

Altgutachten

Eine Überarbeitung und Aktualisierung des hydrogeologischen Gutachtens ist im Rahmen dieses Bauleitplanverfahrens nicht erforderlich. Die bisherigen Erkenntnisse decken den aktuellen Planungsfall ab und können im Rahmen der Entwässerungsplanung weiter verwendet werden.



Kurzdokumentation GW-Strömungssimulation mit Empfehlungen

im Rahmen des B-Plan-Verfahrens Nr. 53 Wohngebiet Prinzenpark, 24340 Stadt Eckernförde

Standort:	Prinzenstr., 24340 Eckernförde
Bauherr:	TEAM Projektbau GmbH Hollerstr. 128 24782 Büdelsdorf
Entwässerungs- Konzept:	Wasser- und Verkehrs-Kontor GmbH, Stephan Reyes Havelstr. 33 24539 Neumünster
Projektleitung Baulandentwicklung:	Cordes Haus Unternehmensgruppe GmbH, Fr. Constanze Götsche Projektbüro Kieler Süden Am Germaniahafen 2 24143 Kiel
GW-Strömungs- simulation:	Aquifex GS GmbH Am Jägersberg 20 24161 Altenholz
Verfasser:	Dipl. Geol. P. Hein, Dipl.-Ing. S. Winkler
Datum:	23.02.2023

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	3
2	Zur Verfügung gestellte Unterlagen	3
3	Durchgeführte Arbeiten	3
4	Bisheriger Kenntnisstand	4
4.1	Vorbemerkungen	4
4.2	Morphologie des Untersuchungsgebietes	5
4.3	Gleichenplan der GW-Stände an BS1 – BS53	6
4.3.1	Verwendung sämtlicher Daten (einschl. Extremwerten)	6
4.3.2	Verwendung ausgewählter Daten	6
5	Ergebnisse der Strömungssimulation	8
5.1	Methodische Vorgehensweise	8
5.2	Modelldimensionierung und getroffene Annahmen	8
5.3	Ergebnis der Simulation „natürliches Abflussregime“	8
5.4	Annahmen und Ergebnis zur Simulation „Tiefgaragenriegel“	9
6	Empfehlungen	12
7	Quellenverzeichnis	13

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Standort (roter Punkt) im Gebiet mit fehlenden oder allenfalls geringmächtigen Deckschichten	4
Abb. 2:	Geländehöhen unter Verwendung sämtlicher Werte aus [2] ; braune Werte: GOK in [mNHN]	5
Abb. 3:	Gleichenplan unter Verwendung sämtlicher Werte aus [2] ; blaue Werte: GW-Stände in [mNHN]	6
Abb. 4:	Gleichenplan nach Elimination von Extremwerten aus [2]; blaue Werte: GW-Stände in [mNHN]; der Plan ist aber aufgrund dreier unterschiedlicher Messzeitpunkte im Grunde nicht belastbar	7
Abb. 5:	Gleichenplan zur Simulation des „natürlichen Abflussregimes“	9
Abb. 6:	kf-Werte von 1×10^{-9} m/s im Bereich der geplanten Baugruben für die Tiefgaragen (rot schraffiert) in Layer L1; Umrisse (schwarz) der geplanten Neubauten über GOK bzw. Altbestand im Nordosten	10
Abb. 7:	Gleichenplan zur Simulation der potentiellen „Aufstau“wirkung unter dem Einfluss der fünf Tiefgaragenkomplexe	11

1 Veranlassung

Mit Schreiben vom 26.01.2023 wurde die Aquifex GS GmbH seitens der Cordes Haus Unternehmensgruppe GmbH (Fr. Götsche; im Folgend „AG“) zur Durchführung einer hydrogeologischen Simulation im Hinblick auf die Beurteilung der Auswirkungen einer dezentralen Versickerung von Niederschlagswasser im Zusammenwirken mit dem im geplanten BV „Wohngebiet Prinzenpark“ vorgesehenen „Tiefgaragenriegel“ angefragt. Das Anliegen bezog sich auf eine Nachfrage des für das BV zuständigen Landkreises Rendsburg, Fachdienst Umwelt (Hr. Tresselt).

Die vorliegende, konzeptionell als Vorstudie einzustufende Kurzdokumentation stellt im ersten Abschnitt die aktuell verwendeten bzw. von uns interpretierten Datengrundlagen zusammen. Im zweiten Abschnitt werden die Ergebnisse zweier – grob vereinfachter - Modellbetrachtungen unter Benennung der getroffenen Annahmen vorgestellt und bewertet.

2 Zur Verfügung gestellte Unterlagen

Folgende Unterlagen, die seitens des AG digital zur Verfügung gestellt wurden, wurden seitens Aquifex GS GmbH eingehend gesichtet und auf Plausibilität untersucht:

- [1] WASSER- UND VERKEHRSKONTOR GMBH (2022): Stadt Eckernförde, B-Plan. Nr. 53, Wohngebiet Prinzenpark – Entwässerungskonzept einschl. Anlagen; Neumünster, 07.11.2022.
- [2] NEUMANN BAUGRUNDUNTERSUCHUNG GMBH (2022): Bauvorhaben Nr. 217/18 B Eckernförde, Prinzenstr. 55-57, Wohngebiet Prinzenpark – Baugrunderkundung, Gründungsbeurteilung und Angaben zur dezentralen Versickerung; Eckernförde, 22.04.2021.

Ferner wurden hydrogeologisch relevante Kartendarstellungen aus dem Umweltatlas Schleswig-Holstein (Stand 2021) im Hinblick auf die Umfeldsituation kurz gesichtet

3 Durchgeführte Arbeiten

Im ersten Schritt wurde seitens Herrn Hein (Aquifex GS GmbH) mit den Herren Tresselt (Landkreis Rendsburg) und Kindt (Neumann Baugrunduntersuchung GmbH) in getrennten Telefonaten das angesprochene Problem erörtert, um mögliche Lösungswege zu finden, aber auch, um inhaltliche Missverständnisse zu vermeiden. Seitens Herrn Kindt wurden uns auf Nachfrage einige Daten aus [2] in EDV-verwertbarer Form (Koordinatenlisten, georeferenzierter Lageplan, Originaldaten GeoDin zu den Sondierungen BS1 – BS53) zeitnah zur Verfügung gestellt.

Um den Untersuchungsaufwand zu begrenzen und zeitnah ein Ergebnis zu liefern, wurde der Lageplan aus [2] samt Lage der Gebäude sowie Lage der Ansatzpunkte für die Sondierungen maßstabsgerecht in Relativkoordinaten eindigitalisiert. Die aus den Sondierprofilen bekannten Grundwasserstandshöhen (zu verschiedenen Zeitpunkten erhoben) wurden von

uns übertragen, um daraus per Interpolation einen (halbwegs plausiblen) GW-Gleichenplan zu erstellen.

Sodann wurden die geologisch-hydrogeologischen Daten in ein dreidimensionales Strömungsmodell implementiert und zwei verschiedene Versionen zum „natürlichen Abfluss“ sowie zur Auswirkung der Tiefgaragen im Modellgebiet (möglicher „Aufstau“) simuliert.

4 Bisheriger Kenntnisstand

4.1 Vorbemerkungen

Im Untersuchungsgebiet liegen *keine ausgebauten GW-Messstellen oder Pegel* vor, die die GW-Stände zu einem einheitlichen Zeitpunkt wiedergeben könnten. Grundsätzlich ist die hydrogeologische Situation im Umfeld des BV von glazialgeologischen und warmzeitlichen Ablagerungen geprägt, deren Morphologie am Prinzenpark zwischen 7 und 10 m hoch über die südlich sich anschließende Eckernförder Bucht hinausragt. So liegen auch die in [2] dokumentierten Wasserstände mit Höhen von 5,50 – 6,70 m NHN (Extremwerte ausgenommen) weit über dem Wasserstand in der Förde (mit ± 0 m NHN). Das natürliche Abflussgeschehen findet also in mehr oder minder isolierten Horizonten, einer Wechsellagerung aus geringdurchlässigen Mergeln und mäßig bis gut wasserleitenden Sanden darüber statt, die lokal auch von Schluffmudden oder Torfhorizonten überlagert sein können. Eine schützende Deckschicht fehlt aber im Allgemeinen, wie auch **Abb. 1** (Quelle, LLUR, 2021) belegt.

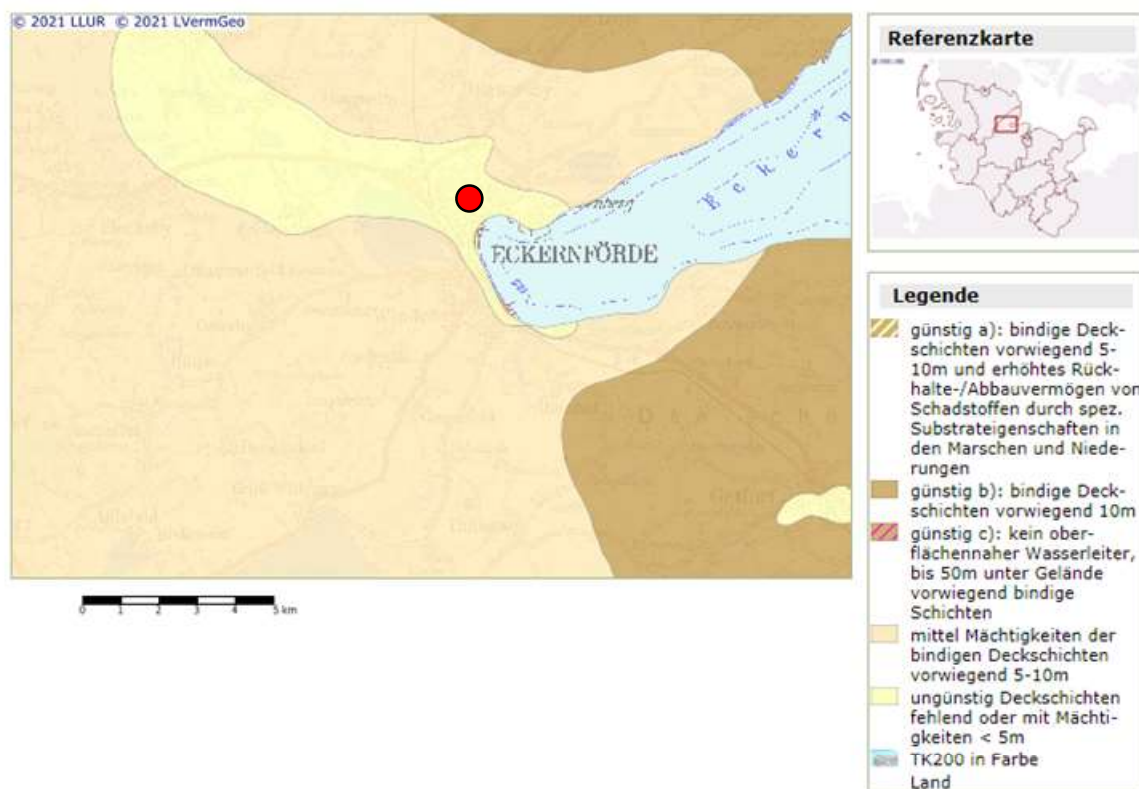


Abb. 1: Standort (roter Punkt) im Gebiet mit fehlenden oder allenfalls geringmächtigen Deckschichten

Seitens der o.g. am Projekt beteiligten Herren wurde **eine GW-Abflussrichtung in nord-westlicher Richtung** vermutet. In rd. 600 – 600 m verläuft westlich des Standortes ein kleiner Bach mit N-S-gerichtetem Verlauf, der entwässernd auf diesen oberflächennahen GW-Körper wirken *könnte*. Wie hoch der GW-Abfluss überhaupt sein könnte, welchen jahreszeitlichen Schwankungen er unterliegt und aus welchem GW-Neubildungsgebiet er sich eigentlich speist, ist unklar.

4.2 Morphologie des Untersuchungsgebietes

Die Geländehöhen (Abb. 2) fallen von rd. +10,0 mNHN im Süden in einem NW-SE-gerichteten Streifen im unteren Drittel des Untersuchungsgebietes auf etwa +8,25 m NHN nach Nordosten ab und verlaufen nördlich des Zentrums mit Höhen zwischen +7,50 mNHN und + 8,40 mNHN.

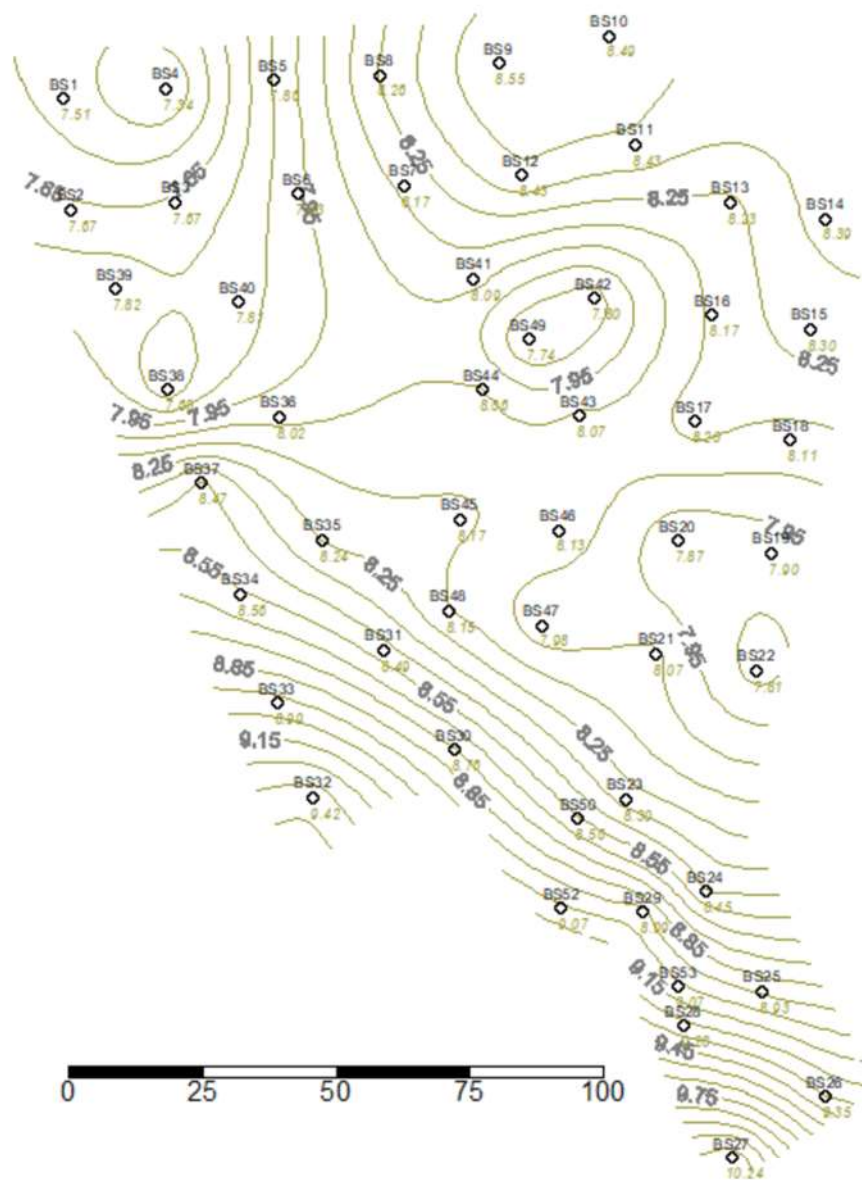


Abb. 2: Geländehöhen unter Verwendung sämtlicher Werte aus [2] ; **braune** Werte: GOK in [mNHN]

4.3 Gleichenplan der GW-Stände an BS1 – BS53

4.3.1 Verwendung sämtlicher Daten (einschl. Extremwerten).

Die zu *unterschiedlichen* Jahreszeiten (14.06.18, 13.11.18 und 29.03.22) ermittelten Grundwasserflurabstände aus [2] dürfen im Grunde nicht nebeneinandergestellt werden, da die natürliche Schwankung im oberen, ungeschützten Grundwasserleiter jährlich bis zu 1,5 m beträgt. Werden dennoch sämtliche, in **Abb. 3** dargestellten Werte verwendet, ergibt sich erwartungsgemäß ein chaotisches, ungerichtetes Fließbild.

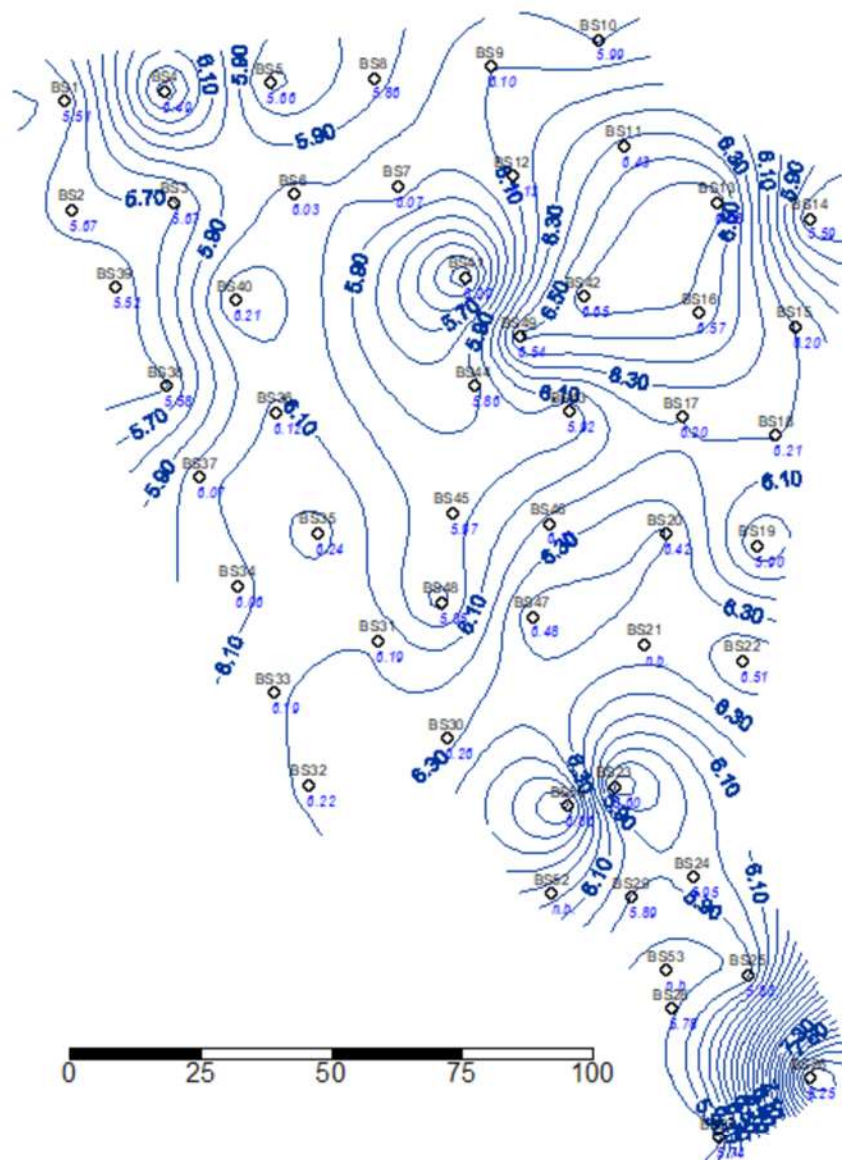


Abb. 3: Gleichenplan unter Verwendung sämtlicher Werte aus [2] ; *blaue* Werte: GW-Stände in [mNHN]

4.3.2 Verwendung ausgewählter Daten

Nach Elimination extrem herausfallender Werte ergab sich mit **Abb. 4** ebenfalls kein einheitlich nach NW gerichtetes Abflussbild, allenfalls im nordwestlichen Teil entsprach dieser

Sachverhalt den Vorstellungen. Vielmehr ist aufgrund der morphologischen Hochlage zu vermuten, dass Grundwasser entlang einer SW-NE-gerichteten „Wasserscheide“ mit Höhen von 6,0 – 6,60 m NHN in Richtung auf das nordwestliche Hinterland bzw. in Richtung auf die südöstliche Förde-Region abfließt.

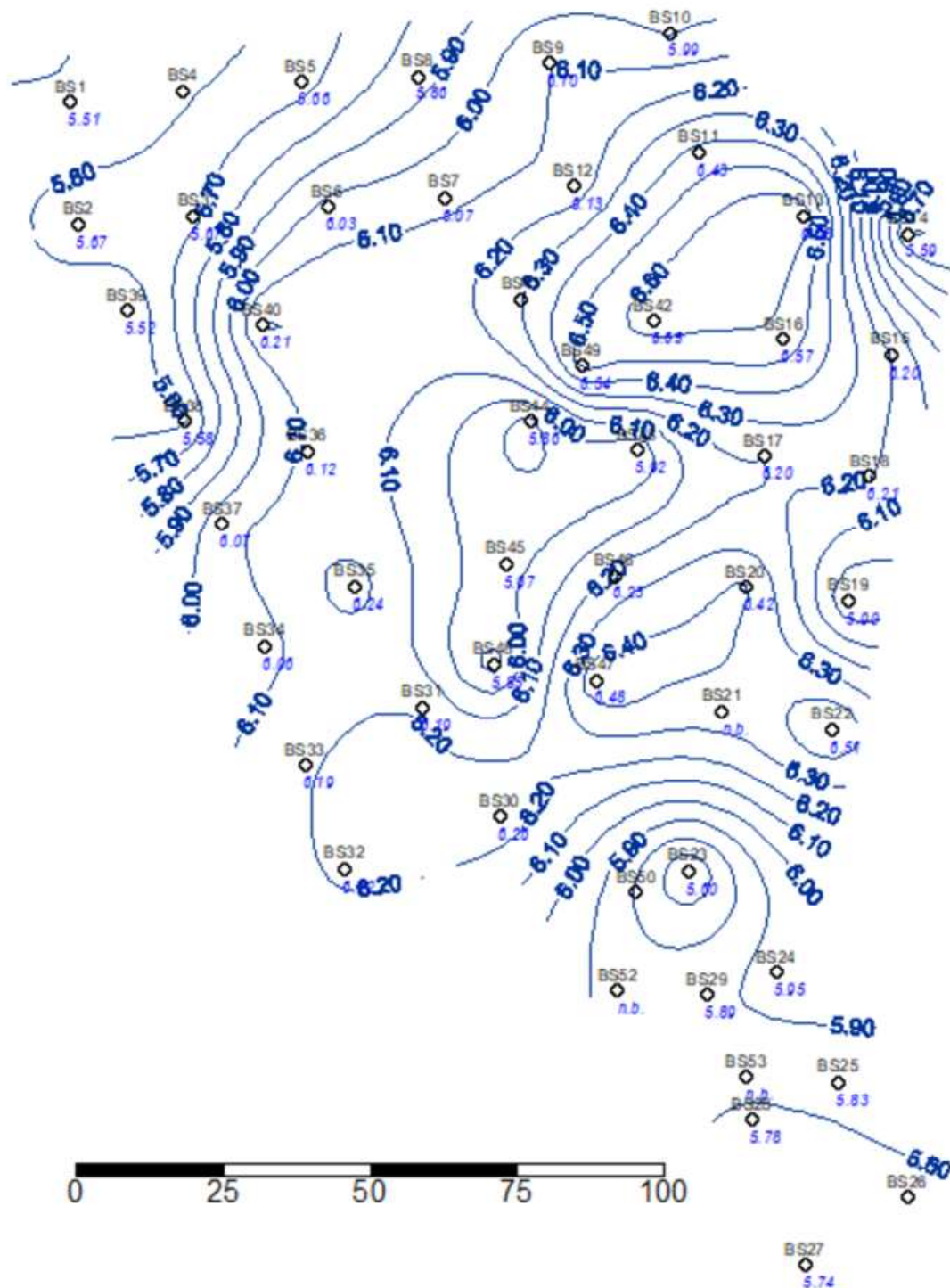


Abb. 4: Gleichenplan nach Elimination von Extremwerten aus [2]; **blaue** Werte: GW-Stände in [mNHN]; der Plan ist aber aufgrund dreier unterschiedlicher Messzeitpunkte im Grunde nicht belastbar

Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang auch, dass die im Süden gelegenen Sondierprofile von BS52 und BS53 *nahezu keinen wasserleitenden Sand aufwiesen*, der Mergel wurde bereits in Tiefen von 3,0 – 8,0 m uGOK nachgewiesen. GW-Stände wurden hier entsprechend auch nicht angetroffen („n.b.“).

5 Ergebnisse der Strömungssimulation

5.1 Methodische Vorgehensweise

Um die hydraulischen Auswirkungen möglicher Aufstauwirkungen durch Tiefgaragen und / oder Versickerungseinflüsse räumlich rechnerisch zu prüfen und bewerten zu können, wurden **dreidimensionale Simulationsrechnungen** mit einem auf Grundlage bekannter Aquifergeometrien und k_f -Werte erstellten GW-Strömungsmodell (Processing Modflow Pro, V7.031, CHIANG, 2005) durchgeführt.

5.2 Modelldimensionierung und getroffene Annahmen

Das Modellgebiet bewegt sich in etwa in den Grenzen des B-Plangebietes mit einer NW-SE-Längserstreckung von 240 m und einer SW-NE-Breite von 200 m. Es teilt sich auf in zwei Modellschichten Layer L1, L2) mit einer Finite-Elemente-Raumgitterauflösung von 5 x 5 m je Layer. Das Modell wurde in NW-SE-Richtung eingedreht, der vermuteten Abstromrichtung aus **Kap. 4.1**.

Der k_f -Wert wurde in beiden Layern mit 1×10^{-4} m/s für die horizontale und mit $0,5 \times 10^{-4}$ m/s vertikale Richtung festgelegt. Die Geländehöhe wurde durchgängig bei +10 mNHN definiert, der planerischen Absicht folgend, das Gelände ohnehin einzunivellieren. Die Unterfläche von Layer L1 wurde mit +5,40 mNHN entsprechend dem in [2] markierten Sohlentiefe der geplanten Baugruben für die Gebäudeneubauten definiert. Die Unterfläche von L2, also die Basis des GW-Körpers, wurde vereinfacht (in Anlehnung an die Endteufen der meisten Sondierungen aus [2] bei 8,0 m uGOK) bei +2,0 mNHN festgelegt.

Sodann wurde mit definierten Festpotentialen am NW- (+7,28 mNHN) und SE-Modellrand (+7,50 mNHN) ein *von uns vorgegebenes idealisiertes Gefälle von 1 ‰* implementiert, bezogen auf den Bemessungswasserspiegel in [2] von rd. 1,0 - 1,5 m oberhalb der bisher nachgewiesenen Spiegelhöhen resp. +7,50 mNHN am Südrand. Dieses Regime sollte in einer Art „worst-case“-Betrachtung den natürlichen Abfluss repräsentieren, ungeachtet der vielen Einschränkungen zum tatsächlichen Sachverhalt. **Abb. 3** und **Abb. 4** haben demnach keinerlei Bedeutung im Hinblick auf das in **Kap. 5.4** mit **Abb. 7** gezogene Fazit.

5.3 Ergebnis der Simulation „natürliches Abflussregime“

Mit **Abb. 5** ergab sich erwartungsgemäß ein homogenes nach NW gerichtetes Fließbild unter den o.g. Annahmen wie Gelände nivellierung, Bodenaustausch bindiger oder baugrundtechnisch nicht geeigneter Weichschichten. Die Durchflussrate wurde mit 8,7 m³/d ermittelt.

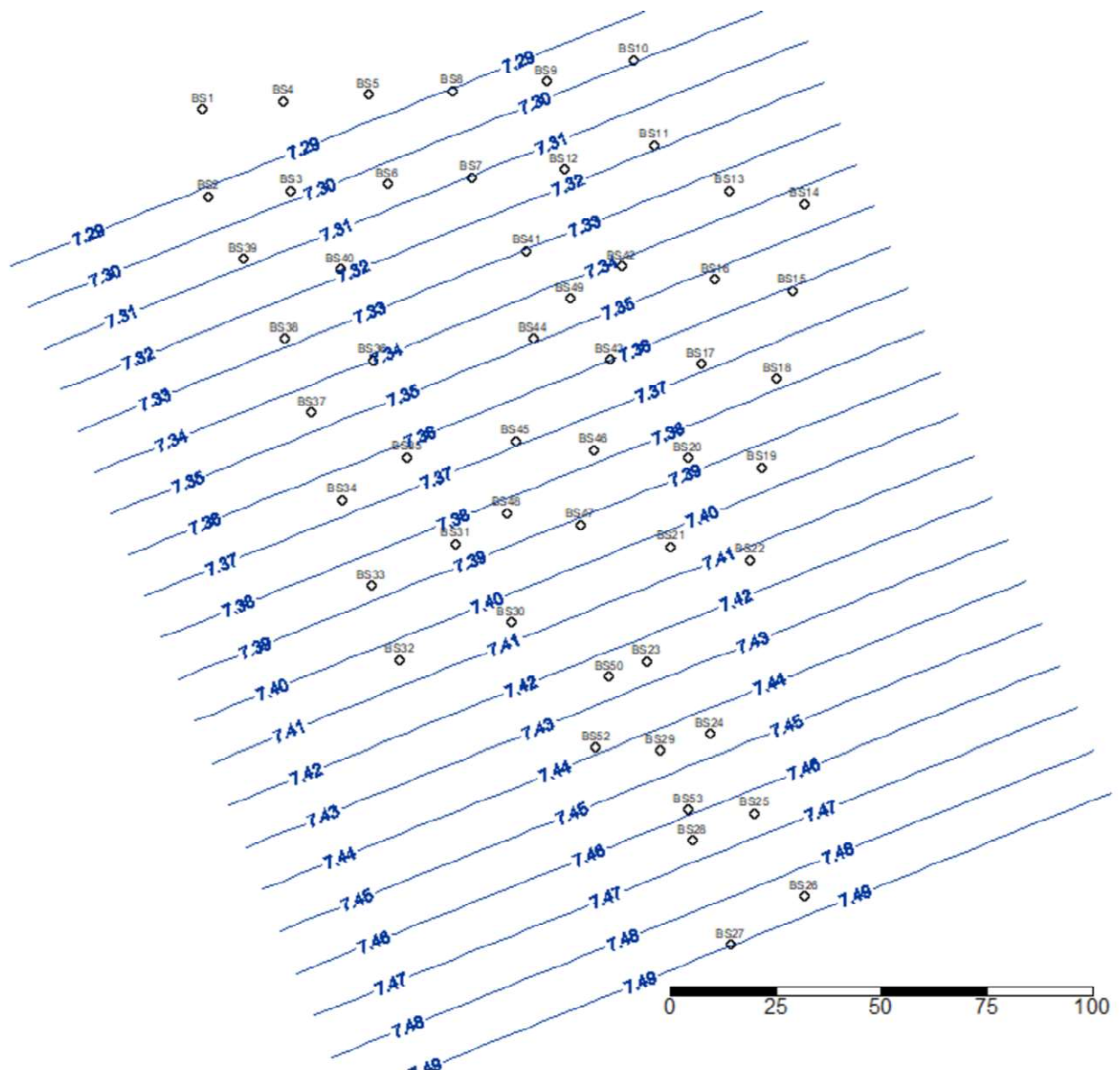


Abb. 5: Gleichenplan zur Simulation des „natürlichen Abflussregimes“

5.4 Annahmen und Ergebnis zur Simulation „Tiefgaragenriegel“

Für die geplanten Baugruben zur Errichtung von insgesamt fünf Tiefgaragen mit Sohl-tiefen von +5,40 mNHN wurden im Layer L1 im Bereich der Neubauumrisse kf-Werte von 1×10^{-9} m/s sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung gesetzt (**Abb. 6**). Damit wurden die künstlichen Strömungshindernisse simuliert, um abschätzen zu können, ob allein aus diesen Hindernissen ein relevanter, anstromseitiger Aufstau unter den als „natürlich“ angenommen Abflussbedingungen resultiert.

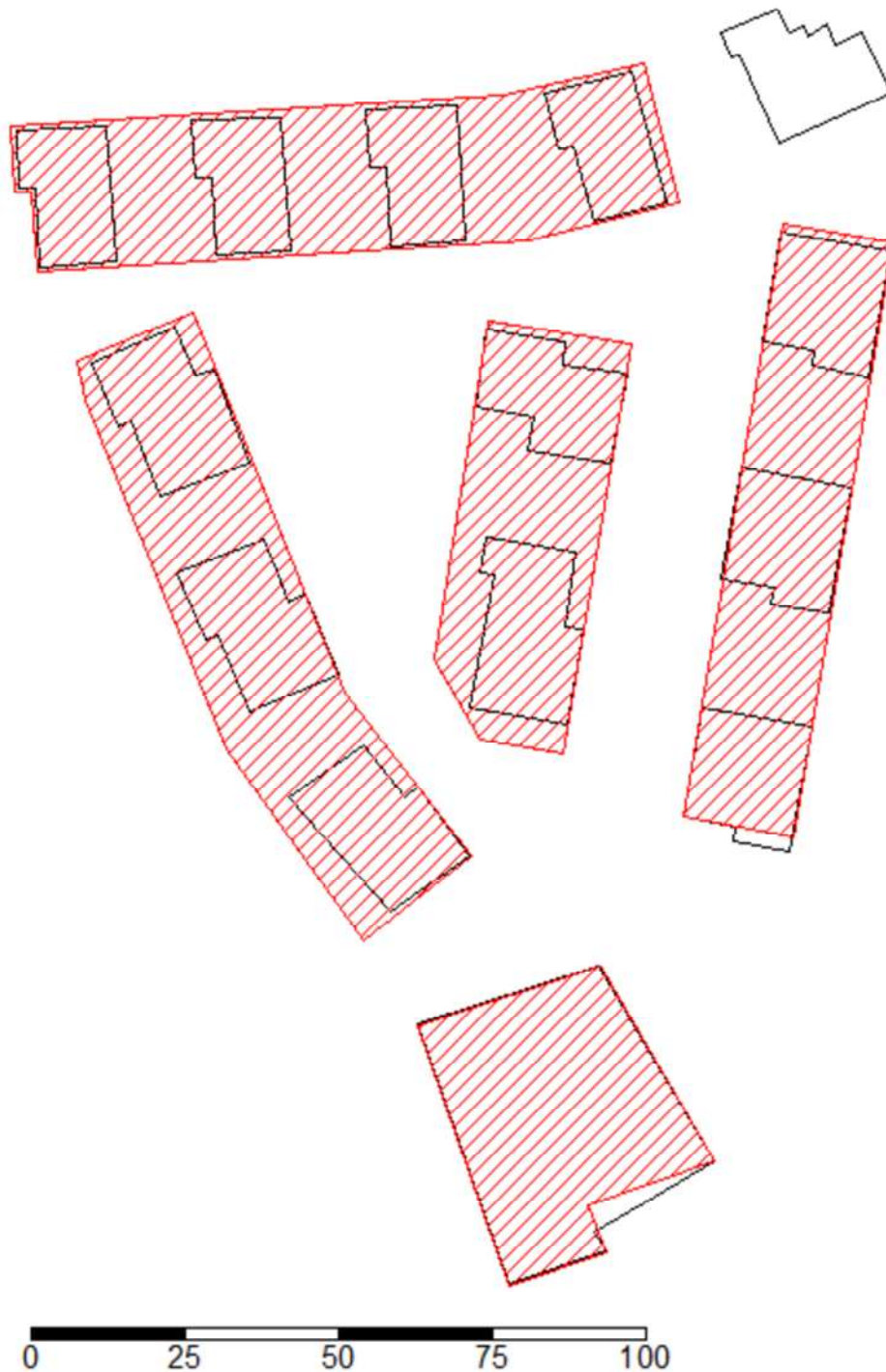


Abb. 6: kf-Werte von 1×10^{-9} m/s im Bereich der geplanten Baugruben für die Tiefgaragen (rot schraffiert) in Layer L1; Umrisse (schwarz) der geplanten Neubauten über GOK bzw. Altbestand im Nordosten

Das Ergebnis der simulierten Gleichungen in **Abb. 7** belegt, dass nur minimale Änderungen von Strömungsrichtung als auch Spiegelhöhe unter den neuen, baulichen Verhältnissen zu erwarten sind. Die „Dichtwände“ der Tiefgaragen werden seitlich umströmt, in den Passagen zwischen zwei Gebäuden kommt es eher zu einer Versteilung der Gradienten.

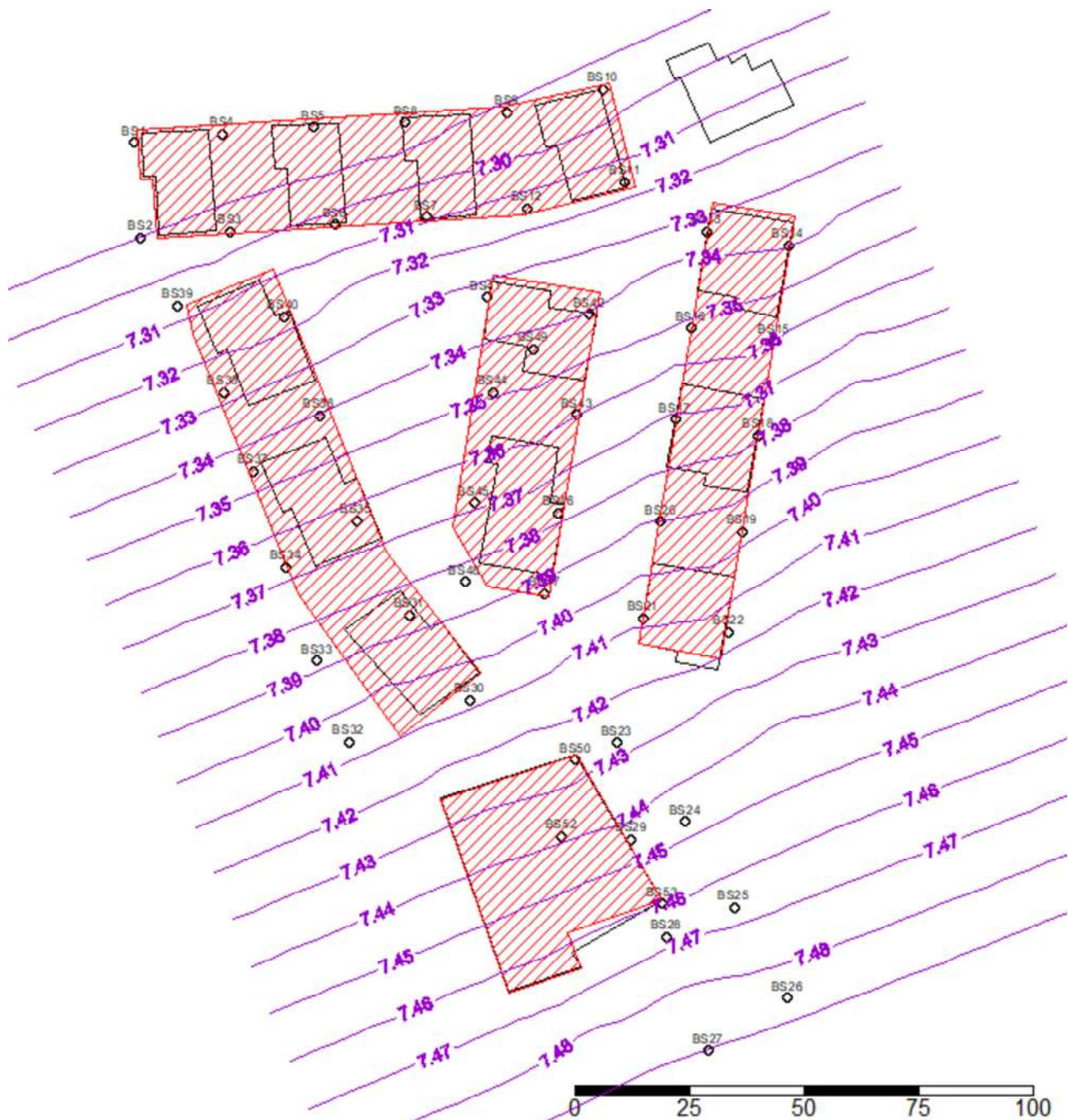


Abb. 7: Gleichlinienplan zur Simulation der potentiellen „Aufstau“-wirkung unter dem Einfluss der fünf Tiefgaragenkomplexe

Mit **Abb. 7** wurde deutlich, dass die befürchtete Wirkung eines Aufstaus unter den genannten Annahmen zu vernachlässigen ist.

Überall werden damit die erforderlichen Distanzen zwischen Grundwasserspiegel und Unterkante Rigole bzw. Versickerungsmulde von etwa 1,0 m, ergo die Mächtigkeit der für die Versickerung bestimmten Zone einer dezentralen Entwässerung eingehalten.

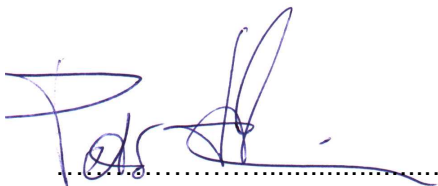
Die ursprünglich angedachte Simulation der Versickerungsraten auf den hierfür vorgesehenen Flächen von [1] wurde deshalb nicht weiterverfolgt.

6 Empfehlungen

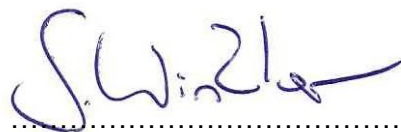
Den in [1] und vor allem in [2] ausgesprochenen Empfehlungen wird vollumfänglich gefolgt:

- Einrichtung von Grundwassermessstellen und Monitoring anhand von Stichtagen zur Bestimmung der tatsächlichen Abflussbedingungen des oberflächennahen Grundwasserkörpers;
- Nivellierung des Baugeländes auf eine einheitliche Höhe (hier: +10,0 mNHN);
- Bodenaustausch von nicht gründungsgeeigneten Horizonten (Torfe, Schluffe, Staungen) entsprechend der Ausweisung „Bodenaustausch“ in den Profilen von [2] auch außerhalb der geplanten Baugruben;
- Klärung des Altlastenverdachts, resultierend aus einer ehemaligen Tankstelle.

Altenholz, den 23.02.2023



Dipl.-Geol. P. Hein



Dipl.-Ing. S. Winkler

7 Quellenverzeichnis

- [1] WASSER- UND VERKEHRSKONTOR GMBH (2022): Stadt Eckernförde, B-Plan. Nr. 53, Wohngebiet Prinzenpark – Entwässerungskonzept einschl. Anlagen; Neumünster, 07.11.2022.
- [2] NEUMANN BAUGRUNDUNTERSUCHUNG GMBH (2022): Bauvorhaben Nr. 217/18 B Eckernförde, Prinzenstr. 55-57, Wohngebiet Prinzenpark – Baugrunderkundung, Gründungsbeurteilung und Angaben zur dezentralen Versickerung; Eckernförde, 22.04.2021.