

GIG Gesellschaft für Ingenieurgeologie mbH

Am Heidenbaumberg 4, Stralendorf 19073

Tel. 03869 / 7809900

Fax 03869 / 7809901

E-Mail post@gig-schwerin.de

Internetseite <http://www.gig-schwerin.de>



iBL Schwerin - Ingenieurbüro Leirich
Am Margaretenhof 26

19057 Schwerin

Projekt: B-Plan Nr. 97.16 "Wickendorf- West" - Regenwasserversickerungsanlage mit
Ableitung in den liegenden Grundwasserleiter über Versickerungssäulen

Hier: Bericht zu den Ergebnissen der hydrogeologischen Detailerkundung mit Neu-
bemessung der geplanten Regenwasserversickerungsanlage auf Basis 3D-GW-
Modell

Auftraggeber iBL Schwerin - Ingenieurbüro Leirich
Am Margaretenhof 26
19057 Schwerin

Auftragnehmer GIG Gesellschaft für Ingenieurgeologie mbH
Am Heidenbaumberg 4
19073 Stralendorf

erstellt durch: Dipl.-Hydrogeol. D. Sacharowa

Projekt-Nr.: 407019

Exemplar-Nr. 1/3

Auftrag vom 10.07. / 22.08.2019

Ort, Datum Stralendorf, 04.09.2019

Dieser Bericht umfasst 39 Seiten und 7 Anlagen.
Vollständige oder auszugsweise Wiedergabe des Berichtes bedarf
der Angabe des Verfassers.

Inhaltsverzeichnis

1	VORGANG	4
2	GRUNDLAGEN	5
2.1	<i>Vorhandene Unterlagen</i>	5
2.2	<i>Kurze Projektbeschreibung (Grundlage Variante A der RWVA)</i>	6
3	DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN	6
3.1	<i>Bohrarbeiten und Grundwassermessstellenbau</i>	6
3.2	<i>Kurzpumpversuche und Auffüllversuche</i>	8
3.3	<i>Vermessung, Stichtagsmessung und Messstellenkontrolle</i>	8
3.4	<i>Laborarbeiten</i>	9
4	NATÜRLICHE STANDORTVERHÄLTNISSE	9
4.1	<i>Geomorphologische und hydrographische Verhältnisse</i>	9
4.2	<i>Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse</i>	10
4.3	<i>Auswertung der Pump- und Auffüllversuche</i>	11
4.3.1	<i>Ermittlung von kf-Werten aus den Pumpversuchen</i>	11
4.3.2	<i>Ermittlung von kf-Werten aus den Auffüllversuchen</i>	12
4.4	<i>Grundwasserdynamik und Grundwasserschwankungen</i>	13
4.5	<i>Klimatische Verhältnisse und Grundwasserneubildung</i>	15
5	KURZDARSTELLUNG DES 3D-GRUNDWASSERSTRÖMUNGSMODELLS UND ERGEBNIS DER MODELLEICHUNG	16
5.1	<i>Aufbau des Grundwasserströmungsmodells</i>	16
5.2	<i>Modelleichung für den GWL 2 auf Basis der Stichtagsmessung vom Juli 2019</i>	19
5.2.1	<i>Kalibriergrundlagen für das Eichmodell</i>	19
5.2.2	<i>Verteilung der Durchlässigkeitsbeiwerte</i>	19
5.2.3	<i>Vergleich der gemessenen und berechneten Wasserspiegelwerte</i>	22
6	PROGNOSE DER LEISTUNGSFÄHIGKEIT DER REGENWASSERVERSICKERUNGSANLAGE	23
6.1	<i>Anmerkungen zur Methodik</i>	23
6.2	<i>Prognose der Leistungsfähigkeit der optimierten Regenwasserversickerungsanlage (Variante B)</i>	25
6.2.1	<i>Randbedingungen und Annahmen für die Versickerungsanlage im Prognosemodell</i>	25
6.2.2	<i>Prognoseergebnisse für Modellvariante 1 – Dauerhafte mittlere Aufhöhung des Grundwasserstandes im gespannten GWL bei Betrieb der Regenwasserversickerungsanlage</i>	29
6.2.3	<i>Prognoseergebnisse für Modellvariante 2 – Leistungsfähigkeit der Versickerungsanlage beim bemessungsrelevanten Starkregenereignis</i>	31
7	ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG UND EMPFEHLUNGEN	37
7.1	<i>Bewertung</i>	37
7.2	<i>Empfehlungen zur Herstellung der Regenwasserversickerungsanlage</i>	38
8	QUELLEN	39

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Übersichtskarte	M: 1 : 15.000
Anlage 2	Lage- und Dokumentationsplan	M: 1 : 500
Anlage 3/1	Bohrprofile mit Ausbauplan bzw. Verfüllprotokoll der Aufschlüsse WEA 4, WEA 5, WEA 7 , WEA 8 nach DIN 4023	
Anlage 3/2	Geologisch bearbeitete Schichtenverzeichnisse der Aufschlüsse WEA 4, WEA 5, WEA 7 , WEA 8 nach DIN ISO EN 14 688	
Anlage 4/1	Klarpumpprotokolle	
Anlage 4/2	Pumpprotokolle Kurzpumpversuche	
Anlage 5	Ergebnisse der Kornverteilungsanalysen	
Anlage 6	Protokolle Auffüllversuche	
Anlage 7	Ausbauprofil Versickerungssäule	

Abkürzungsverzeichnis

GOK	Geländeoberkante
GWL	Grundwasserleiter
GWS	Grundwasserstauer
ROK	Rohroberkante
RWVA	Regenwasserversickerungsanlage
STM	Stichtagsmessung

1 Vorgang

Die Walter-Wiese Grundstücks- und Erschließungs GmbH plant die im B-Plangebiet Nr. 97.16 "Wickendorf-West" auf einer versiegelten Fläche von 60.560 m² von Dach- und Verkehrsflächen anfallenden Regenwässer zu reinigen und in einem als Regenrückhaltebecken genutzten Soll zu sammeln, von dort in ein Versickerungsbecken zu leiten und nachfolgend über Versickerungssäulen in einen bei ca. 40 m NHN anstehenden halbgespannten Grundwasserleiter zu versickern.

Im Rahmen von Voruntersuchungen zur Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse am Standort waren im Dezember 2018 drei Aufschlüsse á 21 – bis 30 m niedergebracht worden. Davon nur einer (WEA 3) am Rande des damals am Südwestrand des B-Plangebietes geplanten Standortes der Versickerungsanlage. Für das auf dieser Basis erarbeitete Versickerungskonzept (20 Kiessäulen in einem 600 m² Becken) und der damaligen Datengrundlage die im Wesentlichen auf Archivbohrungen basierte, konnte im Rahmen einer Vorbemessung für diesen Anlagenstandort nicht nachgewiesen werden, dass die bei einem 5jährigen Starkregenereignis im B-Plangebiet anfallende versickerungsrelevante Niederschlagsmenge von 1.620 m³ innerhalb von 24 h, wie die ATV A 138 fordert, versickert werden kann. Es konnte für 24 h nur ein Versickerungsvolumen von 1.190 m³ nachgewiesen werden.

In Abstimmung zwischen dem Projektträger, dem Planer und der zuständigen Wasserbehörde wurde daher die Durchführung einer ergänzenden hydrogeologischen Erkundung mittels Trockenbohrungen, Ausbau von Grundwasserpegeln mit Kurzpumpversuchen zum tatsächlichen Versickerungsbereich vereinbart, um die Datenbasis für die Bemessung des Beckens zu verbessern.

Im Rahmen der Untersuchungen sind die hydrogeologischen und hydrodynamischen Verhältnisse den tatsächlichen Standort der Versickerungsanlage zu präzisieren, der Bemessungswasserstand zu ermitteln und die Bemessung der geplanten Regenwasserversickerungsanlage hinsichtlich der geforderten Leistungsfähigkeit unter Berücksichtigung der Anforderungen der ATV A138 auf Basis eines 3D-Grundwassermodells zu prüfen.

Es ist ein Erläuterungsbericht mit Darstellung und Kurzbewertung der Ergebnisse der hydrogeologisch-geohydraulischen Detailuntersuchungen zum neuen Standort des Regenwasserversickerungsbeckens mit Versickerungssäulen zu erstellen und der Bemessungswasserstand anhand der neuen Daten zu prüfen und ggf. zu präzisieren. Die Leistungsfähigkeit des umgeplanten Versickerungsbeckens im Hinblick auf die Anforderungen der ATV A 138 soll mit Hilfe eines ortsdiskreten 3D-Grundwassermodells prognostiziert und die Anzahl der Versickerungssäulen durch szenariotechnische Variation der Anlagenkonfiguration optimiert werden.

Das iBL Schwerin - Ingenieurbüro Leirich erteilte der GIG Gesellschaft für Ingenieurgeologie mbH am 10.07.2019 auf Basis des Angebotes vom 28.05.2019 den Auftrag zur Begleitung und Bewertung der Ergebnisse der hydrogeologischen Detailerkundung. Da Ende Juni 2019 im Zuge einer Standortbegehung mit der zuständigen Wasserbehörde vor Beginn der Bohrarbeiten der Standort der Regenwasserversickerungsanlage aufgrund von naturschutzfachlichen Gesichtspunkten um ca. 150 m nach Osten verlegt wurde und die Aufschlüsse deutlich andere hydrogeologische Bedingungen erbrachte, musste eine Neubemessung der Regenwasserversickerungsanlage durchgeführt und das dafür notwendige Grundwasserströmungsmodell neu erstellt werden. Der Nachtrag 1 vom 15.08.2019 wurde am 22.08.2019 durch das IBL Leirich bestätigt.

2 Grundlagen

2.1 Vorhandene Unterlagen

Für die Erstellung des Berichtes standen nachfolgende Unterlagen zum Standort zur Verfügung:

- [U1] Konzept zur Ableitung des Oberflächenwassers aus dem Baugebiet Wickendorf-West 1. Vorbericht, erstellt durch IGU Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Umweltmanagement Prof. Dr.-Ing. Salomo + Partner mbH Uelzen vom 27.02.2019
- [U2] Ermittlung der abflusswirksamen Flächen Au nach ATV- DVWK-A 138, Unterlage 8/3, übergeben durch iBL Schwerin - Ingenieurbüro Leirich am 26.04.2019
- [U3] Unterlage 8/2.3, Schnitt RW-Versickerung Soll, erstellt durch iBL Schwerin - Ingenieurbüro Leirich von 4/2019
- [U4] Hydrogeologisches Gutachten mit Prüfung der Leistungsfähigkeit der geplanten Regenwasserversickerungsanlage auf Basis 3D-GW-Modell für BV B-Plan Nr. 97.16 "Wickendorf- West" - Regenwasserversickerungsanlage mit Ableitung in den liegenden Grundwasserleiter über Versickerungssäulen - erstellt durch GIG Gesellschaft für Ingenieurgeologie mbH vom 06.06.2019
- [U5] Vermessungsplan zu Bohrungen und GWMS von 7/2019, erstellt durch Vermessungsbüro J. Gudat Schwerin vom 22.07.2019
- [U6] Bohrdokumentation und Klarpumpprotokolle der Fa. DAUGS zu den Aufschlüssen WEA 4/19, WEA 5/19, WEA 7b/19 und WEA 8/19, über geben durch IBL Leirich am 02.08.2019
- [U7] Aktualisierter Lageplan zur B-Plangebiet mit Regenwasserversickerungsanlage, erstellt durch iBL Schwerin - Ingenieurbüro Leirich von 15.08.2019
- [U8] Aktenvermerk zur Beratung im Stadthaus vom 16.08.2019, erstellt durch GIG mbH

Weitere allgemeine Literaturdaten und Quellen sind in Kap. 8 zusammengestellt.

2.2 Kurze Projektbeschreibung (Grundlage Variante A der RWVA)

Für das B-Plangebiet „Wickendorf-West“ soll das auf der versiegelten Fläche von 6,06 ha (mit $Au^1 = 55.058 \text{ m}^2$) anfallende Regenwasser in das nahe gelegene und als Regenwasserrückhaltebecken dienende Soll eingeleitet werden, das im Ergebnis der Abstimmung vom 16.08.2019 [U8] im Zentralbereich auf ca. 49,5 m NHN vertieft werden soll [U8].

Nach Planungen des iBL [U3], ist von hier ein Überlauf im freien Gefälle über ein Rohr DN 400 mit einlaufhöhe bei 51,60 m NHN mit einem Drosselabfluss von 45 l/s zu einem ca. 80 m südöstlicher im Randbereich des B-Plangebietes geplanten ca. 1.200 m² großen Versickerungsbecken vorgesehen (Anlage 2). Die bei Starkregenereignissen nicht mehr durch das Soll auffangbaren Niederschlagsmengen sollen über die im Sohlbereich des Versickerungsbeckens hergestellten Versickerungssäulen in den bedeckten regional verbreiteten GWL 2 abgeleitet werden. Bei 5jährigen Niederschlagsereignissen fallen lt. [U2] 1.620 m³ Niederschlagswasser an, die unter Berücksichtigung der Forderungen der ATV A 138 [U16] innerhalb einer Entleerungszeit von 24 Stunden in den Untergrund abzuleiten sind. An der Sohle des Versickerungsbeckens sind nach derzeitigen Planungen maximal 20 ca. 17 bis 21 m lange Versickerungssäulen bis in den halbgespannten hier ab ca. 40 m NHN anstehenden Grundwasserleiter vorgesehen. Die Tiefenlage der Oberkante der versickerungsfähigen Sande und deren Durchlässigkeitseigenschaften sollen im Zuge von ergänzenden hydrogeologischen Untersuchungen präzisiert werden.

Die Endhöhe der Sohle des Versickerungsbeckens ist bei 51,25 m NHN geplant [U3]. Nach [U1] sollen die mit einem Wirkdurchmesser von 0,7 m geplanten Versickerungssäulen mit einem Material, gefüllt werden, dass einen kf-Wert $\geq 2 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$ und eine effektive Porosität von mindestens 0,3 aufweist. Eigenschaften, die z.B. bei Mittelkies vorliegen können. Zur Vermeidung der Kolmatation der Versickerungssäulen ist darüber über die gesamte Beckensohle eine flächige zweischichtige filterstabile Kies-Sand-Schicht einzubauen.

Für eine hydraulisch wirksame Verbindung sollen die Versickerungssäulen im Beckensohlbereich flächig mit einer 0,30 m mächtigen Kiesdränschicht (kf-Wert ca. $5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$) überlagert werden. Direkt ist darüber ist eine 0,2 m mächtige Schicht aus gut durchlässigem Füllsand (kf-Wert ca. $5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$). geplant. Weitere Empfehlungen zur Herstellung der Anlage sind in Kap. 7.2 zusammengestellt.

3 Durchgeführte Arbeiten

3.1 Bohrarbeiten und Grundwassermessstellenbau

Am 28.06.2019 erfolgte eine Standortbegehung unter Teilnahme des Planers und von Mitarbeitern der zuständigen Unteren Wasserbehörde. In diesem Rahmen wurde festgestellt,

¹ undurchlässige Fläche

dass der bisher betrachtete Standort der geplanten RWVA (vgl. [U4]) unter naturschutzrechtlichen Gesichtspunkten wenig geeignet ist für die Herstellung des Versickerungsbeckens.

Es wurde daher, sofern hydrogeologisch machbar, zwischen den Projektbeteiligten eine deutliche Verlagerung der RWVA nach Osten zur Bebauung hin, vereinbart. Dieser Bereich wurde bisher landwirtschaftlich genutzt. Die im Vorfeld für die geplanten Aufschlüsse am alten Standort verpflochten Punkte wurden daher versetzt (WEA 4, WEA 5). In diesem Rahmen wurde auch festgestellt, dass sich der Aufschluss WEA 3, der im Dezember 2018 niedergebracht wurde, etwa im Bereich der Altbohrung HyS -/1961 befindet. Die Lage der WEA 3 wurde daher auf den aktuellen Karten korrigiert. Die aktualisierten Koordinaten für WEA 3 und die Vermessungsdaten der vier neuen Aufschlüsse sind in Tabelle 2 zusammengestellt (s. Kap. 3.3).

Die Bohrarbeiten und der GWMS-Bau erfolgten zwischen dem 01. und 18.07.2019 durch die Fa. DAUGS Schüler Bohrunternehmen GmbH. Die Bohrarbeiten wurden durch Mitarbeiter der GIG mbH hydrogeologisch betreut. Da am Standort der WEA 4 der GWL 2 praktisch nicht ausgebildet war und keine versickerungsfähigen Ablagerungen nachgewiesen werden konnten und am Standort der WEA 5 nur mäßige Versickerungsverhältnisse vorlagen, wurde zwischen den Projektbeteiligten die Niederbringung von zwei weiteren Aufschlüssen (WEA 7, WEA 8) weiter südlich vereinbart.

Letztendlich wurden die Aufschlüsse WEA 5, WEA 7 und WEA 8 auch als Grundwassermessstellen ausgebaut. Die Ausbauplanung erfolgte jeweils durch die geologische Bohrbetreuung der GIG mbH anhand der angetroffenen hydrogeologischen Schichten.

Die geologisch überarbeiteten Schichtenverzeichnisse nach DIN EN ISO 14 688 sind in Anlage 3/2 und die Bohrprofile und Ausbauprofile (WEA 5, WEA 7 und WEA 8) bzw. Verfüllprotokolle (WEA 4) aus [U6] nach DIN 4023 in Anlage 3/1 beigefügt.

Die Lage der Bohrungen und GWMS kann Anlage 2/1 entnommen werden. Die Vermessung erfolgte am 18.07.2019 durch das Vermessungsbüro J. Gudat nach Fertigstellung der Grundwassermessstellen. Die Ergebnisse wurden mit dem Vermessungsplan vom 22.07.2019 [U5] übergeben.

Tabelle 1: Zusammenfassung zu den Bohrungen und zum GWMS-Ausbau

GWMS	Endtiefe Bohrung m	Endtiefe Bohrung ca. m NHN	Ausbau	ROK (m NHN)	GOK (m NHN)	Filter m u. GOK	Filter UK nach [U6] m u. ROK	ROK m ü. GOK
WEA 4/19	28,0	24,0	-	-	51,98	-	-	
WEA 5/19	20,4	32,6	PVC DN 75	53,67	53,20	13,55 - 19,55	20,02	0,47
WEA 7/19	27,5	28,9	PVC DN 75	56,09	55,65	19,5 - 25,5	25,94	0,44
WEA 8/19	28,0	28,4	PVC DN 75	55,92	55,41	20,1 - 26,1	26,61	0,51

In Tabelle 1 sind die Eckdaten der im Juli niedergebrachten Bohrungen mit wesentlichen Ausbaudaten der neu errichteten Grundwassermessstellen zusammengestellt.

3.2 Kurzpumpversuche und Auffüllversuche

Die GWMS wurden entsandet und klargepumpt. Die Klarpumpprotokolle sind in Anlage 4/1 beigelegt.

An den Grundwassermessstellen WEA 5 und WEA 7 wurden jeweils einstündige Kurzpumpversuche bis zur quasistationären Beharrung der Absenkung in den Brunnen durchgeführt und der Wiederanstieg gemessen. Die Protokolle für die Kurzpumpversuche sind in Anlage 4/2 beigelegt.

In den GWMS WEA 5 und WEA 7 wurden zudem Auffüllversuche mit einem konstanten Durchfluss durchgeführt. Die Auffüllversuche sind in Anlage 6 dokumentiert. Die Pumpversuche und die Auffüllversuche werden in Kap. 4.3 ausgewertet.

3.3 Vermessung, Stichtagsmessung und Messstellenkontrolle

Am 18.7.2019 wurden eine Messstellenkontrolle mit Tiefenlotung sowie eine Stichtagsmessung an allen drei neu errichteten Grundwassermessstellen unter Einbeziehung der Wasserspiegeldaten des Schweriner Sees durchgeführt. Der Wasserstand des Schweriner Sees wurde vom Oberflächenwasserpegel am Werderkanal aus [U10] übernommen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Im Ergebnis der Messstellenkontrolle wurde festgestellt, dass die GWMS ca. 11 – 24 cm flacher sind, als in den übergebenen Ausbauplänen [U6] angegeben. Das ist vermutlich durch Reste von Sandablagerungen bedingt, die am Messstellenboden auch nach dem Klarpumpen / Entsanden noch verblieben sind. Die Grundwassermessstellen sind durch die vergleichsweise geringmächtigen verbliebenen Sandmengen nicht in ihrer Funktion eingeschränkt.

Tabelle 2: Ergebnisse der Messstellenkontrolle und der Stichtagsmessung

GWMS / Schacht	ROK ⁽³⁾ / PNP	Rechtswert	Hochwert	Lottiefe GWMS (Soll nach [U6]) (IST)		STM 18.07.2019 (15.30- 16.00 Uhr)	
	(m NHN)	GK Krass 3° S 42/83	4. Streifen	m u. ROK	m u. ROK	Wsp. m u. ROK	Wsp. m NHN
WEA 3/19	-	4461978,8 ⁽²⁾	5951022,0 ⁽²⁾	-	-		-
WEA 4/19	-	4462138,7 ⁽¹⁾	5951013,3 ⁽¹⁾	-	-	-	-
WEA 5/19	53,67	4462172,7 ⁽¹⁾	5950976,0 ⁽¹⁾	20,02	19,82	13,01	40,66
WEA 7/19	56,09	4462177,9 ⁽¹⁾	5950951,8 ⁽¹⁾	25,94	25,83	15,43	40,66
WEA 8/19	55,92	4462138,0 ⁽¹⁾	5950951,4 ⁽¹⁾	26,61	26,37	15,21	40,71
Schweriner See	36,70					-0,91	37,61

Erläuterung:

- (1) Einmessung der neuen Bohrungen / GWMS erfolgte durch das Vermessungsbüro Gudat Schwerin im System Gauss Krüger Krassowski 3° 4. Meridian, Daten aus [U5]
- (2) Lage korrigiert nach Ergebnis Verpflockung VB Gudat (Standortbegehung vom 28.06.2019)
- (3) Höheneinmessung erfolgte im System DHHN92

Die Ergebnisse der Stichtagsmessung sind graphisch in Anlage 2/1 dargestellt und werden in Kap. 4.4 ausgewertet.

3.4 Laborarbeiten

An vier gestörten Bodenproben wurde eine Kornverteilungsuntersuchung nach DIN ISO/TS 17892-4 durch Nasssiebung im Erdbaulabor der GIG mbH durchgeführt und der Durchlässigkeitsbeiwert nach der Methodik von Beyer bzw. der Methodik des Bureau of soil ermittelt. Die Ergebnisse der Kornverteilungsanalytik sind in Tabelle 3 zusammengestellt und als Anlage 5 beigelegt. Sie werden in Kap. 4.2 zusammenfassend bewertet.

Tabelle 3: Übersicht zu den laborativ ermittelten kf-Werten für den GWL 2 (Horizont 5)

Aufschluss	Probe (ca. m NHN)	Petrographie	kf-Wert [m/s]	Methodik
WEA 5/19	P. 18 (35,5 – 36,5)	Feinsand, schwach schluffig	$5,4 \cdot 10^{-5}$	Beyer
WEA 7/19	P. 27 (30,4 - 31,2)	Mittelsand, stark grob-sandig	$3,8 \cdot 10^{-4}$	Beyer
WEA 8/19	P. 21 (34,9 - 35,9)	Feinsand, schwach schluffig	$1,4 \cdot 10^{-5}$	Bureau of soil
WEA 8/19	P. 26 (30,4 - 31,4)	Mittelsand, grob- sandig	$2,7 \cdot 10^{-4}$	Beyer

4 Natürliche Standortverhältnisse

4.1 Geomorphologische und hydrographische Verhältnisse

Das B-Plangebiet „Wickendorf West“ liegt südwestlich des Schweriner Außensees unmittelbar westlich der Ortschaft Wickendorf und der Straße zwischen Groß Medewege und Seehof. Das B-Plangebiet liegt im Bereich frühweichselzeitlicher leicht welliger Grundmoränenablagerungen, die im Ostteil des B-Plangebietes bereichsweise von geringmächtigen glazifluviatilen Sanden überlagert werden. Im Bereich des früheren Solls, das aktuell praktisch trocken ist, stehen über dem Geschiebemergel holozäne organische Böden an.

Das Gelände im Bereich des B-Plangebietes fällt von Osten bis Nordosten von ca. 56 – 59 m NHN nach Südwesten bis Westen zum Bereich des früheren Solls auf Geländehöhen von ca. 51,5 – 52 m NHN ab um zum Bereich des geplanten Versickerungsbeckens auf ca. 55 – 56 m NHN wieder anzusteigen (Anlage 2).

Der Schweriner See erstreckt sich ca. 450 m östlich des B-Plangebietes. Im Uferbereich fällt das Gelände recht steil bis auf unter ca. 38 m NHN ab. Westlich des B-Plangebietes fällt das Gelände allmählich bis auf 42 – 45 m NHN zum Kirchstücker See hin ab (Anlage 1). Am aktuellen Westrand der Ortschaften Seehof und Wickendorf verläuft eine untergeordnete Wasserscheide zwischen den oberirdischen Einzugsgebieten des Kirchstücker Sees mit seinem Abfluss dem Aubach und dem Schweriner See. Das B-Plangebiet Wickendorf-West liegt im oberirdischen Einzugsgebiet des Kirchstücker Sees.

4.2 Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse

Für den Standort kann aufgrund der vier 2019 abgeteufte Aufschlüsse WEA 4, WEA 5 sowie WEA 7 und WEA 8 das in [U4] erstellte Grundwasserleiter-Grundwasserstauer-Modell, wie in Tabelle 4 dargestellt, aktualisiert werden.

Tabelle 4: Grundwasserleiter-Grundwasserstauer-Modell

Horizont	GWL	GWS	Bodenart	UK ca. in m NHN	Verbreitung	Wasserführung
1	1		Sande, Sandlagen im Geschiebemergel	48 - 54	lokal	temporäres Stau- und Schichtwasser
2			Torf*	49 - 51	lokal	
3		1	Mudde	47,5- 49	lokal	
4		1	Geschiebemergel, Ton, Schluff	38,0 – 40,0	flächig	
5	2		Feinsand bis Grobsand kiesig, stellenweise schluffig	26 - 38	weiträumig mit lokalen Fehlstellen im Bereich des Solls	ständig
6		2	Geschiebemergel	<21	flächig	ständig

Erläuterung: * - gering wasserleitend

Der **Horizont 1 (Sande)** steht vor allem im östlichen Teil des B-Plangebietes bis in den Bereich des Solls an. Die Horizonte 2 (Torf) und 3 (Mudde) wurden nur im Bereich des Solls angetroffen (vor allem WEA 1, WEA 2 und WEA 4) - [U4], Anlage 3. Der Horizont 1 führt temporäres Stau- und Schichtwasser und bildet im weiteren Untersuchungsgebiet den oberen lokal verbreiteten GWL 1.

Am neuen Standort des geplanten Regenwasserversickerungsbeckens wurden die Aufschlüsse WEA 5, WEA 7 und WEA 8 niedergebracht (Anlage 2 und 3). Hier steht der Horizont 4 (Geschiebemergel, Schluff, Ton) der den oberen **Grundwasserstauer (GWS 1)** bildet, oberflächig an.

Darunter steht der regional verbreitete Grundwasserleiter **GWL 2** an. Im Bereich der geplanten Regenwasserversickerungsanlage (RWVA) ist er als Feinsand, mittelsandig schwach schluffig ausgebildet und weist nach Süden im Liegenden Mittelsand – Grobsand- und stellenweise Kieslagen auf (Anlage 3). Die Oberkante des liegenden GWL 2 (Horizont 5) wurde hier bei 38,9 – 40,7 m NHN erbohrt (Tabelle 5). Die Unterkante des GWL 2 wurde zwischen ca. 30 und 32,5 m NHN angetroffen.

Nach Norden im Bereich des Solls verringert sich die Mächtigkeit des GWL 2 auf weniger als 2 m (WEA 4) und die Durchlässigkeit nimmt erheblich auf $<<1 \cdot 10^{-6}$ m/s ab. Hier wird der GWL 2 durch stark schluffige Feinsande gebildet. Bereichsweise ist er nicht ausgebildet (WEA 1, WEA 2, Tabelle 5, [U4]).

Aus dem Grundwasserleiter 2 wurden im Zuge der Untersuchungen an vier Bodenproben die Kornverteilung ermittelt. Auf Basis der Kornverteilungskurven wurden nach der Methodik von

Beyer bzw. nach Bureau of soil im Bereich der geplanten Versickerungssäulen kf-Werte zwischen $1,4 \cdot 10^{-5}$ – $3,8 \cdot 10^{-4}$ m/s ermittelt (Kap. 3.4, Tabelle 3).

Tabelle 5: Zusammenstellung der im Untersuchungsgebiet vorhandenen aktuellen Aufschlüsse

Bohrung	Höhe GOK in m NHN	RW	HW	Endtiefe ca. m NHN	OK GWL 2 in m NHN	UK GWL 2 in m NHN	Wsp.* in m NHN	Lage Bereich RWVA
WEA1/18	51,5	4462111,8	5951033,6	23,5	-	-	-	
WEA 2/18	51,5	4462106,6	5951076,3	21,5	-	-	-	
WEA 3/18	54,9	4461978,8 ⁽¹⁾	5951022,0 ⁽¹⁾	33,9	40,4		-	
WEA 4/19	52,0	4462138,7	5951013,3	24,0	39,7		-	
WEA 5/19	53,2	4462172,7	5950976,0	32,8	40,7	32,8	40,66	x
WEA 7/19	55,7	4462177,9	5950951,8	28,2	39,7	30,0	40,66	x
WEA 8/19	55,4	4462138,0	5950951,4	27,4	38,9	29,0	40,71	x

Erläuterung:

* - nur Daten aus STM vom 18.07.2019

(1) - Lage korrigiert, gemäß Vermessung IB Gudate vom 27.05.2019, vgl. Anlage 2/1

Unterhalb des GWL 2 steht der regionalverbreitete GWS 2 an, der durch Geschiebemergel gebildet wird und in der WEA 4 mit einer Mächtigkeit von fast 13 m erbohrt wurde.

4.3 Auswertung der Pump- und Auffüllversuche

4.3.1 Ermittlung von kf-Werten aus den Pumpversuchen

Aus den im Rahmen des Klarpumpens und der Kurzpumpversuche gemessenen Absenkungen (Anlagen 4/1 und 4/2) wurde nach der Methodik von LOGAN die Transmissivität und der kf-Wert (gespannte / ungespannte Verhältnisse) abgeschätzt (vgl. Tabelle 6):

$$T = 1,22 \cdot Q/s$$

mit

$$k=T/M$$

Für den GWL 2 wurde aus den Pumpversuchen für den Bereich der geplanten Regenwasserversickerungsanlage ein mittlerer kf-Wert von $1,26 \cdot 10^{-4}$ m/s ermittelt. Die T-Wert-Ermittlung nach der o.g. Methodik erfolgt nur überschlägig bei Nachweis eines quasistationären Beharrungszustandes im Zuge des Pumpversuchs.

Tabelle 6: Ermittlung von Durchlässigkeitsbeiwerten nach der Methodik von LOGAN aus Pumpversuchen mit quasistationärer Beharrung

Brunnen	Anlage	Förderrate Q m³/h	Absenkung s m	Transmissivität ⁽¹⁾ T m²/s	Mächtigkeit M m	kf-Wert ⁽¹⁾ k m/s
WEA 5/19	4/1	3,0	2,05	$4,96 \cdot 10^{-4}$	7,7	$6,44 \cdot 10^{-5}$
WEA 5/19	4/2	3,6	2,27	$5,37 \cdot 10^{-4}$	7,7	$6,98 \cdot 10^{-5}$
WEA 7/19	4/1	4,8	0,93	$1,75 \cdot 10^{-3}$	9,7	$1,80 \cdot 10^{-4}$
WEA 7/19	4/2	4,8	0,92	$1,77 \cdot 10^{-3}$	9,7	$1,82 \cdot 10^{-4}$
WEA 8/19	4/1	4,8	1,22	$1,33 \cdot 10^{-3}$	9,9	$1,35 \cdot 10^{-4}$
Mittelwert						$1,26 \cdot 10^{-4}$

Erläuterung: (1) - ermittelt für gespannte Verhältnisse

Aufgrund von uns vorliegenden Vergleichswerten zu PV-Auswertungen von anderen Standorten mittels genauerer graphischer Methoden z.B. nach HANTUSH ist davon auszugehen, dass die auf Basis der Methode nach LOGAN ermittelten T-Werte eher zu niedrig sind und damit im vorliegenden Fall eine eher konservative Einschätzung der hydrogeologischen Verhältnisse darstellen.

4.3.2 Ermittlung von kf-Werten aus den Auffüllversuchen

Zur Ermittlung der Durchlässigkeitsbeiwerte im Falle einer Versickerung wurden zusätzlich Auffüllversuche an zwei GWMS (WEA 5/19 und WEA 7/19) durchgeführt, die eine unterschiedliche hydrogeologische Schichtung aufwiesen.

Die Auffüllversuche wurden mit konstanten Flussraten von 2,24 bzw. 2,66 m³/h mit Ermittlung der jeweiligen Aufhöhung durchgeführt. Die Durchführung der Auffüllversuche ist in Anlage 6 dokumentiert.

Die Auswertung der Auffüllversuche erfolgte nach GBTB Band 2 [U17] für konstante Fließraten mit

$$k = Q_s / F \cdot s_A$$

wobei der Formfaktor F aufgrund des unvollkommenen Ausbaus für den Fall 4 ($0,2 \leq L/M \leq 0,85$) mit :

$$F = 2 \cdot \pi \cdot L / (\ln(L/r_B))$$

ermittelt wurde. Die Ergebnisse der Auswertung der Auffüllversuche sind in Tabelle 7 zusammengestellt.

Tabelle 7: Ermittlung von Durchlässigkeitsbeiwerten aus Auffüllversuchen mit konstanter Fließrate

GWMS	Länge Filter L m	Radius BL r _B m	Sickerrate Q _s		R_Wsp H m u.ROK	Ø Aufhöhung Wsp. h m u.ROK	Aufhöhung s _A m	kf-Wert k m/s
			l/s	m³/h				
WEA 5/19	6	0,135	0,74	2,66	13,04	10,62	2,42	3,08*10 ⁻⁵
WEA 7/19	6	0,136	0,62	2,24	15,44	13,63	1,81	3,46*10 ⁻⁵
Mittelwert								3,27*10⁻⁵

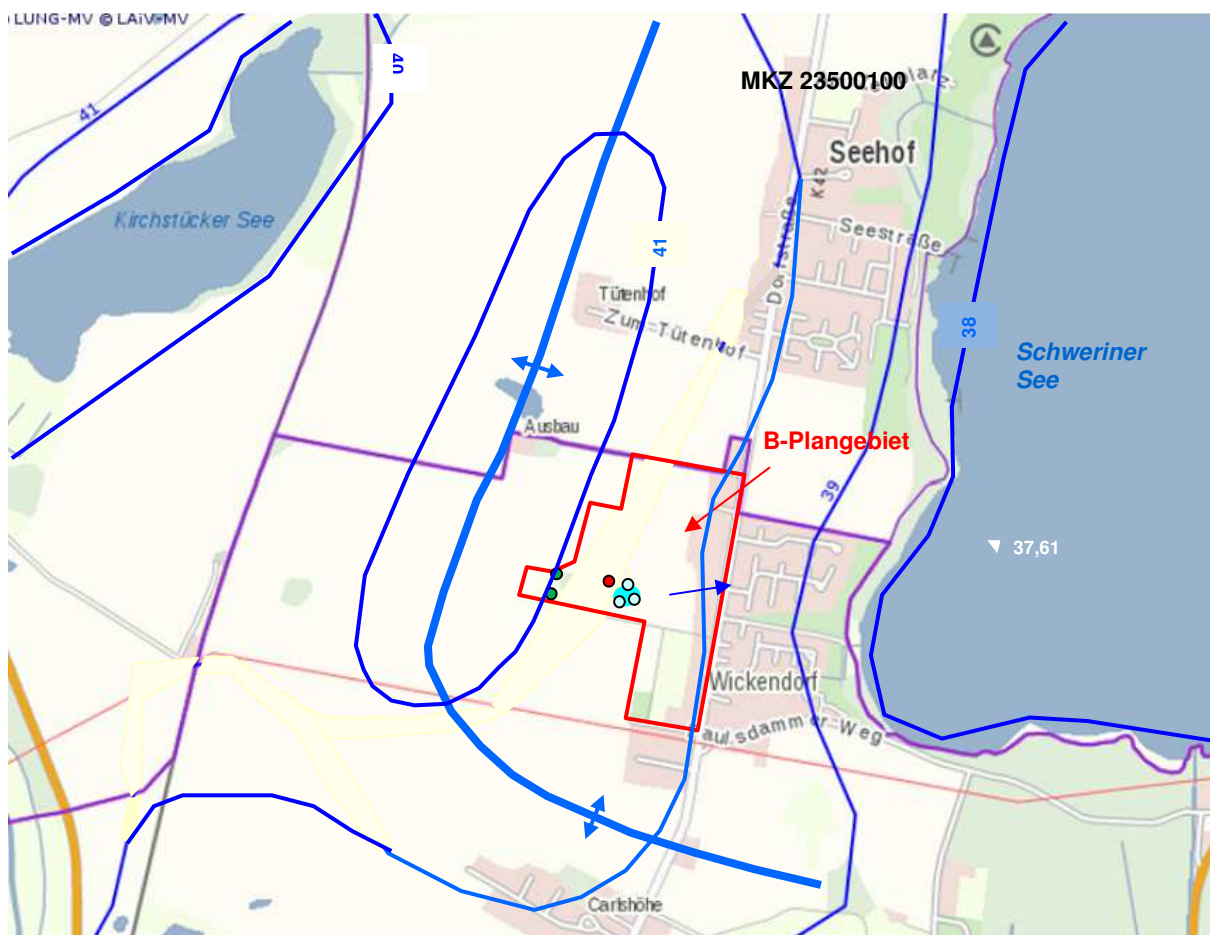
Erläuterung: BL - Bohrloch

Für den GWL 2 wurde aus den Auffüllversuchen für den Bereich der geplanten Regenwasserversickerungsanlage ein mittlerer kf-Wert von 3,27*10⁻⁵ m/s für eine Versickerung mit einer Aufhöhung von 1,8 bis 2,4 m ermittelt.

4.4 Grundwasserdynamik und Grundwasserschwankungen

Das regionale Grundwasserfließgeschehen für den Hauptgrundwasserleiter im Untersuchungsgebiet, dem auch der GWL 2 (Horizont 5) zugerechnet werden kann, ist in Abbildung 1 dargestellt.

Nach [U14] ist im Bereich Wickendorf-Ausbau und Tütenhof eine lokale Druckhochlage ausgebildet. Die hier von Südsüdwest nach Nordnordost verlaufende untergeordnete Grundwasserscheide trennt die unterirdischen Einzugsgebiete des Schweriner Sees von dem des Kirchstücker Sees / Aubaches (Abbildung 1). Von der Druckhochlage fließt das Grundwasser in östlicher Richtung über Wickendorf und entlastet in den Schweriner See.



- Legende
- Altaufschlüsse aus LBDS des LUNG M-V
 - GWMS 2019
 - Grundwasserfließrichtung im GWL 2
 - geplantes Versickerungsbecken
 - Bohrung 2019

Abbildung 1: Regionales Grundwasserfließgeschehen nach [U14], ergänzt durch Ergebnis der Stichtagsmessung

An den drei neu errichteten GWMS wurde am 18.07.2019 eine Stichtagsmessung (STM) durchgeführt. Diese bestätigte, dass der Grundwasserabfluss im GWL 2 in Richtung Schwe-

riner See erfolgt. Der Grundwasserabfluss ist vom Bereich des geplanten RWVA nach Ostnordost in den Bereich der hier gelegenen Tieflage der Sohle des Schweriner Sees gerichtet (Anlage 2, Abbildung 1). Die geplante RWVA liegt damit, wie nach [U14] zu erwarten war, im unterirdischen Einzugsgebiet des Schweriner Außensees.

Für den Schweriner See liegen vom Pegel Werderbrücke tägliche Wasserstände vor. Vom StALU Westmecklenburg und dem WSA Lauenburg werden für den Zeitraum 1971 / 2010² die in Tabelle 8 zusammengestellten Hauptwerte angegeben.

Tabelle 8: Charakteristische Wasserstände für langjährig gemessene Messstellen im Oberflächenwasser und Grundwasser

Charakteristischer Wasserstand	Schweriner See	Schwerin-Lankow	Schwerin-Wüstmark
Art	Oberflächenwasser	Grundwasser	Grundwasser
Messreihe	1971 / 2019	2009 / 2019	1971 / 2015
Einheit	m NHN	m NHN	m NHN
HHW	38,16	42,63	42,92
MHW	37,97		
MW	37,81	42,05	42,22
MNW	37,64	41,86	41,86
NNW	37,47 ³	41,72	41,50
Wsp. 03.06.2019		41,86	-
Wsp. 18.07.2019	37,61	-	-
HHW-MW	0,35	0,58	0,70
HHW-MNW	0,52		1,06

Während der Stichtagsmessung am 18.07.2019 lag der Wasserstand am Pegel Schweriner See bei 37,61 m NHN was leicht unter dem langjährigen mittleren Niedrigwasserstand für den Zeitraum 1971 / 2010 liegt [U10]. Der Grundwasserstand im GWL 2 lag am 18.7.2019 bei 40,66 – 40,71 m NHN. Unter Berücksichtigung der Wasserstandsdaten und Hauptwerte aus der nahe gelegenen langjährig gemessenen Landesmesstelle Schwerin-Lankow [U11] lag der Grundwasserstand im Juli 2019 allgemein unter dem langjährigen mittleren Wasserstand, nahe dem mittleren Niedrigwasser.

Unter Berücksichtigung der Daten der LMS Schwerin – Lankow und Schwerin-Wüstmark kann als Worst-Case-Wert für den HHW des GWL 2 am Standort der RWVA ein 1,1 m höherer Wasserstand als im Juli 2019 angenommen werden. Als Bemessungswasserstand für den HHW kann damit 41,8 m NHN für die Prüfung der Versickerungsanlage hinsichtlich der dauerhaften Aufhöhung angesetzt.

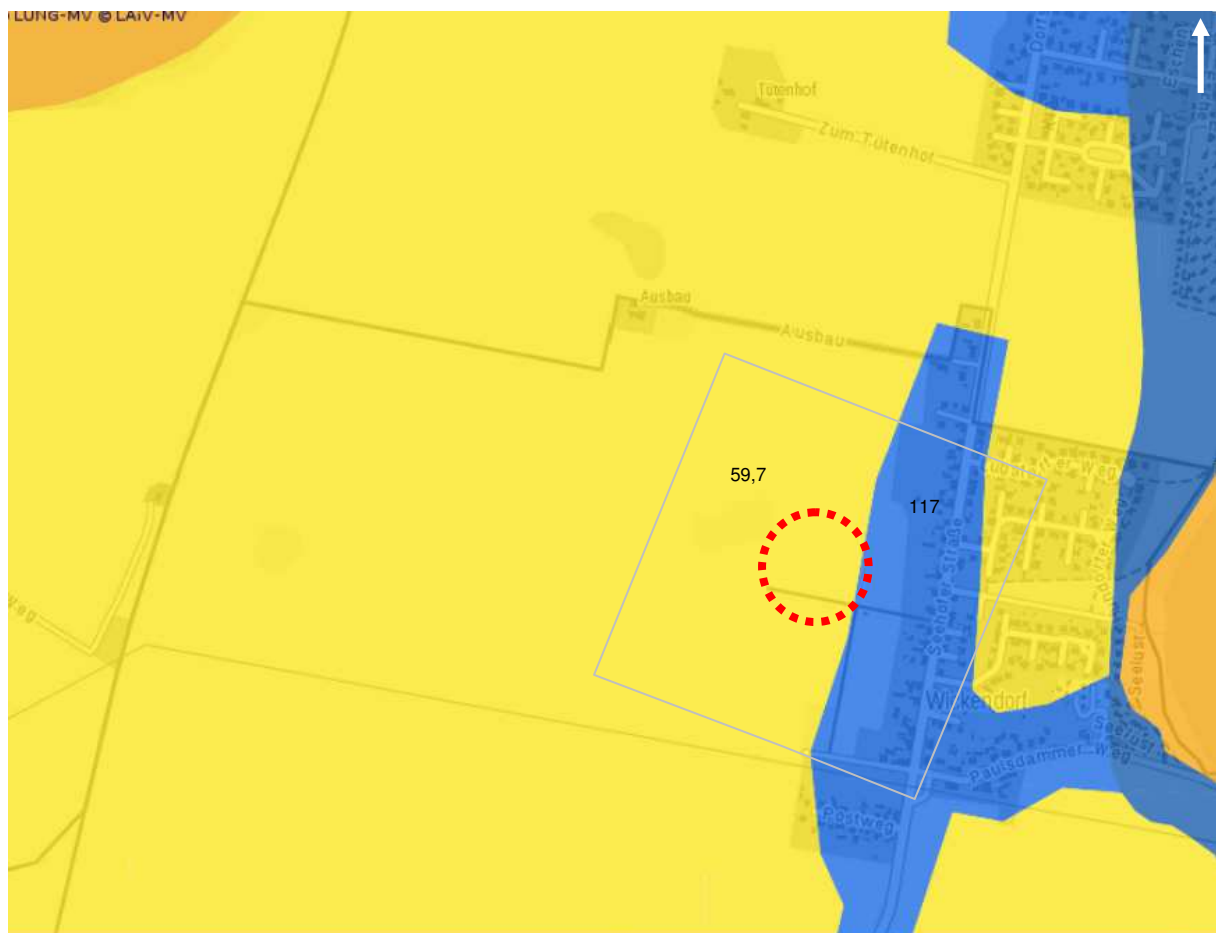
² Bereits ein Zeitraum von 30 Jahren gilt für Betrachtungen zum Grundwasser als statistisch gut abgesichert.

³ Niedrigwasserwert vom Oktober/Dezember 2018.

4.5 Klimatische Verhältnisse und Grundwasserneubildung

Die Grundwasserneubildung wurde den Angaben des Umweltkartenportals des LUNG M-V [U15] entnommen und ist kartenmäßig in Abbildung 2 dargestellt.

Die langjährige mittlere Grundwasserneubildung liegt nach [U15] in Bereichen mit anstehendem Geschiebemergel und vorhandenem Direktabfluss bei 59,7 mm/a. Im Bereich mit anstehenden Sanden erhöht sie sich auf 234 mm/a für den oberen im Bereich der Versickerungsanlage nicht ausgebildeten GWL 1. Für bedeckten GWL 2 kann für Normaljahre bei oberflächlich anstehenden bindigen Böden von einer mittleren GWNB-Rate von 59,7 mm/a und für den Bereich mit anstehenden Sanden von 117 mm/a ausgegangen werden.



0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 km

Legende

GW-NEUBILDUNG

- <=0 mm/a
- >0 - 50 mm/a
- >50 - 100 mm/a
- >100 - 150 mm/a
- >150 - 200 mm/a
- >200 - 250 mm/a
- >250 mm/a



Untersuchungsbereich

59,7 Grundwasserneubildung GWL 2



Modellgebiet

Abbildung 2: Grundwasserneubildung im Untersuchungsgebiet aus [U15]

Der langjährige mittlere unkorrigierte Niederschlag wird in [U15] mit 620 mm/a (nach Korrektur ergibt sich 682 mm/a) und die reale mittlere Verdunstung im Untersuchungsgebiet mit 524 mm/a angegeben.

5 Kurzdarstellung des 3D-Grundwasserströmungsmodells und Ergebnis der Modelleichung

5.1 Aufbau des Grundwasserströmungsmodells

Die für den Standort im Rahmen der Baugrund- und hydrogeologischen Erkundung 2017 / 2019 und auf Basis von Archivbohrungen ermittelten geologisch-hydrogeologischen und hydrodynamischen Verhältnisse sind in Kap. 4.2 und 4.4 erläutert. Sie wurden schematisiert (Abbildung 3) und bis an die Sohle des oberen Grundwasserleiter ein dreidimensionales ortsdiskretes 4-Schicht--Grundwassermodell erstellt.

Für die Erstellung des ortsdiskreten dreidimensionalen Grundwassermodells wurde das Grundwassermodellierungsprogramm PROCESSING MODFLOW Version 8 von SIMCORE verwendet, das auf dem Programm MODFLOW des U.S. Geological Survey basiert und auf Grundlage der Methode der finiten Differenzen arbeitet.

Das Modell wurde für einen Bereich von 600 x 600 m erstellt und in einem Raster von 1 x 1 m (Zentralteil) bis 10 x 10 m (Randbereich) diskretisiert (Abbildung 4). Die Lage des Modellgebietes ist in Anlage 1 dargestellt.

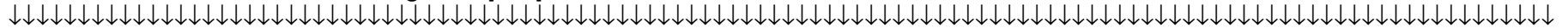
Das schematisierte Modell mit den verwendeten hydraulischen Randbedingungen ist in Abbildung 3 dargestellt. Plan- und Profildarstellung zum Grundwassermodell sind in Abbildung 4 beigefügt. Als Modelloberkante am Standort wurde die vereinfachte derzeitige Geländeoberkante (GOK) verwendet. In das Prognosemodell wurden das Versickerungsbecken und das Soll schematisch auf Basis des Vermessungsplanes / der Planungsunterlagen in das Gelände eingearbeitet.

Das hydrogeologische Normalprofil für den Versickerungsbereich (Tabelle 4) bildete die Grundlage für die Schichtung des Grundwasserströmungsmodells.

Im Modell wurden der obere Grundwasserstauer (GWS 1, Horizont 4) als Schicht 1 und der GWL 1 (Horizont 5) berücksichtigt. Der GWL 1 wurde unter Berücksichtigung der Kornverteilungsanalysen und der Bohrprofile in insgesamt drei Modellschichten (Schichten 2 bis 4) gegliedert.

Abbildung 3: Allgemeiner Modellaufbau für den Untersuchungsbereich - Eichmodell

Grundwasserneubildung nach [U15]



Schicht-OK / -UK	Layer	GWL/GWS	Ausbildung	innere Randbedingungen	äußere Randbedingungen (MHW)
<u>OK Schicht 1</u> (GOK – ca. 51 - 60 m NHN)	Schicht 1	ungespannt / gespannt	GWS 1 (ungesättigt / gesättigt)	Geschiebemergel	<u>Schicht 1 bis 4</u> RB 3 (GHB) - Zustrom Ausbau Wicken- dorf (41,15 m NHN)
<u>OK Schicht 2</u> (39,7 m NHN)	Schicht 2	ungespannt / gespannt	GWL 1 (oben)	Feinsand schwach schluffig	RB 3 (GHB) - Abstrom Schweriner See (39,95 m NHN)
<u>OK Schicht 3</u> (35,1 m NHN)	Schicht 3	gespannt	GWL 1 (Mitte)	Mittelsand	
<u>OK Schicht 4</u> (31,7 m NHN)	Schicht 4	gespannt	GWL 1 (unten)	Mittelsand, grobsandig	
<u>UK Schicht 4</u> (29,5 m NHN)					
Erläuterung:	OK	-	Oberkante		
	UK	-	Unterkante		
	RB	-	Randbedingung		

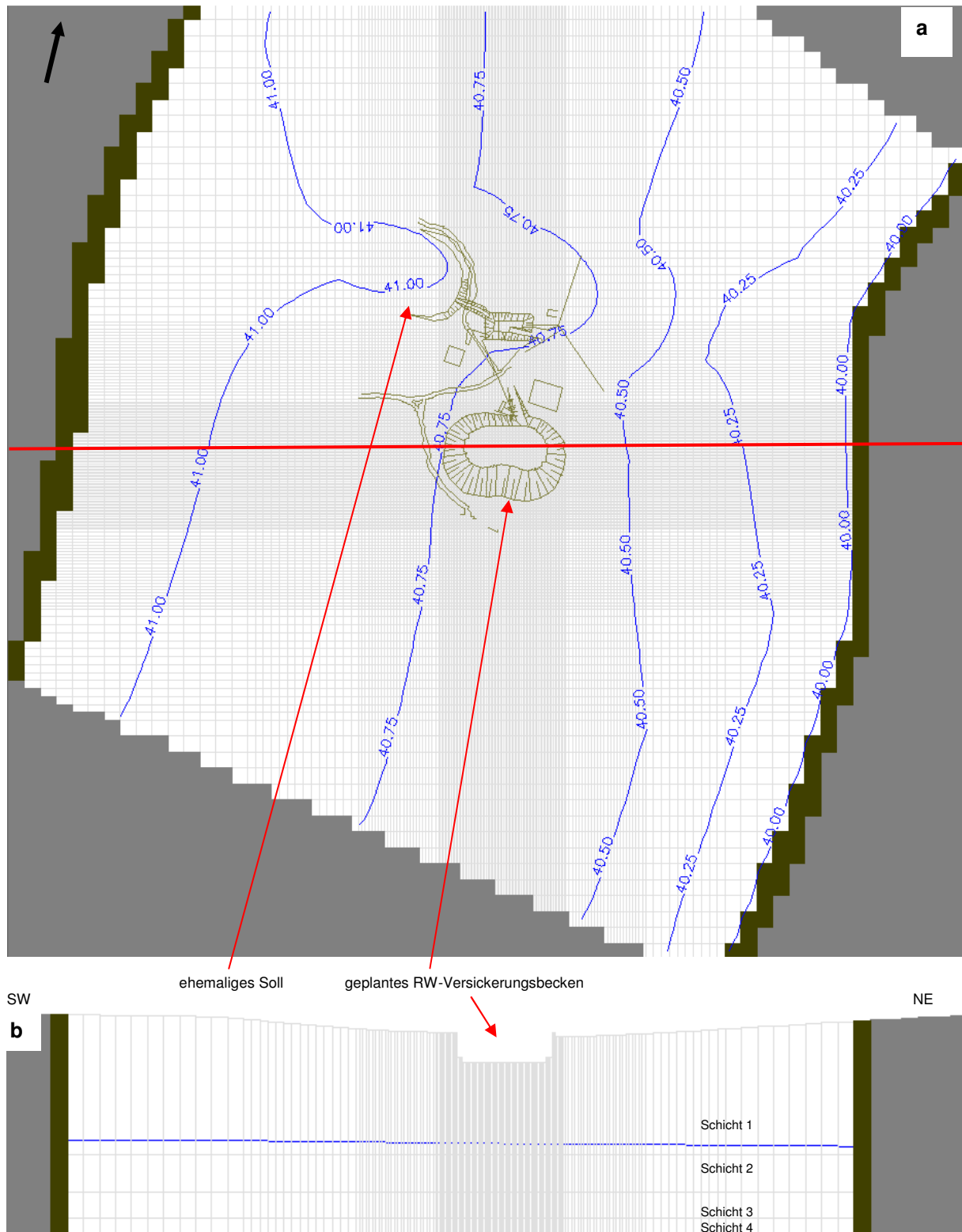


Abbildung 4: Draufsicht zur Modellschicht 3 mit berechneten Hydroisohypsen (a) und Profilschnitt von SW nach NE (b)

Die Modellunterkante wurde unter Berücksichtigung der 2019 am Standort abgeteufte Aufschlüsse mit 29,5 m NHN (vgl. Tabelle 5) festgesetzt.

Im Untersuchungsgebiet wird die langjährige mittlere Grundwasserneubildung für den bedeckten GWL 2 mit 60 – 117 mm/a angegeben (Kap. 4.5, Abbildung 2). Die Modellkalibrierung erfolgte auf Basis der Ergebnisse der Stichtagsmessung vom Juli 2019.

Da der Bemessungswasserspiegel einem Grundwasserhochstand entspricht, wurde die Grundwasserneubildung für das Prognosemodell nach Erfahrungswerten um 33 % auf 80 mm/a – 152 mm/a erhöht.

Für das engere Untersuchungsgebiet wurden als Ausgangswerte für die k_f -Werte für die Schichten 2 (Feinsande schwach schluffig), 3 (Mittelsand) und 4 (Mittelsand, grobsandig kiesig) aus den Ergebnissen der Pumpversuchsauswertung angesetzt (Kap. 4.2 und 4.3.1). Für die Schicht 1 wurden die Daten aus den Schichtangaben der vorhandenen Bohrungen (Anlage 3) abgeschätzt. Im Rahmen der stationären Modelleichung auf Basis des für den Standort ermittelten Grundwasserfließgeschehens wurden die k_f -Wert-Bereiche präzisiert.

5.2 Modelleichung für den GWL 2 auf Basis der Stichtagsmessung vom Juli 2019

5.2.1 Kalibriergrundlagen für das Eichmodell

Für das Grundwasserströmungsmodell wurde eine stationäre Eichung der Modellparameter auf Basis der Stichtagsmessung vom 18.07.2019 durchgeführt. Grundlage für die stationäre Eichung bildete das im Einzugsgebiet ermittelte Grundwasserfließgeschehen (Abbildung 1) der Grundwasserzufluss zum aktiven Modellgebiet (0,27 km²) aus dem anstromig des Modellgebietes gelegenen Einzugsgebiet (ca. 0,122 km²) bei einer Ø Grundwasserneubildung von 176 mm/a (Bereiche ohne Direktabfluss).

5.2.2 Verteilung der Durchlässigkeitsbeiwerte

Durch die Variation der k_f -Wert-Bereiche und k_f -Werte in diesen Bereichen wurde in der Kalibration „Eichung des stationären Strömungsmodells“ eine gute Annäherung der berechneten Grundwasserspiegel an das für das Untersuchungsgebiet ermittelte Grundwasserfließgeschehen zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung 18.07.2019 erreicht (Abbildung 10).

Die Verteilung der k_f -Werte für das geeichte Strömungsmodell in den Modellschichten 1 bis 4 kann Abbildung 5 bis Abbildung 8 entnommen werden.

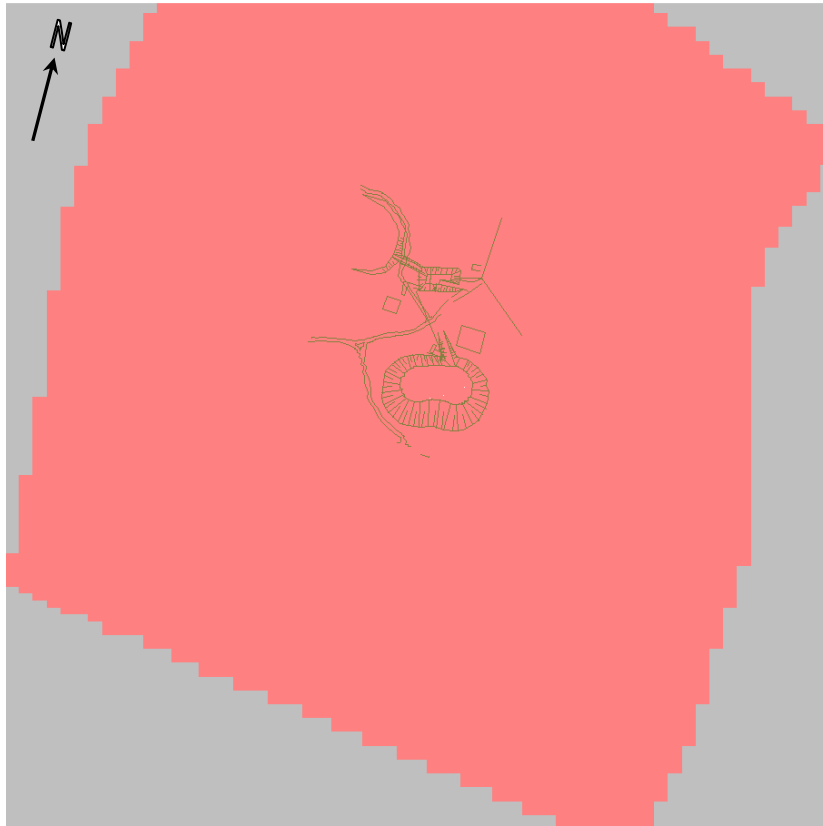


Abbildung 5: Verteilung der Durchlässigkeitsbeiwerte in Schicht 1 im Modellgebiet



Abbildung 6: Verteilung der Durchlässigkeitsbeiwerte in Schicht 2 im Modellgebiet

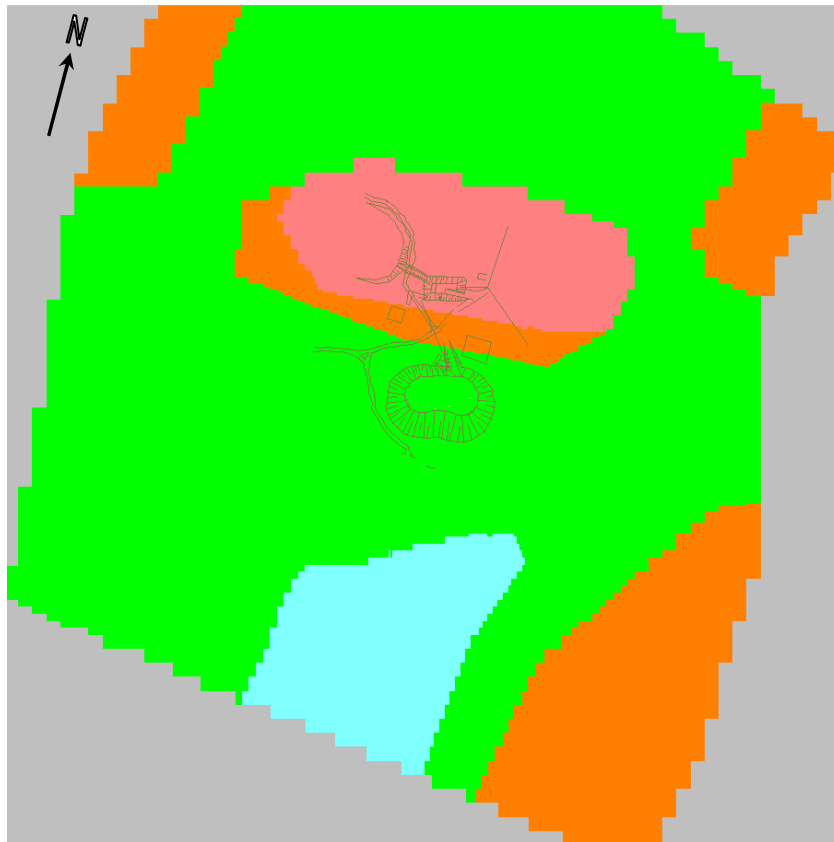


Abbildung 7: Verteilung der Durchlässigkeitsbeiwerte in Schicht 3 im Modellgebiet

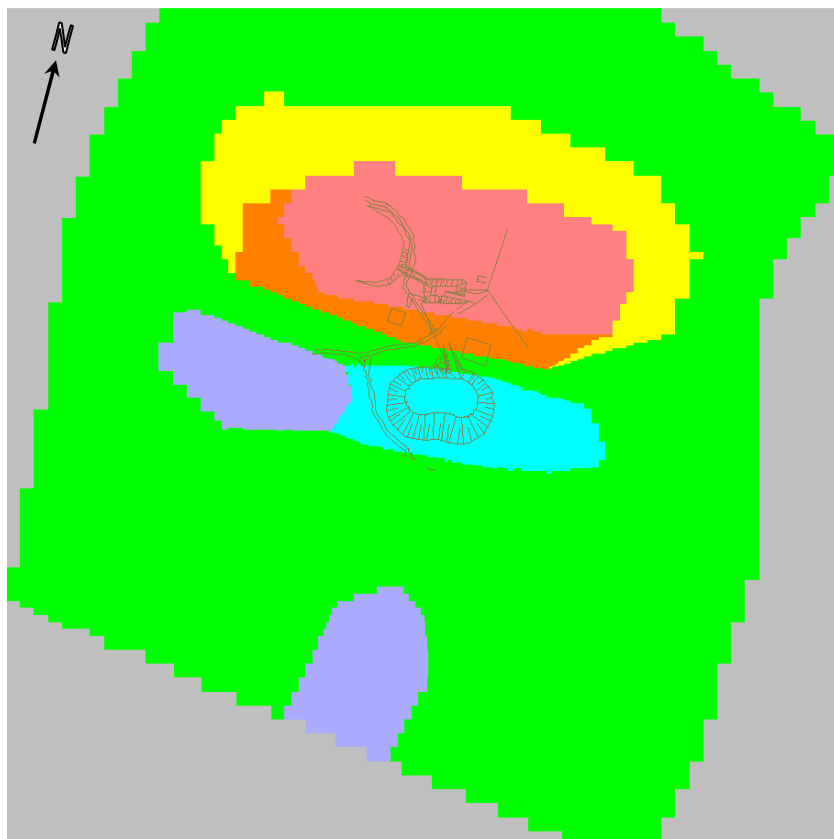


Abbildung 8: Verteilung der Durchlässigkeitsbeiwerte in Schicht 4 im Modellgebiet

■ Randbedingung 2. Art $Q=0$ (Inaktiv cell)

kf-Werte

0,000001 -	0,00005	$\times 10^{-4}$ m/s
0,00005 -	0,0001	$\times 10^{-4}$ m/s
0,0001 -	0,0005	$\times 10^{-4}$ m/s
0,0005 -	0,001	$\times 10^{-4}$ m/s
0,001 -	0,005	$\times 10^{-4}$ m/s
0,005 -	0,01	$\times 10^{-4}$ m/s
0,01 -	0,05	$\times 10^{-4}$ m/s
0,05 -	0,10	$\times 10^{-4}$ m/s
0,1 -	0,50	$\times 10^{-4}$ m/s
0,5 -	1,0	$\times 10^{-4}$ m/s
1 -	2,0	$\times 10^{-4}$ m/s
2 -	2,5	$\times 10^{-4}$ m/s
2,5 -	3,5	$\times 10^{-4}$ m/s
3,5 -	5	$\times 10^{-4}$ m/s
5 -	8	$\times 10^{-4}$ m/s
8 -	10	$\times 10^{-4}$ m/s
10 -	20	$\times 10^{-4}$ m/s
20 -	35	$\times 10^{-4}$ m/s

Abbildung 9: Legende zu Abbildung 5 bis Abbildung 8

5.2.3 Vergleich der gemessenen und berechneten Wasserspiegelwerte

In Abbildung 10 sind die gemessenen Grundwassergleichenpläne für den GWL 1 (Schicht 2) den berechneten Grundwasserspiegeln graphisch gegenübergestellt. Der graphische Vergleich zeigt, dass im Zuge der Modelleichung eine ausreichend gute Annäherung an das am Untersuchungsstandort ermittelte Grundwasserfließgeschehen erreicht werden konnte.

Tabelle 9: Vergleich der gemessenen und berechneten Grundwasserstände

Bezeichnung GWMS	Wsp. gemessen H_{gem}	Wsp. berechnet H_{cal}	Absoluter Fehler $F_{\text{abs}} = H_{\text{cal}} - H_{\text{gem}} $
	m NHN	m NHN	m
WEA 5	40,66	40,65	0,01
WEA 7	40,66	40,64	0,02
WEA 8	40,71	40,72	0,01
		Mittelwert F_{abs}	0,01

Die gemessenen Grundwasserstände konnten mit einen sehr geringen absoluten Fehler von nur 0,01 m durch das Modell nachvollzogen werden (Tabelle 9). Das Modell kann somit als gut kalibriert bezeichnet werden und den weiteren Prognoseberechnungen zugrunde gelegt werden.

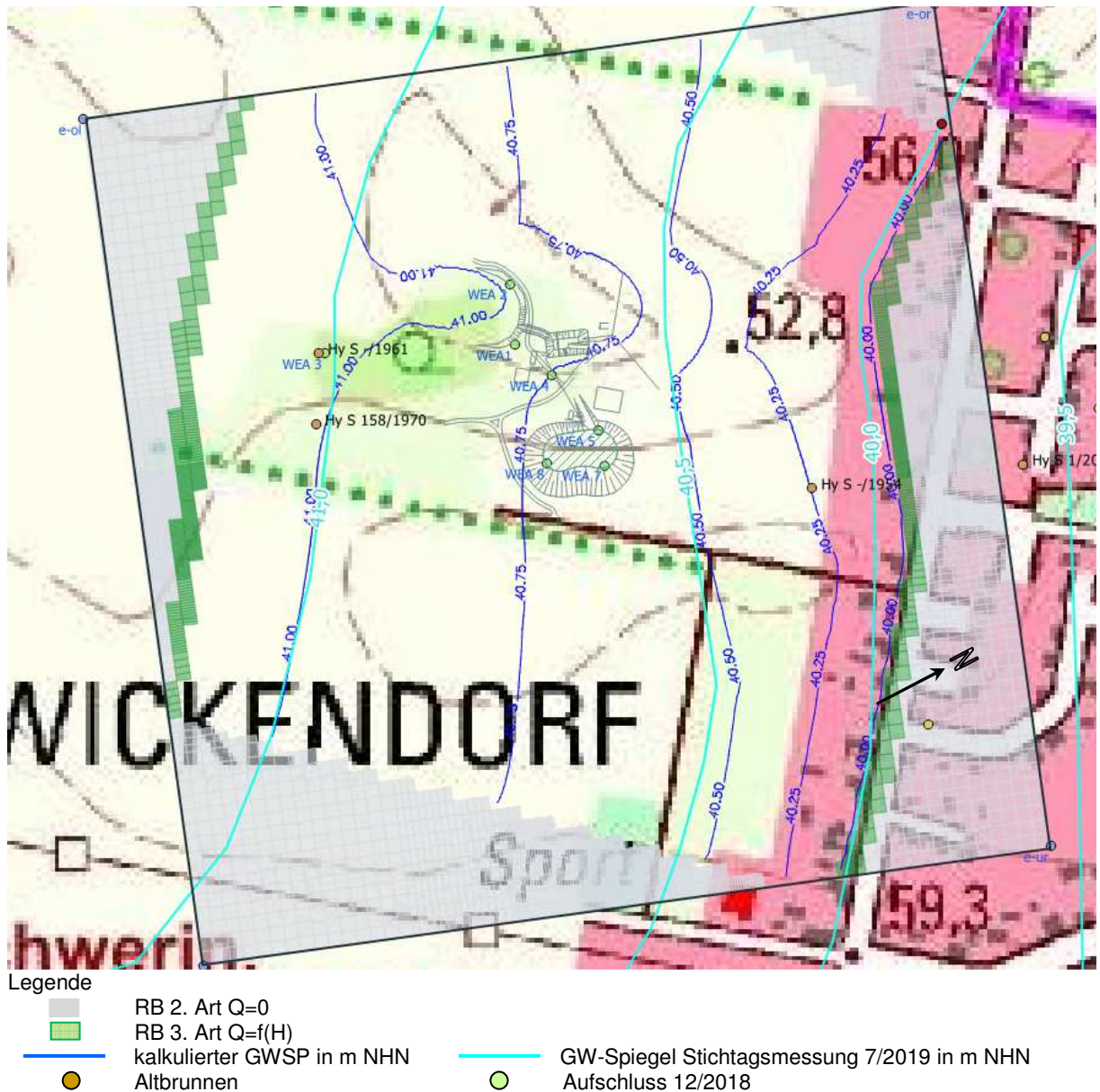


Abbildung 10: Vergleich berechneter und Grundwasserspiegel im GWL 2 (Schicht 2)

6 Prognose der Leistungsfähigkeit der Regenwasserversickerungsanlage

6.1 Anmerkungen zur Methodik

Für die Prognoseberechnungen wurde das Grundmodell um die Regenwasserversickerungsanlage erweitert. Diese Modelle werden nachfolgend als Prognosemodelle bezeichnet und sie werden in zwei Varianten (für stationäre und instationäre Berechnungen) verwendet.

Die Versickerung des im B-Plangebiet auf den versiegelten Flächen anfallenden Niederschlagswassers über ein Regenwasserversickerungsbecken mit Anschluss des GWL 2

durch Versickerungssäulen führt zu einer dauerhaften Grundwasseraufhöhung im bedeckten GWL im Bereich um das geplante Becken und damit zu einer Verminderung des Grundwasserflurabstandes.

Diese bei einem langjährigen Betrieb des Versickerungsbeckens dauerhaft zu erwartenden mittleren Aufhöhung wurde im Rahmen einer Prognoseberechnung in einem 1. Schritt mittels eines stationären Grundwassermodells (Prognosevariante 1) ermittelt. Das kalibrierte Grundwassermodell wurde dafür an die Randbedingungen in Abbildung 11 für Grundwasserhochstände (HHW) angepasst.

Die Betriebsfähigkeit der Regenwasserversickerungsanlage muss jedoch auch bei allen nur alle paar Jahre auftretenden Starkregenereignissen gewährleistet sein. Diese Prognoseberechnungen zur Ermittlung der Versickerungsmenge in 24 h bei einem 5 jährigen Starkregenereignis wurden instationär auf Basis des 3D-Grundwassermodells in Prognosevariante 2 durchgeführt. Das kalibrierte Grundwassermodell wurde dafür an die Randbedingungen in in Abbildung 12 für mittlere Grundwasserstände (MW) angepasst.

Anhand der ergänzenden hydrogeologischen Erkundung konnte die Datengrundlage für die Aktualisierung des 3D-Grundwassermodells erheblich verbesserten werden.

In einer ersten Etappe erfolgten die Prognoseberechnungen auf Basis der Eckdaten der Regenwasserversickerungsanlage nach **Variante A**:

Beckensohlfläche 1.200 m²
20 Versickerungssäulen (UK 31,7 m NHN)

Weitere Randbedingungen für die RWVA sind in Kap. 2.2 beschrieben.

Im Ergebnis der Prognoseberechnungen für Variante A ergab sich ein Versickerungsvolumen von ca. 2.450 m³ pro 24 h für das bemessungsrelevante 5jährige Starkregenereignis. Da für die RWVA nur eine Versickerungsleistung von 1.620 m³ bei einer Entleerungszeit von 24 h gefordert ist, ergaben sich Optimierungsmöglichkeiten für Anlage.

In der nachfolgenden szenariotechnischen Variantenbetrachtungen für die RWVA wurden nur diese beiden o.g. Parameter für die Standortbedingungen optimiert , da sie einen wesentlichen kostenfaktor darstellen.

Im Zuge der szenariotechnischen Variantenbetrachtungen wurden diese Parameter optimiert. Die optimierte RWVA wird nachfolgend in Kap. 6.2 dargestellt und erläutert und als Prognose nach **Variante B** bezeichnet. Sie weist die folgenden Eckdaten auf:

Beckensohlfläche 1.000 m²
14 Versickerungssäulen (UK 31,7 m NHN)

6.2 Prognose der Leistungsfähigkeit der optimierten Regenwasserversickerungsanlage (Variante B)

6.2.1 Randbedingungen und Annahmen für die Versickerungsanlage im Prognosemodell

Im Rahmen der Grundwassermodellierung wurde die optimierte Regenwasserversickerungsanlage nach Variante B mit nachfolgenden Eckdaten angesetzt.

Die Fläche des Versickerungsbeckens beträgt 1.000 m². Für das maßgebende Regenereignis wurde in [U1] über 10 h ein Drosselabfluss von 45 l/s angegeben. Das entspricht einem Versickerungsvolumen von 1.620 m³. In Abstimmung mit dem Planer wurde für die zu versickernde Niederschlagsmenge die nach ATV 138 zulässige maximale Entleerungszeit von 24 h der Prognose zugrunde gelegt. Der maximale Wasserspiegel im Versickerungsbecken kann dabei mit 52 m NHN und der minimale mit 51,6 m NHN (Höhe Einlauf 51,6 m NHN, Ø Rohr DN 400) angenommen werden [U1].

An der Sohle des Versickerungsbeckens ist die Herstellung von 14 rasterförmig verteilten Versickerungssäulen verüllt mit Dränkies Körnung 4/16 (Abbildung 13) bis in den gespannten hier bei Ø 39,7 m NHN anstehenden Grundwasserleiter vorgesehen. Die Kiessäulen sind ab Beckensohlplanum (50,75 m NHN) bis zur mittleren Unterkante der Schicht 3 herzustellen und damit jeweils ca. 19 m lang. Unter Berücksichtigung des Aufschlusses WEA 7 und WEA 8 wurde die Unterkante (UK) der Versickerungssäulen bei Ø 31,7 m NHN angenommen.

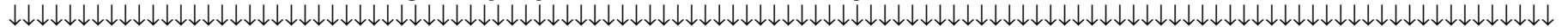
Bei einer Fläche des Versickerungsbeckens von 1.000 m² ergibt sich dabei eine Versickerungssäule pro 71 m² Beckensohlfläche, was einem Rasterabstand von Ø ca. 8,5 m entspricht. Der Abstand kann durch die Lage einiger Versickerungssäulen im Beckenrandbereich etwas vergrößert werden. Die im Modell verwendete Verteilung der Versickerungssäulen an der Beckensohle ist in Anlage 2/2 und Abbildung 13 dargestellt.

Die Säulen werden dabei ca. 7,5 - 9 m in den unter dem Geschiebemergel anstehenden gespannten Grundwasserleiter einbinden. Die notwendige Durchlässigkeit der Versickerungssäulen wird in [U1] mit $2 \cdot 10^{-2}$ m/s bei einem Durchmesser von 700 mm (Fläche 0,384 m²) angegeben. Im Modell wurde vereinfachend mit 1-m²-Säulen mit Querschnittsflächen angepasst vermindertem kf-Wert ($7,7 \cdot 10^{-3}$ m/s) gerechnet.

Die Sohle des Versickerungsbeckens liegt bei 51,25 m NHN. Über der direkt mit den Säulen kontaktierenden Dränschicht aus Kiessand (Körnung 2/8) ist eine filterstabile Filterschicht aus kiesigem schlufffreien Sand 0/4 vorgesehen (Anlage 7). Die Gesamtmächtigkeit der filterstabilen Kies-Sand-Schichtung über den Versickerungssäule an der Beckensohle soll 0,5 m betragen, so dass die Oberkante der Versickerungssäulen bei ca. 50,75 m NHN anzunehmen ist.

Abbildung 11: Allgemeiner Modellaufbau für den Untersuchungsbereich – Prognosemodell 1

Grundwasserneubildung nach [U15] für GWL 2 um 33% erhöht wegen Grundwasserhöchststand



Schicht-OK / -UK	Layer	GWL/GWS	Ausbildung	innere Randbedingungen	äußere Randbedingungen (HHW)
<u>OK Schicht 1</u> (GOK – ca. 51 - 60 m NHN)	Schicht 1	ungespannt / gespannt GWS 1 (ungesättigt / gesättigt)	Geschiebemergel	<u>Schicht 1 (Modellvariante 1)</u> RB 3 – (Recharge) Beckenversickerung 62.500 mm/a (37.550 m³ auf 1000 m² pro Jahr) <u>Schicht 1 (Modellvariante 2)</u> RB 3 – (GHB) Wassergefülltes RWVB Wasserstand 52 m NHN, Transmissivität $5 \cdot 10^{-4}$ m²/s (zeitbegrenzt Stress Periode 1 - 24 h)	<u>Schicht 1 bis 4</u> RB 3 (GHB) - Zustrom Ausbau Wickendorf (42,25 m NHN) RB 3 (GHB) - Abstrom Schweriner See (41,05 m NHN)
<u>OK Schicht 2</u> (39,7 m NHN)	Schicht 2	ungespannt / gespannt GWL 1 (oben)	Feinsand	<u>Schicht 1 bis 3 (Modellvarianten 1 und 3)</u> 14 Versickerungssäulen	
<u>OK Schicht 3</u> (35,1 m NHN)	Schicht 3	gespannt GWL 1 (Mitte)	Mittelsand		
<u>OK Schicht 4</u> (31,7 m NHN)	Schicht 4	gespannt GWL 1 (unten)	Mittelsand, grobsandig		
<u>UK Schicht 4</u> (29,5 m NHN)					
Erläuterung:	OK - Oberkante UK - Unterkante RB - Randbedingung RWVB - Regenwasserversickerungsbecken				

Abbildung 12: Allgemeiner Modellaufbau für den Untersuchungsbereich – Prognosemodell 2

Grundwasserneubildung nach [U15] für GWL 2



Schicht-OK / -UK	Layer	GWL/GWS	Ausbildung	innere Randbedingungen	äußere Randbedingungen (MW)
<u>OK Schicht 1</u> (GOK – ca. 51 - 60 m NHN)	Schicht 1	ungespannt / gespannt	GWS 1 (ungesättigt / gesättigt)	Geschiebemergel	<u>Schicht 1 (Modellvariante 1)</u> RB 3 – (Recharge) Beckenversickerung 62.500 mm/a (37.550 m³ auf 1.000 m² pro Jahr) <u>Schicht 1 (Modellvariante 2)</u> RB 3 – (GHB) Wassergefülltes RWVB Wasserstand 52 m NHN, Transmissivität $5 \cdot 10^{-4}$ m²/s (zeitbegrenzt Stress Periode 1 - 24 h) <u>Schicht 1 bis 4</u> RB 3 (GHB) - Zustrom Ausbau Wickendorf (41,35 m NHN) RB 3 (GHB) - Abstrom Schweriner See (40,15 m NHN)
<u>OK Schicht 2</u> (39,7 m NHN)	Schicht 2	ungespannt / gespannt	GWL 1 (oben)	Feinsand schwach schluffig	<u>Schicht 1 bis 3 (Modellvarianten 1 und 3)</u> 14 Versickerungssäulen
<u>OK Schicht 3</u> (35,1 m NHN)	Schicht 3	gespannt	GWL 1 (Mitte)	Mittelsand	
<u>OK Schicht 4</u> (31,7 m NHN)	Schicht 4	gespannt	GWL 1 (unten)	Mittelsand, grobsandig	
<u>UK Schicht 4</u> (29,5 m NHN)					

Erläuterung:

OK	-	Oberkante
UK	-	Unterkante
RB	-	Randbedingung
RWVB	-	Regenwasserversickerungsbecken



Legende:  optimierte gegenüber [U7] reduzierte Beckensohle

Abbildung 13: Mögliche Verteilung der Versickerungssäulen im Bereich des geplanten Versickerungsbeckens mit Modellraster

Für die im Beckensohlbereich oberflächlich anstehende Sandschicht wurde für den schlufffreien 0/4 Füllsand ein k_f -Wert von $5 \cdot 10^{-4}$ m/s angesetzt. Der mögliche Aufbau der Versickerungssäule und der über den Versickerungssäulen einzubauenden zweischichtigen filterstabilen Beckensohl-dränung ist in Anlage 7 dargestellt.

Das für die Prognose der dauerhaften Grundwasseraufhöhung verwendete schematisierte Prognosemodell ist in Abbildung 11 dargestellt.

6.2.2 Prognoseergebnisse für Modellvariante 1 – Dauerhafte mittlere Aufhöhung des Grundwasserstandes im gespannten GWL bei Betrieb der Regenwasserversickerungsanlage

In Tabelle 10 ist die Ermittlung der für den Beckenbereich auf Basis der für den Standort vorliegenden klimatischen Daten (Kap. 4.5) dargestellt. Die zusätzlich zur natürlichen Grundwasserneubildung (59,7 mm/a) im Beckenbereich anfallende mittlere jährliche Versickerungsrate wurde mit $1,19 \cdot 10^{-6}$ m/s ermittelt.



Legende

- 0,25 — Anstieg des Grundwasserstandes im GWL 2 in m
- + GWMS / fiktiver Kontrollpegel

Abbildung 14: Prognostizierte Grundwasserstandsänderung bei dauerhafter Versickerung von 37.550 m^3 pro Jahr (Modellvariante 1) – Detailansicht (GWL 2 – Modellschicht 2)



Legende

-0.25 — Anstieg des Grundwasserstandes im GWL 2 in m
+ Aufschluss

Randbedingungen Modell

RB 3 (Drain). Art $Q=f(H)$

○ Sohle optimiertes Versickerungsbecken

Abbildung 15: Prognostizierte Grundwasserstandsänderung bei dauerhafter Versickerung von 37.550 m³ pro Jahr (Modellvariante 1) – Detailansicht (GWS 1 – Modellschicht 1)

Tabelle 10: Ermittlung der im RWVB anfallenden mittleren jährlichen Versickerungsrate

mittl. Niederschlag		reale Verdunstung	Abfluss	versiegelte Fläche	gesamte jährliche Versickerungsrate	Fläche RWVB	Mittlere Versickerungsrate Becken
N	Nkor	Vreal	(GWNB)	Au			
mm/a	mm/a	mm/a	mm/a	m ²	m ³ /a	m ²	m/s
620	682	0	682	55058	37550	1000	1,19*10 ⁻⁶

Um die möglichen langfristigen Auswirkungen der geplanten Regenwasserversickerung auf die Höhe des Grundwasserstandes im GWL 2 im Bereich der Versickerungsanlage zu ermitteln, wurde unter Berücksichtigung der jährlich anfallenden mittleren Versickerungsmenge von 37.550 m³ (vgl. Tabelle 10) eine Prognose zum Grundwasserfließgeschehen und der dauerhaften Grundwasserstandsänderung durchgeführt.

In Abbildung 14 ist der zu erwartende Anstieg des Grundwasserspiegels und die laterale Ausdehnung der Grundwasserstandserhöhung > 10 cm im Untersuchungsgebiet dargestellt.

Die stationäre Prognose nach Modellvariante 1 ergab, dass sich der Grundwasserstand lokal im gespannten Grundwasserleiter GWL 2 dauerhaft wahrscheinlich um > 0,5 bis max. 0,6 m erhöhen wird (Abbildung 14).

Die dauerhaft im Bereich des Versickerungsbeckens zu erwartende Erhöhung des langjährigen mittleren Grundwasserstandes im GWL 2 um bis zu 0,6 m ist im Vergleich zum unbeeinflussten minimalen Grundwasserflurabstand von 9,45 m (bei Grundwasserhochstand 41,8 m NHN) unter geplanter Beckensohle (51,25 m NHN) eher gering. Der bei Dauerbetrieb der Versickerungsanlage zu erwartende mittlere Grundwasserstand liegt dann im Bereich des Grundwasserhochstandes im unbeeinflussten Zustand für den GWL 2, d.h. für den Zeit ohne Regenwasserversickerungsanlage.

Die Prognoseberechnungen ergaben jedoch für den Deckstauer (GWS 1 – Modellschicht 1) außerhalb der Versickerungssäulen im Bereich des geplanten Regenwasserversickerungsbeckens bei langfristigem Betrieb im stationären Zustand eine lokal erheblich höhere Aufhöhung von >8 m fast bis zur Oberkante des Geschiebemergels (Schicht 1) - Abbildung 15. Der dauerhafte Betrieb führt damit, wie zu erwarten, zu einer vollständigen Durchfeuchtung des Horizontes 4 (Geschiebemergel / Ton) im Bereich des Versickerungsbeckens. Im Bereich der Versickerungssäulen fällt der Wasserstand bis auf den im GWL 2 gemessenen Wasserstand ab.

6.2.3 Prognoseergebnisse für Modellvariante 2 – Leistungsfähigkeit der Versickerungsanlage beim bemessungsrelevanten Starkregenereignis

Die Betriebsfähigkeit der Regenwasserversickerungsanlage muss jedoch auch bei den nur alle 5 - 10 Jahre oder seltener auftretenden Starkregenereignissen gewährleistet sein. Diese Prognoseberechnungen wurden instationär auf Basis des 3D-Grundwassermodells in Modellvariante 2 durchgeführt. In Abstimmung mit den Behörden und unter Berücksichtigung der ATV A 138 ist dabei ein 5jähriges Starkregenereignis der Bemessung der RWVA zu Grunde zu legen.

Um zu ermitteln welche Auswirkungen, die bei Starkregenereignissen innerhalb kurzer Zeit zu erwartenden erheblichen Versickerungsmengen von bis zu 1.620 m³ pro Tag auf das Grundwasserfließgeschehen haben können, wurde eine Prognose nach Modellvariante 2

durchgeführt (Kap. 6.2.1, Abbildung 12). Der Wasserstand im Becken wurde über 24 Stunden (einzuhaltende Entleerungszeit) konstant bei 52 m NHN angenommen (**Modellvariante 2**).

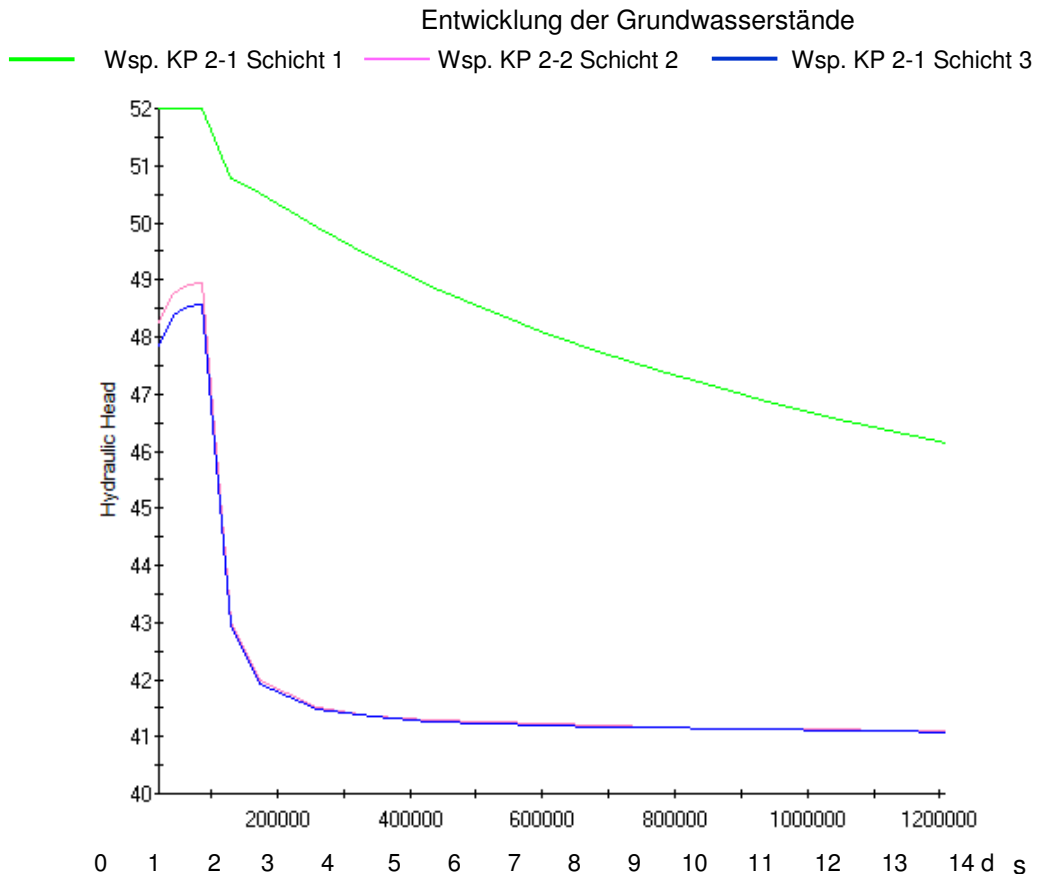
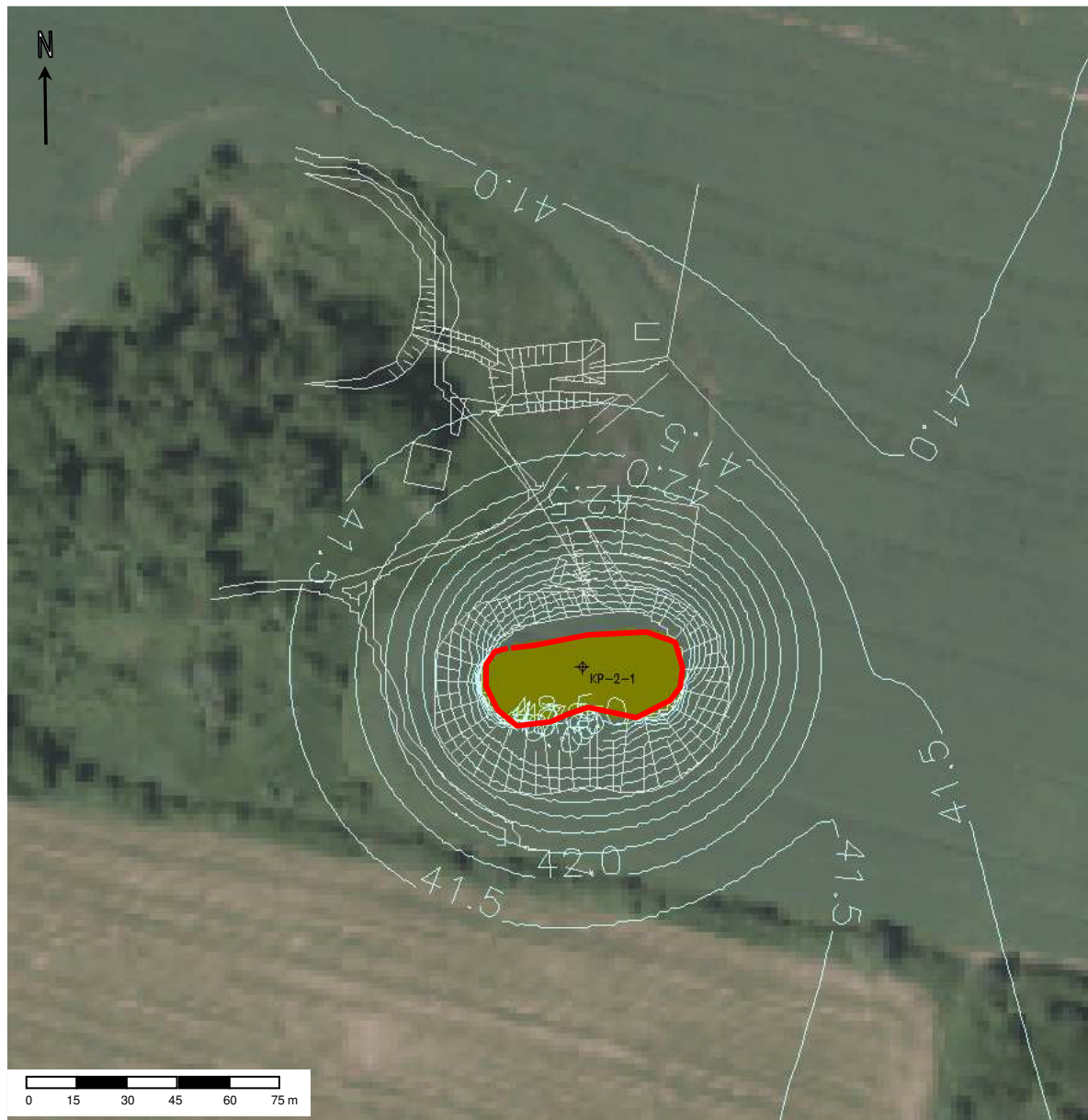


Abbildung 16: Entwicklung des Grundwasserstandes im Becken bei 24 Stunden Entleerungszeit (Modellvariante 2)

Für die Prognose der Entwicklung des Grundwasserstandes im Bereich des Versickerungsbeckens wurden im Modell virtuelle Kontrollpegel (KP 1 bis KP 3) verwendet, deren Lage in Abbildung 20 dargestellt ist. Die Änderung des Grundwasserstandes in der Beckenmitte am Kontrollpegel KP 2 (Abbildung 16), wurde im stationären Zustand für die Dauer von 14 Tagen⁴ prognostiziert.

⁴ Zeitraum für den bei den vorliegenden hydrogeologischen Verhältnissen relevante Auswirkungen auf den Grundwasserstand im Untersuchungsgebiet zu erwarten sind.



Legende

-  Hydroisohypse berechnet mit Angabe Wasserstand in Schicht 1 in m NHN
 Sohle optimiertes Versickerungsbecken

Randbedingungen Modell
 RB 3 (GHB). Art $Q=f(H)$

Abbildung 17: Prognostizierter Grundwasserhöchststand in Schicht 1 bei 24 Stunden Entleerungszeit mit Versickerungsvolumen von 1.620 m³/d

Die Prognose zeigt, dass der Grundwasserstand im Entleerungszeitraum von 24 h im oberen Bereich des GWL 2 (Schicht 2) und im zentralen Beckenbereich bis ca. 49 m NHN (KP 2) ansteigt. Für den Geschiebemergel (Schicht 1) ist im Bereich der Beckensohle eine vollständige Durchfeuchtung der ehemals ungesättigten Bodenzone zu erwarten (Abbildung 16). Die Reichweite der erhöhten Porendruckwasserstände in Schicht 1 (GWS1) beschränkt sich allerdings nach 24 h im Unterschied zum Grundwasserleiter 2 auf den Bereich unmittelbar um das Becken (Abbildung 17).



Legende

- Hydroisohypse berechnet mit Angabe Wasserstand im GWL 2 in m NHN
- + Aufschluss
- Randbedingungen Modell
- RB 2. Art $Q=0$
- RB 3 (GHB). Art $Q=f(H)$

Abbildung 18: Prognostizierter Grundwasserhöchststand im GWL 2 bei 24 Stunden Entleerungszeit mit Versickerungsvolumen von $1.620 \text{ m}^3/\text{d}$ und Ausgangswasserständen für mittleren beeinflussten Grundwasserstand in Schicht 2 (GWL 2)

In Abbildung 18 ist das geänderte Grundwasserfließgeschehen unmittelbar nach Ende der Versickerung von 1.620 m^3 im Zeitraum von 24 h und in Abbildung 19 der maximal zu erwartende Anstieg des Grundwasserspiegels und die laterale Ausdehnung der Grundwasserstandserhöhung $> 20 \text{ cm}$ im Untersuchungsgebiet während der Beckenentleerung dargestellt.

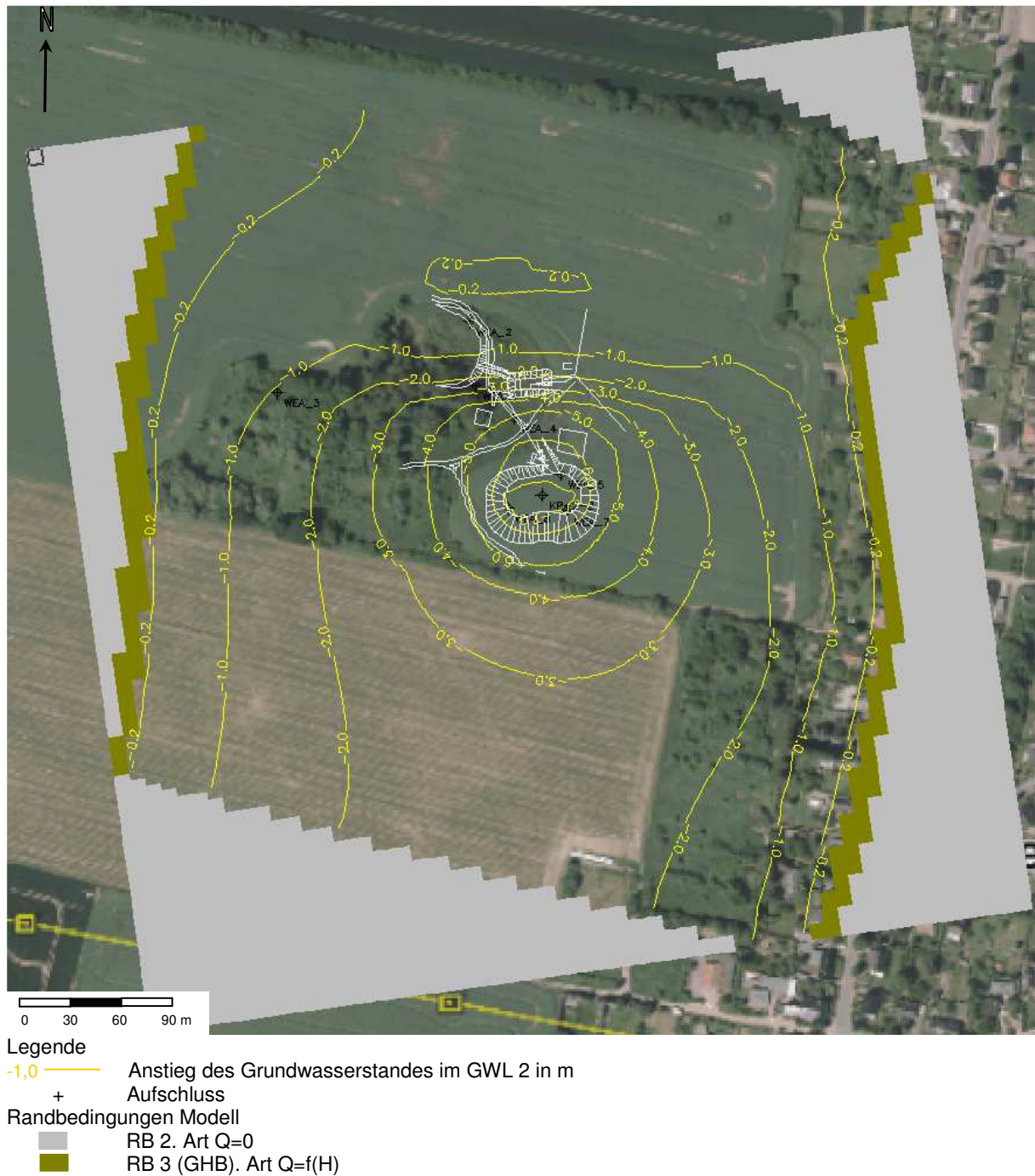
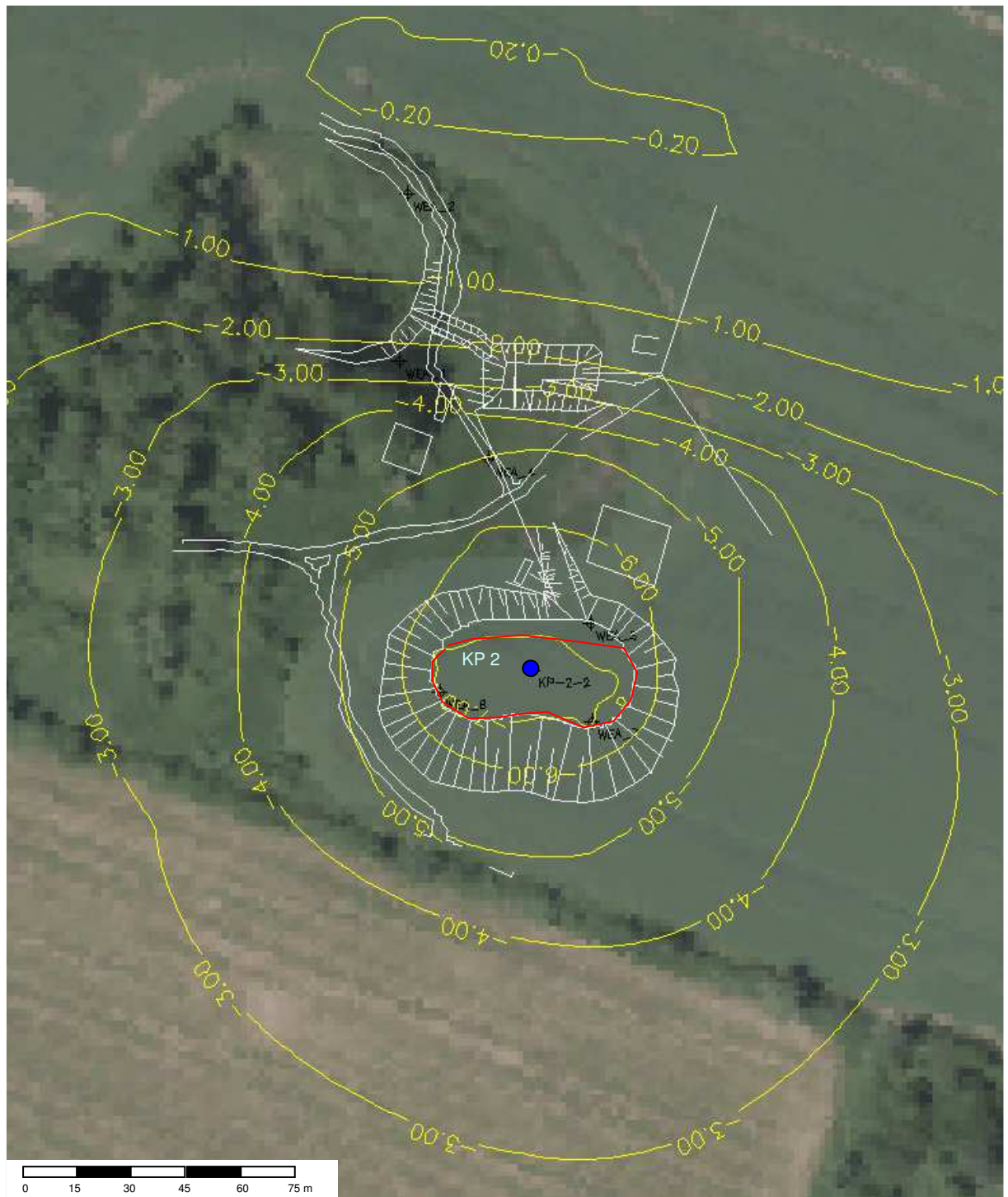


Abbildung 19: Prognostizierte maximale Grundwasserstandsänderung im GWL 2 bei 24 Stunden Entleerungszeit mit Versickerungsvolumen von 1.620 m³/d

Die Darstellung zeigt, dass nach 24 h Entleerung bei einer Versickerung von ca. 1.620 m³/d Grundwasseranstiege >1 m bis in eine Entfernung von ca. 300 m um das Becken zu erwarten sind. Aufgrund des großen Grundwasserflurabstandes des GWL 2 sind Beeinflussungen von Bauwerken aber nicht zu erwarten.



Legende

-3,0 — Anstieg des Grundwasserstandes im GWL 2 in m



Beckensohle der geplanten Regenwasserversickerungsanlage



fiktiver Kontrollpegel

Abbildung 20: Prognostizierte maximale Grundwasserstandsänderung nach 24 h Entleerungszeit mit einem Versickerungsvolumen von 1.620 m³/d - Detailansicht

Mit dem Tool 'Waterbudget' von PMWIN wurde die im Verlaufe von 24 h für das Becken prognostizierte Versickerungsmenge ermittelt. Die Prognose zeigt, dass mit der in Kap. 6.2.1

beschriebenen optimierten Regenwasserversickerungsanlage bei einem Wasserstand von 52 m NHN im Becken 1.634 m³ Niederschlagswasser innerhalb von 24 h (Abbildung 21, Tabelle 11) versickert werden können. Damit sind die Forderungen der ATV A 138 hinsichtlich der Entleerungszeit erfüllt.

Tabelle 11: Ermittlung der Versickerungsmengen im Becken

Zeit seit Versickerungsbeginn h	Dauer Stress Periode h	Versickerungs rate		Versickerungsmenge gesamt m ³
		m ³ /s	m ³ /h	
6	6	$2,94 \cdot 10^{-2}$	105,8	635
12	6	$1,61 \cdot 10^{-2}$	57,9	982
18	6	$1,53 \cdot 10^{-2}$	54,9	1312
24	6	$1,49 \cdot 10^{-2}$	53,8	1634

Versickerungsmenge gesamt

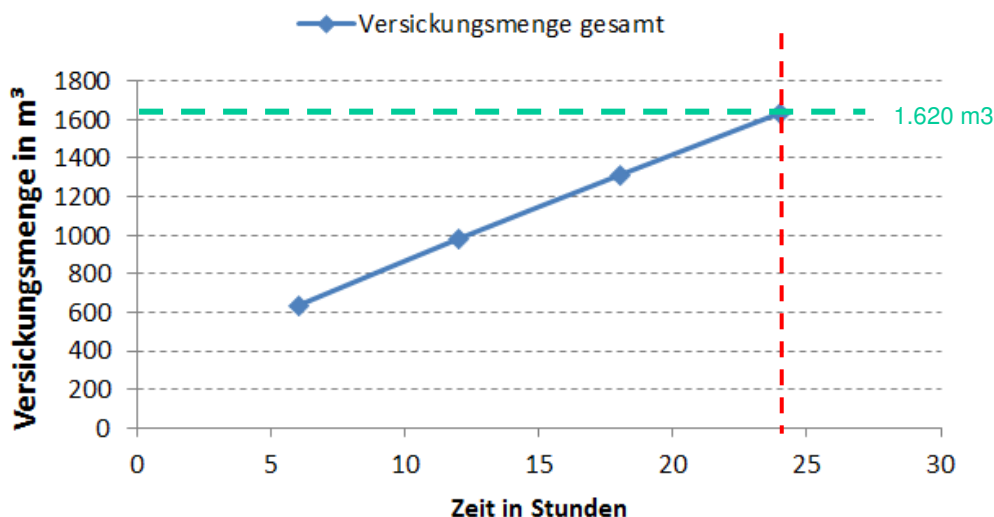


Abbildung 21: Prognose der Entwicklung der Versickerungsmengen im Bereich des Beckens nach Befüllung

7 Zusammenfassende Bewertung und Empfehlungen

7.1 Bewertung

Für das B-Plangebiet 97.16 werden Regenwässer auf einer undurchlässigen Fläche (Au) von 55.058 m² anfallen, die nach Zwischenspeicherung in einem Soll über ein Regenwasserversickerungsbecken mit einer Sohlfläche von ca. 1.000 m² und 14 Versickerungssäulen DN 700 mit einem Drosselabfluss von 45 l/s in 10 h in den halbgelassenen ab Ø 39,7 m NHN anstehenden GWL 2 versickert werden sollen. Die mit Kiesmaterial mit einem kf-Wert von $>2 \cdot 10^{-2}$ m/s gefüllten Versickerungssäulen (z.B. Dränkies Könung 4/16) sollen über eine 30 cm mächtige Dränschicht aus Kiessand (z.B. Dränkies Könung 2/8) verbunden werden. Darüber ist eine filterstabile Schicht aus Mittel- bis Grobsand (z.B. Sand 0/4, Schluffanteil <3%) als Filterschicht (kf-Wert von $5 \cdot 10^{-4}$ m/s) einzubauen. Die Beckensohle ist

bei 51,25 m NHN geplant. Die Sandschicht wurde mit einer maximalen Mächtigkeit von 20 cm angenommen.

Die mit Hilfe eines dreidimensionalen ortsdiskreten 4-Schicht-Grundwassermodells durchgeführten Prognoseberechnungen ergaben, dass mit dem aktualisierten Kenntnisstand zu den hydrogeologischen und hydrodynamischen Standortverhältnissen und unter Berücksichtigung der optimierten Eckdaten der Regenwasserversickerungsanlage (14 Versickerungssäulen, Beckensohlfläche 1.000 m² mit flächiger zweischichtfilterstabiler Kies-Drän- und Sand-Filterschicht) 1.634 m³ Niederschlagswasser innerhalb von 24 h versickert werden können. Die Forderungen der ATV A 138 zur Entleerungszeit von 24 h für die beim bemessungsrelevanten 5jährigen Starkregenereignis anfallende Niederschlagsmenge von 1.620 m³ werden somit eingehalten.

7.2 Empfehlungen zur Herstellung der Regenwasserversickerungsanlage

Bei einer Überarbeitung der Planungen zur Versickerungsanlage sollten nachfolgende Punkte Berücksichtigung finden:

- Bei der Herstellung der Flächendränage im Bereich der Sohle des Versickerungsbeckens, ist ein filterstabiler Aufbau mit einem abgestimmten Körnungsverhältnis (Kies – Gegenfilter (Filtersand)) zu wählen, so dass ggf. noch im Niederschlagswasser enthaltene Feinanteile oder verwittertes Laub nicht in die Kiesschicht ausgetragen werden und diese kolmatieren können (vgl. Anlage 7).
- Der Decksande sollten für die Gewährleistung der Versickerungsleistung des Beckens einen mittlere k_f -Wert von $5 \cdot 10^{-4}$ m/s nicht unterschreiten.
- Das Planum der Beckensohle sollte während der Bauarbeiten nicht befahren werden, um Sohlverdichtungen zu verhindern. Die Sohle des Versickerungsbeckens darf, um eine Verdichtung zu vermeiden, während der Bauarbeiten sowie im Betriebszustand nicht mit schweren Baumaschinen befahren werden.
- Bei der Herstellung der Versickerungssäulen ist ein Bohrverfahren zu wählen, dass Bodenverdichtungen und Kolmationen im Säulenbereich weitestgehend vermeidet, um die Anbindung der Versickerungssäulen an den Grundwasserleiter zu optimieren. Möglich wäre z.B. eine Spülbohrung auf Wasserbasis bzw. unter Verwendung eines biologisch abbaubaren Spülungszusatzes.
- Außerhalb der Versickerungssäulen sollte eine 0,1 m mächtige Sauberkeitsschicht aus Füllsand 0/4 als Trennlage bzw. Ausgleichsschicht zwischen dem im Bereich der Beckensohle anstehenden Geschiebemergel und der Kiesdrainschicht eingebaut werden.
- Um eine schleichende Kolmatation der Versickerungssäulen durch Auswaschung von Feinteilen aus dem GWS 1 mit dem Sickerwasser zu vermeiden, ist im Bereich des

hängenden Grundwasserstauers (GWS1) bis zur OK des versickerungsrelevanten GWL 2 eine Verrohrung der Versickerungssäulen mit geeigneten Kunststoffrohren DN 700 einzuplanen (s. Normalprofil Anlage 7).

D. Sacharowa
Dipl.-Hydrogeol.

8 Quellen

- [U9] Niederschlagshöhen der Station Schwerin aus KOSTRA-2010R
- [U10] Wasserstände am Pegel Schweriner See Werderbrücke (Oktober 2018), www.Pegelonline\WSA Lauenburg
- [U11] Wasserstandsdaten 2009 / 2019 für die Landesmessstelle Schwerin-Lankow (MKZ 23340025), StALU Westmecklenburg 6/2019
- [U12] Haupttabelle und Wasserstandsdaten 1971 / 2015 für die ehemalige Landesmessstelle Schwerin-Wüstmark (MKZ 24340001), StALU Westmecklenburg von 2017
- [U13] Daten des Umweltkartenportals des LUNG MV, Landesbohrdatenbank und Grundwassermessnetz Stand 5/2019, www.umweltkarten\mv-regierung.de
- [U14] Daten des Umweltkartenportals des LUNG MV, Grundwassergleichenpläne Stand 2016
- [U15] Daten des Umweltkartenportals des LUNG MV, Historische Topographische Karten, Grundwasserneubildung
- [U16] ATV - DVWK - Regelwerk Arbeitsblatt A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, 2005
- [U17] GBTB Grundbau Taschenbuch, Band 2, S. 761ff