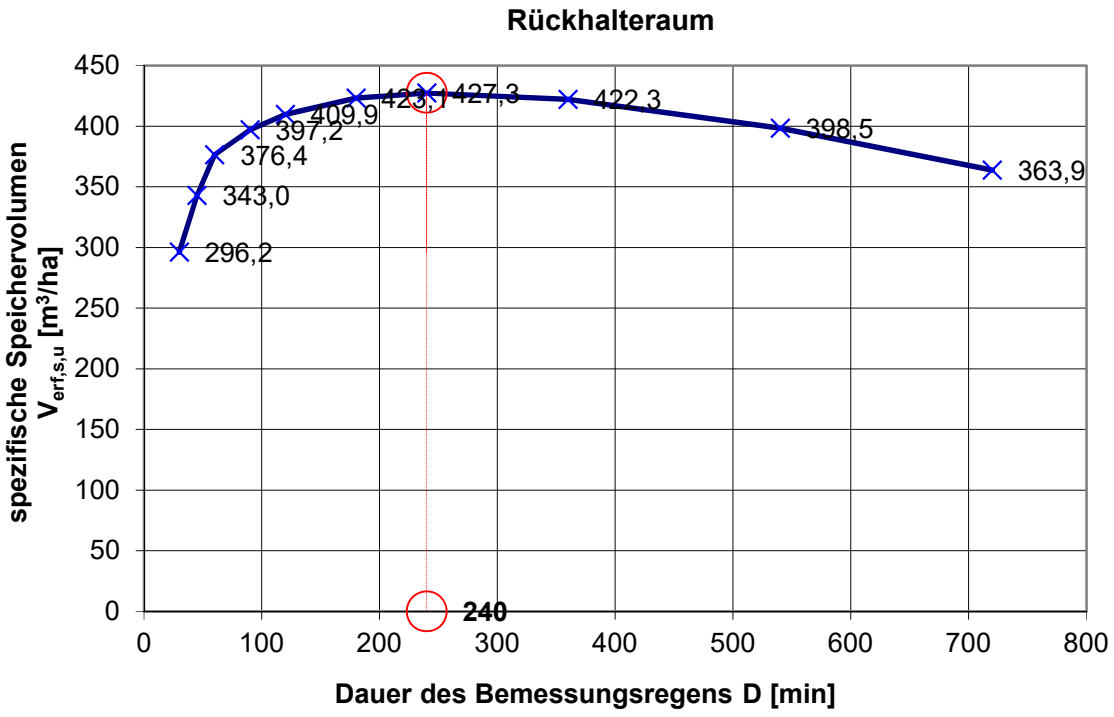
D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
30	136,9
45	106,9
60	88,9
90	64,1
120	50,8
180	36,6
240	29,0
360	20,9
540	15,1
720	12,0

Fülldauer RÜB:

$D_{RBÜ}$ [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{s,u}$ [m^3/ha]
296,2
343,0
376,4
397,2
409,9
423,1
427,3
422,3
398,5
363,9



Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Erschließung des Rousseau Parks Süd in Ludwigsfelde
Stauraum 2 (SR2)

Auftraggeber:

Callidus GmbH
Mittelstr. 7
12529 Schönefeld

Rückhalteraum:

10-jähriges Ereignis

Eingabedaten: $V_{s,u} = (r_{D(n)} - q_{dr}) * D * f_Z * f_A * 0{,}06$ mit $q_{dr} = (Q_{dr,RRB} + Q_{dr,RÜB} - Q_{t24}) / A_u$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	58.700
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,84
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	49.478
vorgelagertes Volumen RÜB	$V_{RÜB}$	m^3	
vorgegebener Drosselabfluss RÜB	$Q_{dr,RÜB}$	l/s	
Trockenwetterabfluss	Q_{t24}	l/s	
Drosselabfluss	Q_{dr}	l/s	25,0
Drosselabflussspende bezogen auf A_u	q_{dr}	l/(s ha)	5,1
gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)	L_s	m	74,0
gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken)	b_s	m	13,9
gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)	z	m	1,908699
gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)	1:m	-	
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,1
Zuschlagsfaktor	f_Z	-	1,15
Fließzeit zur Berechnung des Abminderungsfaktors	t_f	min	
Abminderungsfaktor	f_A	-	

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	240
maßgebende Regenspende	$r_{D,n}$	l/(s*ha)	29
erfordl. spezifisches Speichervolumen	**$V_{erf,s,u}$**	**m^3/ha**	**397**
erforderliches Speichervolumen	**V_{erf}**	**m^3**	**1962**
vorhandenes Speichervolumen	**V**	**m^3**	**1962**
Beckenlänge an Böschungsoberkante	L_o	m	74,0
Beckenbreite an Böschungsoberkante	b_o	m	13,9
Entleerungszeit	t_E	h	21,8

Bemerkungen:

Bemessung von Rückhalteräumen im Näherungsverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117

Erschließung des Rousseau Parks Süd in Ludwigsfelde
Stauraum 2 (SR2)

Auftraggeber:
Callidus GmbH
Mittelstr. 7
12529 Schönefeld

Rückhalteraum:
10-jähriges Ereignis

örtliche Regendaten:

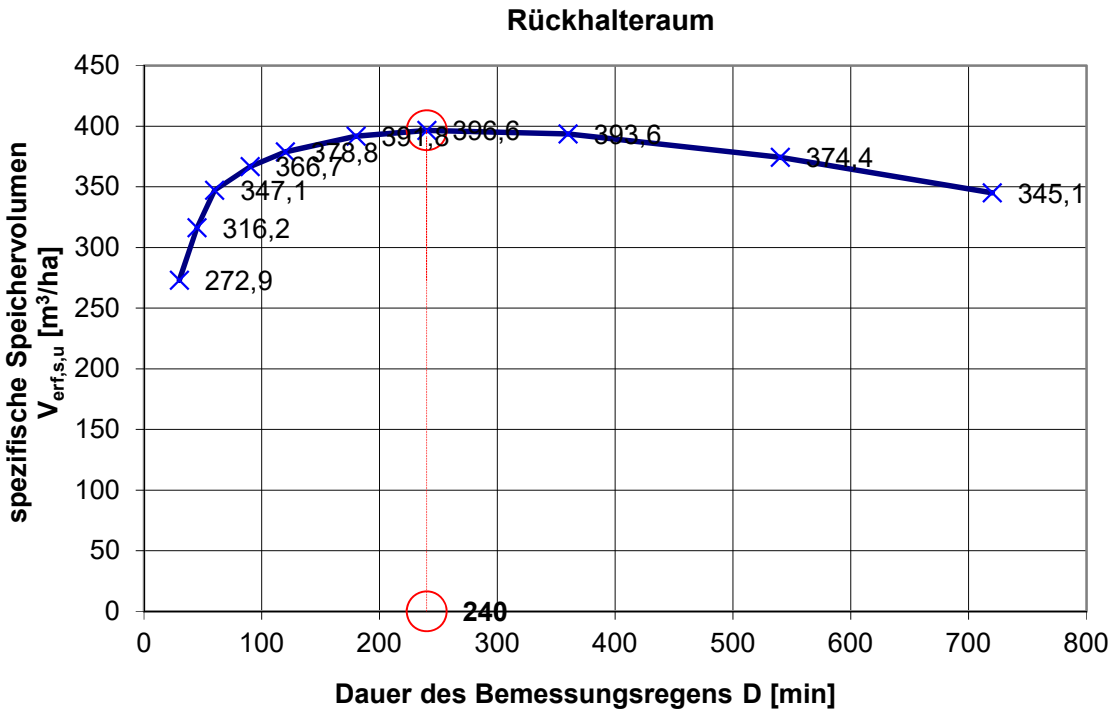
D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
30	136,9
45	106,9
60	88,9
90	64,1
120	50,8
180	36,6
240	29,0
360	20,9
540	15,1
720	12,0

Fülldauer RÜB:

$D_{RBÜ}$ [min]
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0
0,0

Berechnung:

$V_{s,u}$ [m³/ha]
272,9
316,2
347,1
366,7
378,8
391,8
396,6
393,6
374,4
345,1



Dimensionierung einer Versickerungsmulde
Alternative Bemessung nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Erschließung des Rousseau Parks in Ludwigsfelde
Versickerungsmulde 1

Auftraggeber:

Callidus GmbH
Mittelstr. 7
12529 Schönefeld

Muldenversickerung:

Versickerungsmulde: 1

Eingabedaten: $A_S = [\ A_u * 10^{-7} * r_{D(n)}\ ] / [\ z_M / (D * 60 * f_Z) - 10^{-7} * r_{D(n)} + k_f / 2\ ]$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	10.000
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	1,00
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	10.000
gewählte Mulden-Einstauhöhe	z_M	m	0,32
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	m/s	1,0E-05
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,01
Zuschlagsfaktor	f_Z	-	1,15

örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
40	230,0

Berechnung:

A_S [m^2]
2348,3

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	40
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	230
erforderliche mittlere Versickerungsfläche	**A_S**	**m^2**	**2348,3**
gewählte mittlere Versickerungsfläche	**$A_{S,gew}$**	**m^2**	**2400**
Speichervolumen der Mulde	V	m^3	768,0
Entleerungszeit der Mulde	t_E	h	17,8

Dimensionierung einer Versickerungsmulde
Alternative Bemessung nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Erschließung des Rousseau Parks Süd in Ludwigsfelde
Versickerungsmulde 2 + 3

Auftraggeber:
Callidus GmbH
Mittelstr. 7
12529 Schönefeld

Muldenversickerung:
Versickerungsmulde: 2 + 3

Eingabedaten: $A_S = [A_u * 10^{-7} * r_{D(n)}] / [z_M / (D * 60 * f_Z) - 10^{-7} * r_{D(n)} + k_f / 2]$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	10.000
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	1,00
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	10.000
gewählte Mulden-Einstauhöhe	z_M	m	0,37
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	m/s	1,0E-05
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,01
Zuschlagsfaktor	f_Z	-	1,15

örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
107	230,0

Berechnung:

A_S [m^2]
7161,7

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	107
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	230
erforderliche mittlere Versickerungsfläche	**A_S**	**m^2**	**7161,7**
gewählte mittlere Versickerungsfläche	**$A_{S,gew}$**	**m^2**	**7176**
Speichervolumen der Mulde	V	m^3	2655,1
Entleerungszeit der Mulde	t_E	h	20,6

Bewertungsverfahren
nach Merkblatt DWA-M 153

Rousseau Park Süd in Ludwigsfelde
Einleit in die Gräben

Gewässer (Tabellen 1a und 1b)	**Typ**	**Gewässer-punkte G**
großer Flachlandbach (bsp = 1-5 m; v < 0,5 m/s)	G5	**18**

Fläche	**Flächenanteil**		**Flächen F_i / Luft L_i**		**Abfluss-belastung B_i**
Belastung aus der Fläche / Herkunftsfläche gem. Tabelle A.3	(Abschnitt 4)		(Tab. A.3 / A.2)		
Einfluss aus der Luft gem. Tabelle A.2	$A_{u,i}$ [m²] o. [ha]	f_i	Typ	Punkte	$B_i = f_i * (L_i + F_i)$
wenig befahrene Verkehrsflächen DTV < = 300 Kfz / 24 h z.B. Wohnstraßen	27867	0,292	F3	12	4,088
Siedlungsbereich mit mittlerem Verkehrsaufkommen (DTV = 5000 - 15000 Kfz / 24 h)			L2	2	
Straßen mit DTV = 300 - 5000 Kfz / 24 h (Anlieger-, Erschließungs-, Kreisstraßen)	6919	0,073	F4	19	1,533
Siedlungsbereich mit mittlerem Verkehrsaufkommen (DTV = 5000 - 15000 Kfz / 24 h)			L2	2	
Dachflächen von Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	55696	0,584	F2	8	5,84
Siedlungsbereich mit mittlerem Verkehrsaufkommen (DTV = 5000 - 15000 Kfz / 24 h)			L2	2	
Parkplätze ohne häufigen Fahrzeugwechsel in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	1913	0,02	F3	12	0,28
Siedlungsbereich mit mittlerem Verkehrsaufkommen (DTV = 5000 - 15000 Kfz / 24 h)			L2	2	
Rad- und Gehwege außerhalb des Spritz- und Sprühfahnenbereichs von Straßen (Abstand >3m)	3008	0,032	F3	12	0,448
Siedlungsbereich mit mittlerem Verkehrsaufkommen (DTV = 5000 - 15000 Kfz / 24 h)			L2	2	
	∑ = 95403	∑ = 1			**B = 12,19**

Die Abflussbelastung B = 12,189 ist kleiner (oder gleich) G = 18. Eine Regenwasserbehandlung ist nicht erforderlich.

Dimensionierung einer Versickerungsmulde
Alternative Bemessung nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Erschließung des Rousseau Parks Süd in Ludwigsfelde
Straßenbegleitende Mulde

Auftraggeber:

Callidus GmbH
Mittelstr. 7
12529 Schönefeld

Muldenversickerung:

Versickerungsmulde: straßenbegleitend

Eingabedaten: $A_S = [A_u * 10^{-7} * r_{D(n)}] / [z_M / (D * 60 * f_Z) - 10^{-7} * r_{D(n)} + k_f / 2]$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	4.584
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,88
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	4.049
gewählte Mulden-Einstauhöhe	z_M	m	0,25
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	m/s	1,0E-05
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,1
Zuschlagsfaktor	f_Z	-	1,15

örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
30	136,9
45	106,9
60	88,9
90	64,1
120	50,8
180	36,6
240	29,0
360	20,9
540	15,1

Berechnung:

A_S [m^2]
494,6
578,5
637,1
668,1
683,1
690,3
682,8
652,2
599,4

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	180
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	36,6
erforderliche mittlere Versickerungsfläche	**A_S**	**m^2**	**690,3**
gewählte mittlere Versickerungsfläche	**$A_{S,gew}$**	**m^2**	**738**
Speichervolumen der Mulde	V	m^3	184,5
Entleerungszeit der Mulde	t_E	h	13,9

Dimensionierung einer Versickerungsmulde
Alternative Bemessung nach Arbeitsblatt DWA-A 138

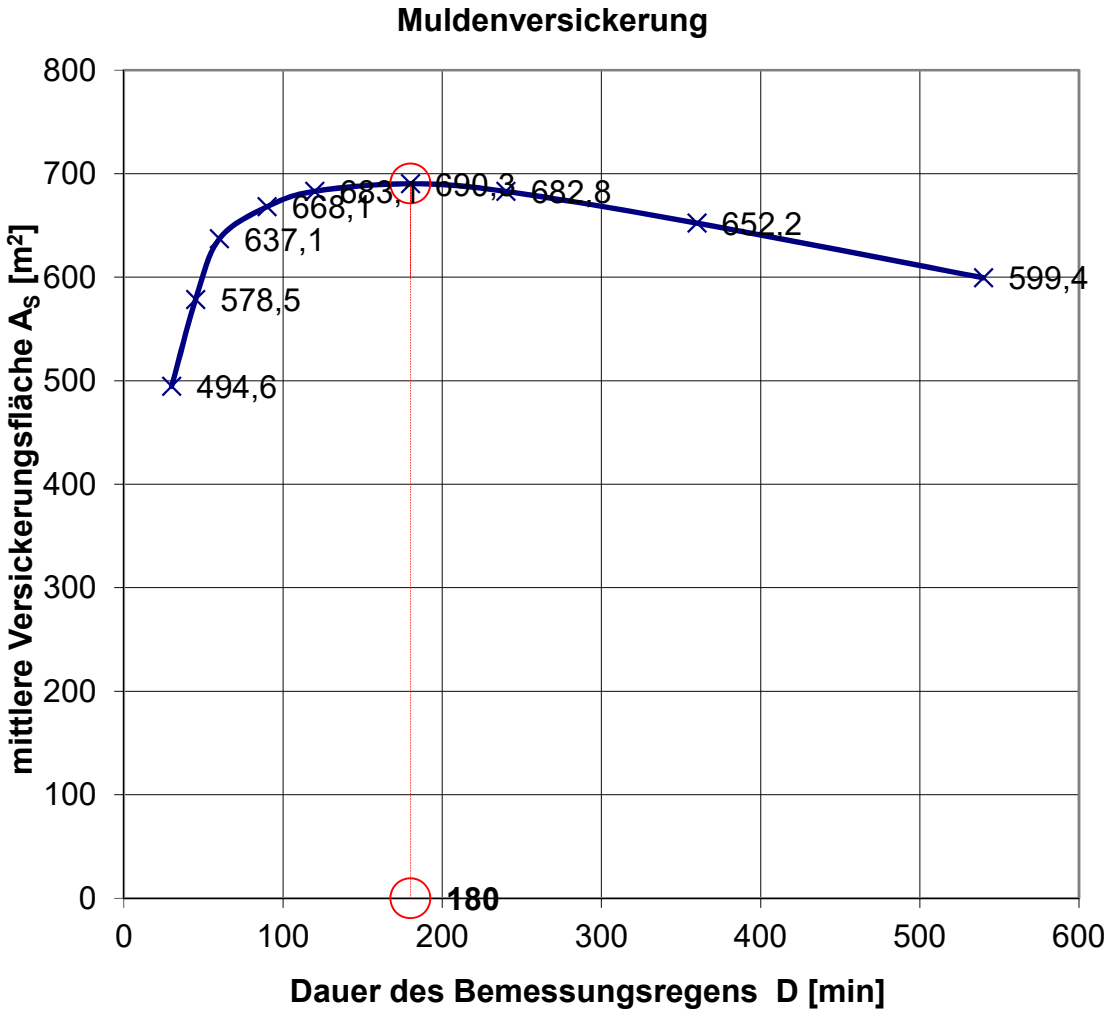
Erschließung des Rousseau Parks Süd in Ludwigsfelde
Straßenbegleitende Mulde

Auftraggeber:

Callidus GmbH
Mittelstr. 7
12529 Schönefeld

Muldenversickerung:

Versickerungsmulde: straßenbegleitend



Dimensionierung einer Versickerungsmulde
Alternative Bemessung nach Arbeitsblatt DWA-A 138

Erschließung des Rousseau Parks Süd in Ludwigsfelde
Straßenbegleitende Mulde

Auftraggeber:

Callidus GmbH
Mittelstr. 7
12529 Schönefeld

Muldenversickerung:

Versickerungsmulde: straßenbegleitend

Eingabedaten: $A_S = [A_u * 10^{-7} * r_{D(n)}] / [z_M / (D * 60 * f_Z) - 10^{-7} * r_{D(n)} + k_f / 2]$

Einzugsgebietsfläche	A_E	m^2	4.584
Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)	Ψ_m	-	0,88
undurchlässige Fläche	A_u	m^2	4.049
gewählte Mulden-Einstauhöhe	z_M	m	0,40
Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone	k_f	m/s	1,0E-05
gewählte Regenhäufigkeit	n	1/Jahr	0,01
Zuschlagsfaktor	f_Z	-	1,15

örtliche Regendaten:

D [min]	$r_{D(n)}$ [l/(s*ha)]
30	202,4
45	160,2
60	135,0
90	97,5
120	77,4
180	55,9
240	44,3
360	32,0
540	23,1

Berechnung:

A_S [m^2]
460,4
550,6
620,3
661,7
687,7
715,9
725,5
723,7
696,7

Ergebnisse:

maßgebende Dauer des Bemessungsregens	D	min	240
maßgebende Regenspende	$r_{D(n)}$	l/(s*ha)	44,3
erforderliche mittlere Versickerungsfläche	**A_S**	**m^2**	**725,5**
gewählte mittlere Versickerungsfläche	**$A_{S,gew}$**	**m^2**	**738**
Speichervolumen der Mulde	V	m^3	295,2
Entleerungszeit der Mulde	t_E	h	22,2

Dimensionierung einer Versickerungsmulde
Alternative Bemessung nach Arbeitsblatt DWA-A 138

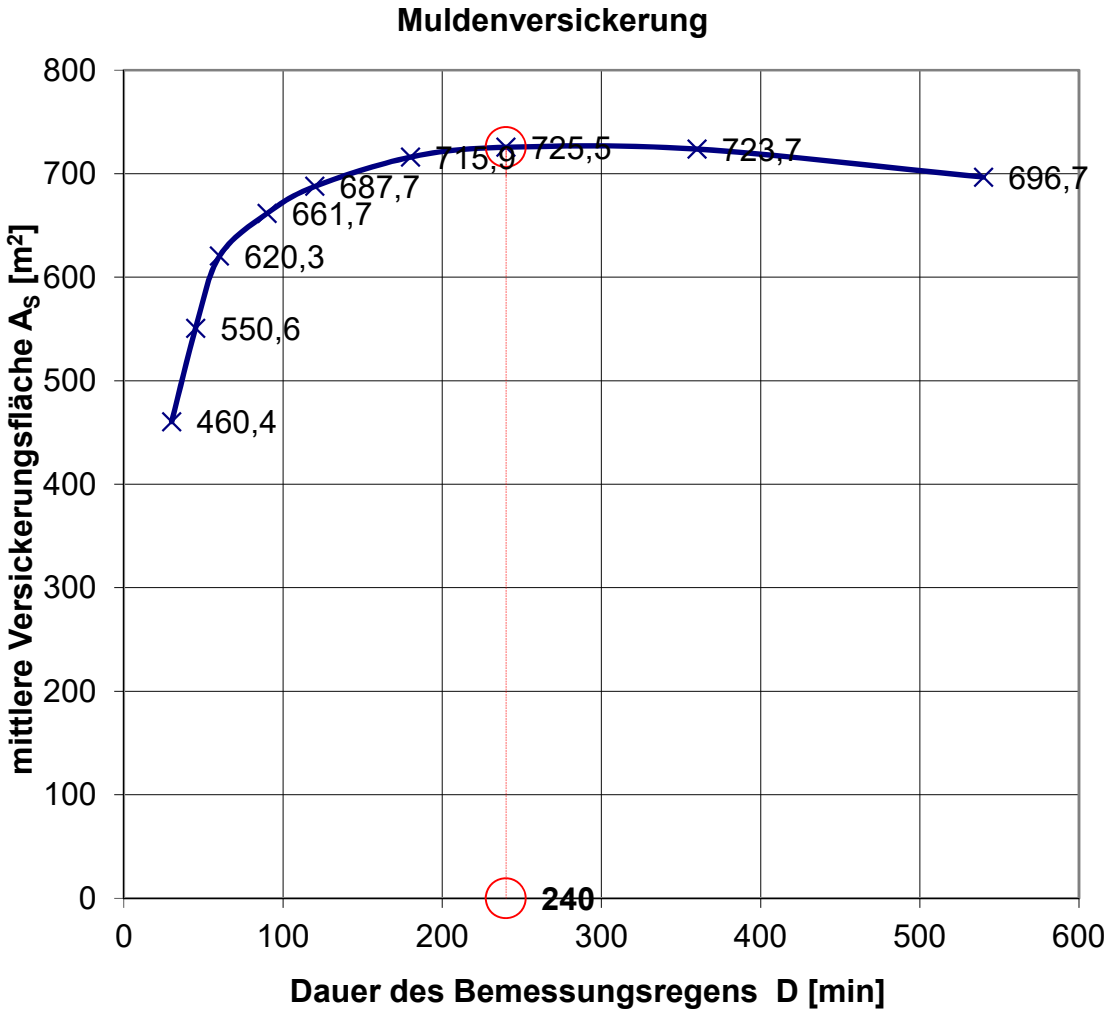
Erschließung des Rousseau Parks Süd in Ludwigsfelde
Straßenbegleitende Mulde

Auftraggeber:

Callidus GmbH
Mittelstr. 7
12529 Schönefeld

Muldenversickerung:

Versickerungsmulde: straßenbegleitend



KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 61, Zeile 38
Ortsname : Ludwigsfelde (BB)
Bemerkung :
Zeitspanne : Januar - Dezember

Dauerstufe	Niederschlagshöhen hN [mm] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	4,9	6,3	7,2	8,3	9,7	11,2	12,0	13,1	14,6
10 min	7,8	9,8	11,0	12,6	14,6	16,7	17,9	19,4	21,4
15 min	9,7	12,2	13,7	15,5	18,1	20,6	22,0	23,9	26,4
20 min	11,1	14,0	15,7	17,8	20,7	23,6	25,3	27,4	30,3
30 min	12,9	16,4	18,5	21,1	24,7	28,2	30,3	32,9	36,4
45 min	14,5	18,8	21,3	24,5	28,9	33,2	35,7	38,9	43,2
60 min	15,4	20,4	23,3	27,0	32,0	37,0	39,9	43,6	48,6
90 min	16,6	22,0	25,2	29,2	34,6	40,0	43,2	47,2	52,6
2 h	17,5	23,2	26,6	30,8	36,6	42,3	45,7	49,9	55,7
3 h	18,8	25,0	28,7	33,3	39,6	45,8	49,5	54,1	60,3
4 h	19,8	26,4	30,3	35,2	41,8	48,5	52,3	57,2	63,9
6 h	21,3	28,5	32,7	38,0	45,2	52,4	56,7	62,0	69,2
9 h	22,9	30,8	35,3	41,1	48,9	56,8	61,3	67,1	74,9
12 h	24,2	32,5	37,3	43,4	51,7	60,0	64,9	71,0	79,3
18 h	26,0	35,0	40,3	46,9	55,9	65,0	70,2	76,9	85,9
24 h	27,4	37,0	42,5	49,6	59,2	68,7	74,3	81,3	90,9
48 h	33,6	44,9	51,4	59,7	70,9	82,2	88,7	97,0	108,2
72 h	37,9	50,1	57,2	66,2	78,5	90,7	97,8	106,8	119,0

Legende

T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet

D Dauerstufe in [min, h]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen

hN Niederschlagshöhe in [mm]

Für die Berechnung wurden folgende Klassenwerte verwendet:

Wiederkehrintervall	Klassenwerte	Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe			
		15 min	60 min	24 h	72 h
1 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	9,70	15,40	27,40	37,90
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	26,40	48,60	90,90	119,00

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall

- bei 1 a ≤ T ≤ 5 a ein Toleranzbetrag von ±10 %,
- bei 5 a < T ≤ 50 a ein Toleranzbetrag von ±15 %,
- bei 50 a < T ≤ 100 a ein Toleranzbetrag von ±20 %

Berücksichtigung finden.

KOSTRA-DWD 2010R 3.2.2 · Copyright © itwh GmbH 2017 · Engelbosteler Damm 22 · D-30167 Hannover · www.itwh.de

KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 61, Zeile 38
Ortsname : Ludwigsfelde (BB)
Bemerkung :
Zeitspanne : Januar - Dezember

Dauerstufe	Niederschlagspenden rN [l/(s·ha)] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	162,7	211,3	239,8	275,6	324,2	372,8	401,2	437,0	485,6
10 min	129,7	163,9	184,0	209,2	243,5	277,8	297,8	323,1	357,3
15 min	107,8	135,7	152,0	172,6	200,6	228,5	244,8	265,4	293,3
20 min	92,2	116,4	130,5	148,3	172,5	196,6	210,7	228,5	252,7
30 min	71,5	91,2	102,7	117,3	136,9	156,6	168,2	182,7	202,4
45 min	53,5	69,6	79,0	90,8	106,9	122,9	132,3	144,1	160,2
60 min	42,8	56,7	64,8	75,0	88,9	102,8	110,9	121,1	135,0
90 min	30,7	40,7	46,6	54,0	64,1	74,1	80,0	87,4	97,5
2 h	24,3	32,2	36,9	42,8	50,8	58,8	63,5	69,4	77,4
3 h	17,4	23,2	26,6	30,8	36,6	42,4	45,8	50,1	55,9
4 h	13,8	18,4	21,0	24,4	29,0	33,7	36,3	39,7	44,3
6 h	9,9	13,2	15,2	17,6	20,9	24,3	26,2	28,7	32,0
9 h	7,1	9,5	10,9	12,7	15,1	17,5	18,9	20,7	23,1
12 h	5,6	7,5	8,6	10,1	12,0	13,9	15,0	16,4	18,4
18 h	4,0	5,4	6,2	7,2	8,6	10,0	10,8	11,9	13,3
24 h	3,2	4,3	4,9	5,7	6,8	8,0	8,6	9,4	10,5
48 h	1,9	2,6	3,0	3,5	4,1	4,8	5,1	5,6	6,3
72 h	1,5	1,9	2,2	2,6	3,0	3,5	3,8	4,1	4,6

Legende

T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet

D Dauerstufe in [min, h]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen

rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]

Für die Berechnung wurden folgende Klassenwerte verwendet:

Wiederkehrintervall	Klassenwerte	Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe			
		15 min	60 min	24 h	72 h
1 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	9,70	15,40	27,40	37,90
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	26,40	48,60	90,90	119,00

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall

- bei 1 a ≤ T ≤ 5 a ein Toleranzbetrag von ±10 %,
- bei 5 a < T ≤ 50 a ein Toleranzbetrag von ±15 %,
- bei 50 a < T ≤ 100 a ein Toleranzbetrag von ±20 %

Berücksichtigung finden.

KOSTRA-DWD 2010R 3.2.2 · Copyright © itwh GmbH 2017 · Engelbosteler Damm 22 · D-30167 Hannover · www.itwh.de