



Ingenieurgesellschaft
Dr. **SCHMIDT**
mbH

Bei St. Wilhadi 5
21682 Stade
Tel. +49 (0) 4141 779980
Fax +49 (0) 4141 779988
stade@schmidt-geologen.de

Büro Lübeck
Seelandstraße 14–16
23569 Lübeck
Tel. +49 451 70749960
Fax +49 451 70749958
luebeck@schmidt-geologen.de
www.schmidt-geologen.de

**BERATENDE GEOLOGEN
UND INGENIEURE**

Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH · Bei St. Wilhadi 5 · 21682 Stade

Entsorgungsbetriebe Bremerhaven
Grashoffstraße 6

27504 Bremerhaven

Bericht Nr. 21 – 24817.4

Versuchsbetrieb Grundwasserentnahme Wulsdorf

Endbericht

vom
21. Juni 2023



I Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Veranlassung und Aufgabenstellung	5
2 Projektunterlagen	6
3 Grundwasserhydraulik	10
3.1 Durchgeführte Messungen	10
3.2 Ergebnisse des Monitorings der Grundwasserstände	11
4 Auswirkungen der Grundwasserentnahme	17
4.1 Auswirkungen auf das Grundwasser	17
4.1.1 Auswirkungen auf den mengenmäßigen Zustand des Grundwassers	17
4.1.2 Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit	17
4.2 Auswirkungen auf Oberflächengewässer	18
4.2.1 Auswirkungen auf die Abflussmenge	18
4.2.2 Auswirkungen auf die Wasserbeschaffenheit	19
4.3 Auswirkungen auf Vegetation	21
4.4 Auswirkungen auf Bauwerke	21
5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen	23
6 Literaturverzeichnis	26

II Anlagenverzeichnis

- 1 Übersichtslageplan (M 1 : 50.000)
- 2 Lage des Versuchsbrunnens und der Grundwassermessstellen (M 1 : 10.000)
- 3 Grundwassergleichenplan (02. August 2021) (M 1 : 5.000)
- 4 Grundwassergleichenplan (04. Juli 2022) (M 1 : 5.000)
- 5 Darstellung der Grundwasserabstände zu den Kellersohlen (07. März 2022)
(M 1 : 2.500)
- 6 Darstellung der Grundwasserabstände zu den Kellersohlen (04. Juli 2022)
(M 1 : 2.500)
- 7 Flurabstand der Grundwasseroberfläche (02. August 2021) (M 1 : 5.000)
- 8 Flurabstand der Grundwasseroberfläche (07. März 2022) (M 1 : 5.000)
- 9 Flurabstand der Grundwasseroberfläche (04. Juli 2022) (M 1 : 5.000)
- 10 Differenzen der Grundwasserabstände zu den Kellersohlen (März 2022 zu August
2021) (M 1 : 2.500)
- 11 Differenzen der Grundwasserabstände zu den Kellersohlen (Juli 2022 zu August 2021)
(M 1 : 2.500)
- 12 Grundwasserstände im Nahbereich des Versuchsbrunnens
- 13 Ermittelte Grundwasserabstände zu den Kellersohlen
- 14 Abschlussbericht des Instituts Dr. Nowak zur Beschaffenheitsentwicklung von
Grundwasser und Oberflächengewässern im Bereich Geestemünder Markfleth,
Bremerhaven
- 15 Stammdaten der Grundwassermessstellen und des Versuchsbrunnens

III Abkürzungsverzeichnis

EG-WRRL	EG-Wasserrahmenrichtlinie
GrWV	Grundwasserverordnung
GW	Grundwasser
GWM	Grundwassermessstelle
GFS	Geringfügigkeitsschwellenwert
JD-	Jahresdurchschnitts-
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
m u. GOK	Meter unter Geländeoberkante
mNN	Meter bezüglich Normalnull
mNHN	Meter bezüglich Normalhöhennull
PFOS	Perfluoroktansulfonsäure
PBSM	Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel
RRB	Regenrückhaltebecken
UQN	Umweltqualitätsnorm

1 **Veranlassung und Aufgabenstellung**

Infolge der Aufgabe der Grundwasserentnahme am Standort des Wasserwerks Bremerhaven-Wulsdorf ist es zu einem Anstieg der Grundwasseroberfläche und damit verbunden zu Vernässungs- und Feuchtigkeitsschäden an einigen Wohngebäuden gekommen.

Die Entsorgungsbetriebe Bremerhaven haben die Realisierbarkeit grundwasserstandsabsenkender Maßnahmen prüfen lassen. Eine hierzu vorliegende Untersuchung unseres Büros kam zu dem Ergebnis, dass minimal ca. 0,4 Mio. m³/a Grundwasser über Bohrbrunnen abgeführt werden müssen, um die Grundwasserstände bis unter die Sohlen betroffener Gebäudekeller abzusenken /15/.

Zur Vorbereitung einer langfristigen Entnahme und Ableitung des Grundwassers soll im Rahmen eines Versuchsbetriebes die Datenbasis weiter verbessert werden. Grundwasser soll in einer Höhe von bis zu 100.000 m³/a aus einem bestehenden Versuchsbrunnen entnommen und in den Geestemünder Markfleth abgeleitet werden. Die Grundwasserentnahme soll fachgutachterlich begleitet werden. Für die Bewertung gewässerökologischer Aspekte sollen ebenfalls Fachgutachter berufen werden. Eine wasserrechtliche Erlaubnis zur Durchführung einer solchen Entnahme mit entsprechenden Nebenbestimmungen mit Datum vom 24.06.2021 liegt vor /19/. Der Versuchsbetrieb wurde am 17.08.2021 auf Basis von /19/ gestartet. Nach Abstimmung /20/, /21/, /30/ wurde das Untersuchungsprogramm angepasst /20/ und insgesamt drei Zwischenberichte vorgelegt /20/, /22/, /23/. Für den Versuchsbetrieb war zunächst eine Dauer bis zum 31.07.2022 vorgesehen; die letzte Probenahme fand am 04.08.2022 statt und der Förderbetrieb wird vorerst weitergeführt.

Im hier vorgelegten Endbericht werden die Ergebnisse des Versuchsbetriebs dargestellt und bewertet.

2 Projektunterlagen

- /1/ Wasserwerk Wulsdorf – Verlegung einer Drainleitung mit Pumpwerk zur Ableitung von Grundwasser im Hilfsfondsgebiet Wulsdorf – Zwischenbericht. Ingenieur-Dienst-Nord Dr. Lange – Dr. Anselm GmbH, Oyten, 3.7.2018.
- /2/ Unterlagen der Ingenieur-Dienst-Nord Dr. Lange – Dr. Anselm GmbH, Oyten (Bohrprofile, Pumpversuchsdaten).
- /3/ Hydrogeologische Stellungnahme zur Ableitung der höchsten zu erwartenden, klimatisch bedingten, Grundwasserstände im Hilfsfondsgebiet Wulsdorf (Bericht 18-24339); Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade, 22.10.2018, 16 Seiten, 4 Anlagen.
- /4/ Hydrogeologische Stellungnahme zum Anstieg der Grundwasseroberfläche im Hilfsfondsgebiet Wulsdorf – Ermittlung der noch zu erwartenden Rest-Aufhöhungen (Bericht 18-24338); Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade, 15.10.2018, 19 Seiten, 7 Anlagen.
- /5/ Hydrogeologische Untersuchungen zur Ermittlung der Betroffenheit der Gebäude der Kategorien B und C im Hilfsfondsgebiet Wulsdorf durch den Wiederanstieg der Grundwasseroberfläche (Bericht 18-24340); Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade, 06.06.2018, 14 S., 8 Anlagen.
- /6/ Hydrogeologisches Gutachten zum Wasserrechtsantrag auf Bewilligung gemäß § 13 Nieders. Wassergesetz (NWG) und § 13 Bremisches Wassergesetz (BremWG) zum Zutagefördern von Grundwasser für die Wasserwerke Wulsdorf / Ahnthammsmoor und Bexhövede.- Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung – Geologischer Dienst für Bremen, Bremen, 09.12.2003.

- /7/ Hydrogeologisches Gutachten zur Grundwasserentnahme sowie zur Bemessung und Gliederung des Trinkwasserschutzgebietes für das Wasserwerk Wulsdorf (Bericht 08-23329).- Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade, 24.06.2009.
- /8/ Wasserwerke Bremerhaven-Wulsdorf und Bexhövede: Dreidimensionales Grundwassermodell zur numerischen Abschätzung (Prognose) von Absenkungen des Grundwasserspiegels, T. Willert, Leibniz Institute for Applied Geosciences, Hannover, August 2003.
- /9/ Aktualisierung des numerischen Grundwasserströmungsmodells für die Wasserwerke Wulsdorf und Bexhövede (Bericht Nr. 17 – 24260). Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade, 27.11.2018, 43 S., 20 Anlagen.
- /10/ Änderung des Bewilligungsbescheides für das Wasserwerk Wulsdorf, Magistrat der Seestadt Bremerhaven, 14.12.2015.
- /11/ Unterlagen der wesernetz Bremerhaven GmbH (Zustandsbewertungen, Grundwasserstandsdaten, Grundwasserfördermengen, Analysen, Schichtenverzeichnisse, etc.).
- /12/ NIBIS – Kartenserver des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover: nibis.lbeg.de/cardomap3/
- /13/ Untersuchung der wasserwirtschaftlichen Realisierbarkeit grundwasserstandabsenkender Maßnahmen. Phase 1: Identifizierung eines optimierten Entnahmeszenarios (Bericht 18-24434). Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade, 04.03.2019.
- /14/ Erläuterungsbericht zum Antrag der Entsorgungsbetriebe Bremerhaven auf Erteilung einer Erlaubnis gemäß § 8 ff. WHG zur Entnahme von Grundwasser im Rahmen eines Pumpversuchs in Bremerhaven (Bericht 19-24497). Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade, 11.09.2019.

- /15/ Grundwasseranstieg Wulsdorf Untersuchung der wasserwirtschaftlichen Realisierbarkeit grundwasserstandsabsenkender Maßnahmen Phase 3: Auswertung der Erkundungsmaßnahmen und instationäre Modellrechnungen (Bericht Nr. 19 – 24497.2), Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade, 12. November 2020.
- /16/ Informationen des Fachbereiches Umwelt, Senatorin für Umwelt, Bau und Verkehr Bremen, 2021
- /17/ Telefonische Auskunft des Umweltschutzamtes, Magistrat der Stadt Bremerhaven, 26.08.2021
- /18/ Telefonische Auskunft der BEG logistics GmbH, Bremerhaven, 22.09.2021
- /19/ Wasserbehördliche Erlaubnis Nr. 5/2021. Aktenzeichen 58/40-31-53/16. Magistrat der Stadt Bremerhaven, Umweltschutzamt / Wasserbehörde, 24.06.2021
- /20/ Versuchsbetrieb Grundwasserentnahme Wulsdorf. Optimierung des Untersuchungsprogramms für den laufenden Versuchsbetrieb. (Bericht 21-24817).- Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade, 15. Oktober 2021, 21 S., 8 Anl.
- /21/ Email des Umweltschutzamtes, Magistrat der Stadt Bremerhaven, an die Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH vom 19.01.2022
- /22/ Versuchsbetrieb Grundwasserentnahme Wulsdorf Zwischenbericht 2 (Bericht 21-24817) Institut Dr. Nowak GmbH & Co. KG, Ottersberg, Aqua Ecology GmbH & Co. KG, Oldenburg, Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade, 25. Februar 2022, 59 S., 11 Anl.
- /23/ Versuchsbetrieb Grundwasserentnahme Wulsdorf Zwischenbericht 3 (Bericht 21-24817), Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade, 10. Mai 2022, 21 S., 7 Anl.

- /24/ Daten der Datenloggeraufzeichnung und zu den Fördermengen der BEG logistics GmbH, Bremerhaven
- /25/ Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD), Offenbach- Online frei verfügbar:
https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/ (Stand: August 2022)
- /26/ Hydrogeologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1 : 500.000 – Grundwasserkörper.- LBEG, Hannover. URL: <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/> (Stand: August 2022)
- /27/ Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, 2015: Runderlass zur mengenmäßigen Bewirtschaftung des Grundwassers: RdErl. d. MU v. 29. 5. 2015 – 23-62011/010 – VORIS 28200 – geändert durch RdErl. d. MU vom 13.11.2018, Nds. MBl. S. 1502
- /28/ Geotechnische Planungskarte Bremerhaven. – Geologischer Dienst für Bremen. <https://gdfbmapserver.marum.de/mapbender3/application/Ingenieurgeologie> (Stand: November 2022)
- /29/ Bodenkundliche Karte von Bremen 1 : 25.000.- Geologischer Dienst für Bremen. URL: <https://geoportal.bremen.de/geoportal/#/> (Stand: August 2022)
- /30/ Projektanlaufbesprechung der Entsorgungsbetriebe Bremerhaven mit dem Umweltschutzamt des Magistrats Bremerhaven und Fachgutachtern, Bremerhaven, 23.07.2021
- /31/ Bodenkundliche Stellungnahme zum Pumpversuch der Entsorgungsbetriebe Bremerhaven, Geries Ingenieure GmbH, Gleichen-Reinhausen, 10.02.2020

3 Grundwasserhydraulik

3.1 Durchgeführte Messungen

An den Grundwassermessstellen (GWM) VB_1_19, GWM_1_19, 504, 529, Absenkbr. 2, Pegel 3 wurden im August 2021 Datenlogger installiert. In der Messstelle 587, welche als Referenzmessstelle dient, erfolgten zunächst händische Messungen bis zum Einbau des Datenloggers am 27. September 2021. Die Grundwasserstände in den mit Datenloggern ausgestatteten GWM wurden einmal monatlich mittels Lichtlot überprüft. Von Seiten der wesernetz Bremerhaven GmbH wurde mitgeteilt, dass die GWM 529 nicht einwandfrei funktionstüchtig ist und auch nicht regeneriert werden kann /11/. Bis auf Weiteres sind die dort gemessenen Wasserstände als nicht zuverlässig einzuschätzen. Für den Versuchsbrunnen GWM_2_19 wird der Wasserstand automatisch über den durch die Pumpe erfassten Überstau gemessen /18/ und einmal im Monat mittels Lichtlot gemessen. An den mit Datenloggern ausgestatteten Grundwassermessstellen sowie an den Messstellen GWM 405, 509, 527 und 531 erfolgten zusätzliche monatliche Messungen der Wasserstände mittels Lichtlot. Die Wasserstände an den Messstellen AB 1 und 508 werden monatlich durch die wesernetz Bremerhaven GmbH gemessen. Abweichend von den in /20/ aufgeführten Grundwassermessstellen wird anstelle der Messstelle 573, die nicht immer zugänglich ist, die leichter zugängliche Messstelle 509 verwendet und regelmäßig gemessen. Die Lage der Messstellen ist der **Anlage 2** zu entnehmen. Mit Ausnahme der Grundwassermessstelle VB_1_19, GWM_2_19 und GWM_1_19, deren Messbezugshöhe in mNHN eingemessen wurde, sind die Messbezugshöhen von Grundwassermessstellen und die Höhen der Kellersohlen der betroffenen Gebäude in mNN angegeben. Im Folgenden wird daher als Bezugshöhe mNN angegeben. Eine Transformation der Höhen der GWM VB_1_19, GWM_2_19 und GWM_1_19 erfolgte nicht. Die Abweichung verschiedener Höhenbezugssysteme dürfte in Bremerhaven im Bereich weniger cm liegen und ist daher tolerierbar.

3.2 Ergebnisse des Monitorings der Grundwasserstände

In **Anlage 12** sind die Wasserstände der Grundwassermessstellen von August 2021 bis September 2022 als Ganglinien dargestellt. Dabei wurden die aufgezeichneten Wasserstände, die im Datenlogger als cm Wassersäule registriert werden, auf die gemessenen Wasserstände in mNN umgerechnet. Für die Darstellung der Wasserstände wurden die Tagesmittelwerte der Aufzeichnungen berechnet. Die Messwerte wurden auf Plausibilität geprüft und ggf. korrigiert. In **Anlage 12** sind zudem die Wasserstände im Versuchsbrunnen (GWM_2_19) aufgeführt, ebenfalls als Tagesmittelwerte. Des Weiteren sind die täglichen Niederschlagsmengen dargestellt, gemessen an der Wetterstation Bremerhaven des Deutschen Wetterdienstes /25/ sowie die Aufzeichnungen der Entnahmerate /24/. Die Aufzeichnungen im Versuchsbrunnen beginnen erst am 20.08.2021. Das Aufzeichnungsintervall am Versuchsbrunnen wurde von 30 Minuten auf 60 Minuten geändert, die Daten werden zudem seit dem 18.09.2021 über ein Webportal übermittelt, über dieses erfolgt auch die Luftdruckkorrektur /24/. Die Entwicklung der Wasserstände und Entnahmeraten von August bis November 2021 sind in /22/ und die von November 2021 bis März 2022 in /23/ beschrieben. Nach einem Ansteigen der Grundwasserstände von November 2021 bis etwa Februar 2022 sinken diese ab März 2022 bis September 2022. In Zeitabschnitten, in denen erhöhte Niederschläge auftreten (z. B. Mai, Juni und September 2022), ist ein geringfügiges Ansteigen der Grundwasserstände zu beobachten, der generelle Trend des Absinkens der Grundwasserstände bleibt jedoch erhalten. Zwischen dem 17. und 29. August 2022 gab es eine Unterbrechung der Entnahme. In diesem Zeitraum wurde die Pumpe ausgebaut, repariert und wieder eingebaut. Dies zeigt sich im Anstieg der Wasserstände im Brunnen sowie an der Messstelle VB_1_19, die in der Nähe des Versuchsbrunnens liegt. Die Förderrate betrug vom März 2022 bis April 2022 ca. 11,2 m³/h, von April bis Mai 2022 ca. 11,8 m³/h, von Mai bis Juni 2022 ca. 11,7 m³/h, in der Folge wurden bis etwa Mitte August 2022 maximal 11,3 m³/h, bis etwa September 2022 wurden ca. 10,3 m³/h entnommen. Insgesamt betrug die geförderte Menge von August 2021 bis September 2022 ca. 107.872 m³.

Ebenfalls in **Anlage 12** dargestellt sind die Ganglinien der gemessenen Wasserstände in den Messstellen, in denen keine Datenlogger eingebaut sind (AB 1, 508, 405, 509, 527). Die Lage der Messstellen ist der **Anlage 2** zu entnehmen. Seit etwa November 2021 steigen die Grundwasserstände in allen Messstellen bis etwa Ende Februar 2022 an. Danach ist ebenfalls ein Absinken der Grundwasserstände bis September 2022 zu beobachten bzw. an den Messstellen AB 1 und 508 bleiben die Wasserstände im September 2022 nahezu auf dem gleichen Niveau wie im August 2022.

Im Folgenden werden die Zustände im März 2022 und im Juli 2022 gegenüber dem Anfangszustand (August 2021) betrachtet. Der März 2022 stellt dabei den witterungsbedingt ungünstigen Fall dar, der Juli 2022 den günstigen Fall. Um für den Zeitraum des Versuchsbetriebs Vergleichbarkeit mit dem Anfangszustand herzustellen, wurde der Grundwassergleichenplan für August 2021 /20/ überarbeitet. Hierfür wurden die Grundwasserstände für die Grundwassermessstellen GWM VB_1_19, GWM_1_19, Absenkbrunnen 2 und Pegel 3 mittels linearer Regression aus den Grundwasserstandsdaten der GWM 504 und AB1 interpoliert und mit in den Grundwassergleichenplan aufgenommen. Da der Grundwassergleichenplan für den August 2021 damit im zentralen Bereich auf abgeschätzten Wasserständen beruht, ist für diesen Plan und die darauf aufbauenden Pläne (**Anlagen 7, 10 und 11**) von einer entsprechenden Unsicherheit auszugehen. Außerdem wurde aufgrund der oben genannten unplausiblen Wasserstände zudem der Wasserstand der Messstelle 529 weggelassen. Der neue Grundwassergleichenplan für August 2021 ist als **Anlage 3** diesem Bericht angefügt. Die generelle Fließrichtung ist von Nordwesten nach Südosten orientiert. Im Bereich des Grabens Moorhöfe zeichnen sich effluente Verhältnisse ab, d. h. das oberflächennahe Grundwasser strömt dem Graben zu. Im Grundwassergleichenplan vom 02.08.2021 /20/ ist dies nicht ersichtlich, da keine Grundwasserstände in den Grundwassermessstellen in Grabennähe aufgenommen wurden.

Für den Stichtag 04. Juli 2022 wurde ebenfalls ein Grundwassergleichenplan erstellt, dieser ist der **Anlage 4** zu entnehmen, darin sind auch die am 04. Juli 2022 gemessenen

Wasserstände der wesernetz Bremerhaven GmbH mit enthalten. Für den im Versuchsbrunnen gemessenen Wasserstand wurde der Wert aus der Datenloggeraufzeichnung verwendet, da der Wert der Handmessung unplausibel ist. Im Grundwassergleichenplan ist ein Bereich mit geringen Grundwasserständen um den Versuchsbrunnen und bei den Grundwassermessstellen GWM_1_19, Absenkbr. 2 und Pegel 3 ersichtlich. Die geringen Grundwasserstände um den Versuchsbrunnen sind der Grundwasserentnahme zuzuordnen. Durch die Entnahme ist eine Überprägung des natürlichen Grundwasserabstroms (**Anlage 3**) zu erkennen. Die generelle Fließrichtung ist von Nordwest nach Südost und in Brunnennähe auf den Versuchsbrunnen hin ausgerichtet. Wie im August 2021 ist im Juli 2022 von effluenten Bedingungen in den Graben Moorhöfe auszugehen, d. h. das oberflächennahe Grundwasser strömt dem Graben zu und wird abgeführt. Beim Vergleich der Entwicklung der Wasserstände von August 2021 und Juli 2022 der Messtelle 504 (nahe des Grabens Moorhöfe), ergeben sich bei der Betrachtung der Entwicklung des Gradienten in Richtung Graben Moorhöfe geringfügige Änderungen (auch im Vergleich mit der Referenzmessstelle 587), die jedoch im Rahmen der natürlichen Schwankungen liegen. Somit ist nicht von einer messbaren Minderung des Abflusses aufgrund der Entnahme auszugehen. Der Grundwassergleichenplan für den März 2022 ist /23/ zu entnehmen.

Aus den Grundwasserständen vom 04. Juli 2022 lassen sich die Grundwasserstände im Bereich der betroffenen Gebäude und somit die Abstände der Grundwasseroberfläche zu den Kellersohlen ermitteln. Diese sind in **Anlage 13** – zu Vergleichszwecken zusammen mit den Abständen der Grundwasseroberfläche zu den Kellersohlen vom August 2021 und März 2022 – aufgeführt (Lageplan der betroffenen Gebäude siehe /20/). Im Vergleich zu August 2021 haben sich die Abstände zu den Kellersohlen bzw. die Grundwasserstände im Juli 2022 zumeist nur geringfügig verändert. Die Wasserstände sind im Juli 2022 überwiegend höher gegenüber August 2021 (auch im Vergleich mit der Referenzmessstelle 587, bei der die Grundwasserstände deutlich höher liegen). Lokal sind Grundwasseranstiege von maximal ca. 0,2 m zu beobachten. Damit ist prinzipiell von einem witterungsbedingten leichten Anstieg der Grundwasserstände zwischen August 2021 und Juli 2022 auszugehen, der im

Nahbereich des Versuchsbrunnens von der Grundwasserabsenkung durch den Brunnen überprägt wird.

Die Abstände des Grundwasserspiegels zu den Kellersohlen sind in den **Anlagen 5** und **6** für die Stichtage 07. März 2022 bzw. 04. Juli 2022 graphisch dargestellt. Bei der Interpretation der Pläne ist zu beachten, dass die hier dargestellte Differenz von der Unterkante der Kellersohlen abhängt, die auch auf kurzer Distanz bauwerksbedingt stark schwanken kann. Im Juli 2022 liegen im Nahbereich des Brunnens die Abstände zwischen ca. -0,2 m und 0,7 m. Nach Osten werden die Abstände kleiner mit Abständen von ca. -0,2 m bis 0,3 m. Nordwestlich des Versuchsbrunnens werden die Abstände größer und steigen auf Werte von über 2,7 m an. Hier ist allerdings zu beachten, dass es sich bei den Objekten mit sehr großen Abständen um nicht unterkellerte Garagen handelt. Im Süden liegen die Abstände bei Werten von über 0,8 m. In **Anlage 6** (Juli 2022) ist zu erkennen, dass im Nahbereich des Brunnens Abstände zwischen ca. 0,0 m bis 1,0 m auftreten. Nach Nordwesten nehmen die Abstände auf bis zu 3,0 m zu, nach Osten dagegen werden die Abstände geringer und erreichen Werte zwischen -0,2 m bis 0,4 m. Im Süden, im Bereich der Ringstraße treten Abstände von über 1,0 m auf. Im Vergleich mit Juli 2022 weisen die Abstände zwischen Kellersohle und Grundwasser im März 2022 geringere Werte auf, dies begründet sich vor allem durch die höheren Niederschläge im Winter und den daraus resultierenden höheren Wasserständen im März 2022.

Der als Höhenunterschied zwischen der Geländeoberkante und der Grundwasser-oberfläche des ersten Grundwasserleiters definierte Grundwasserflurabstand ist in den **Anlagen 7** bis **9** für August 2021, sowie März und Juli 2022 dargestellt. Für die Herleitung des Grundwasserflurabstandes wurde hier von freien Grundwasserverhältnissen ausgegangen. Zwar ist in einigen Teilen des zu betrachtenden Gebietes eine Überdeckung durch Grundmoränenablagerungen gegeben. Da der Geschiebelehm jedoch bereichsweise fehlt bzw. sandig-steinig ausgebildet ist, ist von halbfreien bis halbgespannten Verhältnissen auszugehen. Durch die Zugrundelegung von freien Grundwasserverhältnissen fällt der Flurabstand

tendenziell geringer aus als unter Annahme gespannter Bedingungen und stellt damit den ungünstigsten Fall dar. Grundlage des Flurabstandsplanes bilden die Grundwasserstandsdaten der Stichtagsmessungen von August 2021 sowie März und Juli 2022.

Die Flurabstände im August 2021 (**Anlage 7**) liegen im Bereich des Grabens Moorhöfe unter 1,0 m und nehmen nach Westen, Südwesten und Südosten zu. Im Westen bzw. Südwesten liegen die Flurabstände bei über 6,0 m, im Südosten liegen die Flurabstände bei über 4,0 m. Im Nahbereich des Versuchsbrunnens liegen die Flurabstände bei etwa 2,0 m. Die Flurabstände im März 2022 (**Anlage 8**) liegen im Bereich des Versuchsbrunnens zwischen 2,0 bis 3,0 m und werden nach Osten geringer. Im Gebiet nahe des Grabens Moorhöfe liegen die Flurabstände unter 1,0 m, östlich davon liegen sie über 1,0 m. Nach Nordwesten steigen die Flurabstände auf über 2,0 m an. Höhere Flurabstände sind im Südwesten und Südosten des Betrachtungsgebiets festzustellen. Im Südosten liegen die Flurabstände dabei über 3,0 m und 4,0 m, im Südwesten erreichen die Flurabstände Werte bis über 6,0 m. Der Flurabstand nahe des Versuchsbrunnens liegt im Juli 2022 bei 2,5 m bis 3,0 m (**vgl. Anlage 9**). Nach Südwesten werden die Flurabstände größer und liegen dort bei > 5,0 m bzw. > 6,0 m. Östlich des Versuchsbrunnens werden die Flurabstände geringer und erreichen Nahe des Grabens Moorhöfe Werte unter 1,0 m, östlich des Grabens liegen die Flurabstände bei über 1,0 m. Im Südosten des Betrachtungsgebietes werden die Flurabstände größer und liegen zwischen 3,0 m und 4,0 m. Die Flurabstände im März 2022 und Juli 2022 weisen geringe Unterschiede auf. Dabei sind die Flurabstände im März 2022 um ca. 0,1 m bis 0,5 m niedriger als im Juli 2022, was auf die höheren Wasserstände im März 2022 zurückzuführen ist.

In den **Anlagen 10** und **11** sind die Differenzen Grundwasserabstände der Kellersohlen dargestellt. Dabei wurden die Grundwasserabstände der Kellersohlen von August 2021 gegenüber denen von März 2022 (**Anlage 10**) bzw. gegenüber Juli 2022 (**Anlage 11**) ermittelt. Die Differenzen der Abstände zu den Kellersohlen verhalten sich analog zu den Differenzen der Grundwasserstände (mit umgekehrtem Vorzeichen; **Anlage 13**) und

fallen im März 2022 witterungsbedingt geringer aus als im Juli 2022. Im Nahbereich des Versuchsbrunnens sind die Abstände sowohl im März 2022 als auch im Juli 2022 gegenüber August 2021 größer. Da die Verhältnisse im Juli 2022 in etwa vergleichbar mit dem August 2021 sind, kann **Anlage 11** zur Beurteilung des hydraulischen Effekts der Förderung dienen. Ohne Betrieb des Versuchsbrunnens würden in dessen Umgebung die Grundwasserstände im Juli 2022 etwa 10 cm höher liegen als im August 2021, der in **Anlage 11** dargestellte Trichter der Grundwasserabsenkung sollte also witterungsbereinigt etwa noch 10 cm tiefer sein. Im Vergleich zur Prognose der Grundwasserabsenkung des Versuchsbetriebes /20/ hat die 0,2 m-Isolinie also eine deutlich größere Ausdehnung, die 0,1 m – Isolinie eine etwas geringere. Dies deutet auf etwas geringere Transmissivitäten hin als im Grundwasserströmungsmodell angenommen.

4 Auswirkungen der Grundwasserentnahme

Im Folgenden werden jeweils die Auswirkungen des bisherigen Versuchsbetriebes bewertet.

4.1 Auswirkungen auf das Grundwasser

4.1.1 Auswirkungen auf den mengenmäßigen Zustand des Grundwassers

Die Grundwasserentnahme erfolgt aus dem Grundwasserkörper „Untere Weser Lockergestein rechts“ /26/. Die nutzbare Dargebotsreserve des Grundwasserkörpers beläuft sich auf 21,45 Mio. m³/a /27/. Mit der bis zum September 2022 entnommenen Menge von ca. 107.872 m³ beträgt der Anteil an der nutzbaren Dargebotsreserve etwa 0,5 % und ist daher als marginal einzuschätzen. Die Auswirkungen des Versuchsbetriebes auf die Grundwasserstände sind nur im unmittelbaren Nahbereich der Entnahmestelle nachweisbar. Von einer Verschlechterung des mengenmäßigen Zustandes des Grundwasserkörpers ist nicht auszugehen.

4.1.2 Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit

Im Grundwasser des Brunnens sind im Verlauf (bis August 2022) des Versuchsbetriebes die Konzentrationen an Kupfer, Zink, Nickel, Kobalt und Cadmium erhöht, aber i. W. konstant (**Anlage 14**). Der Geringfügigkeitsschwellenwert (GFS) [5] wird dabei im Grundwasser für alle diese Metalle überschritten. Für Cadmium, Kupfer, Kobalt und Zink liegen die gemessenen Gehalte im Mittel geringfügig über den geogenen Hintergrundwerten nach [4], für Nickel liegen sie im Bereich der Hintergrundwerte. Ursächlich für die erhöhten Konzentrationen dürfte der geringe pH-Wert des Grundwassers sein. Für die genannten Metalle ist eine erhöhte geogene Hintergrundbelastung wahrscheinlich. Von einer negativen Beeinflussung des Grundwasserkörpers ist daher nicht auszugehen

Im Grundwasser des Versuchsbrunnens sind außerdem Gehalte an Bromacil festgestellt worden, welche über dem Schwellenwert der Grundwasserverordnung liegen

(**Anlage 14**). Ferner wurden u. a. Konzentrationen der Stoffe Ethidimuron, Dichlorvos, Trichlorethen und Trichlorbenzol über der Bestimmungsgrenze, im Mittel aber unterhalb von Schwellenwerten (GFS/GrwV) festgestellt. Die Konzentration an Ethidimuron überstieg im Juni und im August 2022 den Schwellenwert nach GrwV und den GFS. Sowohl bei Bromacil als auch bei Ethidimuron ist zuletzt ein deutlicher Anstieg der Konzentrationen zu verzeichnen gewesen, was als Hinweis auf eine Schadstoffverlagerung zu werten ist. Aufgrund der geringen Größe des Einzugsgebietes des Versuchsbetriebes /20/ ist jedoch nicht von einer Verschlechterung des chemischen Zustandes des Grundwasserkörpers auszugehen.

In den Brunnen und Grundwassermessstellen des Fassungsgebietes Wulsdorf der wesernetz GmbH wurden bereits in der Vergangenheit vereinzelt PSM-Gehalte festgestellt (Terbutylazin, Bromacil, Ethidimuron, AMPA) /11/. Da diese jedoch nur in den Brunnen und zwei tiefen Grundwassermessstellen (560 und 585T) analysiert wurden, sind hieraus keine Rückschlüsse über die Herkunft der PSM-Gehalte ableitbar. Bromacil und Ethidimuron wurden in diesen beiden GWM nicht festgestellt.

4.2 Auswirkungen auf Oberflächengewässer

4.2.1 Auswirkungen auf die Abflussmenge

Das entnommene Wasser wurde über ein Regenrückhaltebecken (RRB) in den Geestemünder Markfleth eingeleitet. Der Einfluss der Einleitung auf den Abfluss im Geestemünder Markfleth wurde im Versuchszeitraum untersucht (**Anlage 14**). Am Karlsweg wurden Abflüsse zwischen $< 0,001$ und $320 \text{ m}^3/\text{h}$ gemessen, im Mittel lag der Abfluss bei $23 \text{ m}^3/\text{h}$. Jedoch lagen die Abflüsse nur an sieben von 12 Messungen über dem Einleitewert von $12 \text{ m}^3/\text{h}$. Ein direkter Einfluss durch die Einleitung des Wassers aus dem Versuchsbrunnen ist daher nicht zu erkennen. Geringere Abflüsse können u. a. durch Stauhaltung im RRB bedingt sein, weitere Möglichkeiten sind Evapotranspiration v. a. in den Vegetationsphasen oder der Eintrag ins Grundwasser. Von einer negativen Beeinflussung des Geestemünder Markfleths durch die erhöhte Abflussmenge ist nicht auszugehen.

Eine Absenkung des oberflächennahen Grundwasserspiegels kann zu einer Abflussminderung in angebundenen Vorflutern führen. Der Grundwasserabsenkungsbereich des Versuchsbetriebes beschränkt sich auf das unmittelbare Umfeld des Versuchsbrunnens und die Beträge der Grundwasserabsenkung sind relativ klein. Eine messbare Abflussminderung in nahegelegenen Vorflutern, auch im Graben Moorhöfe, ist daher unwahrscheinlich.

4.2.2 Auswirkungen auf die Wasserbeschaffenheit

Im Bericht des Instituts Dr. Nowak (**Anlage 14**) werden die Auswirkungen durch den Eintrag des Grundwassers in das Oberflächengewässer auf dessen chemische Eigenschaften beschrieben und bewertet.

Im Geestemünder Markfleth liegt eine Hintergrundbelastung bezüglich etlicher Stoffe vor (Ammonium, Schwermetalle, einzelne PBT, PCB), die z. B. über Niederschläge eingetragen werden und nicht im Zusammenhang mit der Einleitung des Grundwassers stehen. Für viele Parameter wurde an allen drei Probenahmestellen bei Einzelmessungen oder im Durchschnitt eine Überschreitung von UQN festgestellt (**Anlage 14**). Im Zusammenhang mit der Einleitung des Grundwassers sind hier vor allem Cadmium und Nickel relevant. Bei beiden Parametern liegen erheblich höhere Konzentrationen im Grundwasser als im Oberflächengewässer vor. Für Kobalt, Kupfer und Zink, die im Grundwasser ebenfalls auffällig waren, existiert keine UQN. Bei Cadmium wird die JD-UQN oberhalb der Einleitstelle im Durchschnitt geringfügig überschritten, bei Nickel bei einigen Einzelmessungen, der Durchschnitt liegt etwas unter der JD-UQN. Unterhalb der Einleitung ist eine Erhöhung der Konzentration von Nickel und Cadmium im Geestemünder Markfleth beobachtet worden, die wahrscheinlich durch die Einleitung verursacht wurde. Unterhalb der Einleitung werden die JD-UQN von Nickel und Cadmium im Mittel geringfügig überschritten. Durch den höheren pH-Wert im Oberflächengewässer im Vergleich zum Grundwasser oder durch weitere Zuflüsse sinkt die Konzentration von Cadmium im weiteren Verlauf. Bei der Bewertung von Nickel ist auch die Bioverfügbarkeit ausschlaggebend, welche bei hohen DOC-Gehalten, wie sie

im Geestemünder Markfleth auftreten, reduziert ist. Die bioverfügbaren Konzentrationen von Nickel unterschreiten die JD-UQN.

Bezüglich Bromacil ist eine Überschreitung von UQN im Oberflächengewässer durch die relativ geringen Konzentrationen im Grundwasser nicht gegeben. Die Werte im Oberflächenwasser weisen zwar einen Anstieg auf, liegen jedoch unterhalb des JD-UQN (**Anlage 14**). Für Ethidimuron existiert keine UQN.

Das bezüglich EG-WRRL bewertungsrelevante Gewässer ist die Geeste, so dass eine Überschreitung von UQN im Geestemünder Markfleth nicht zwingend relevant nach EG-WRRL ist. Da schon im Geestemünder Markfleth UQN nur geringfügig und punktuell überschritten werden, ist für die Geeste für den Versuchsbetrieb nicht von einer Verschlechterung des chemischen Zustandes (Cd, Ni) oder einer Überschreitung von UQN von flussgebietsspezifischen Schadstoffen (Bromacil) auszugehen.

In Bezug auf die allgemeinen chemisch-physikalischen Qualitätskomponenten resultierte die Einleitung möglicherweise in einer Verminderung des pH-Wertes, des Sauerstoffgehalts, des Ammoniumgehalts, des TOC und des Phosphatgehaltes (**Anlage 14**). Die Nitratgehalte wurden vermutlich durch die Einleitung erhöht. Diese Veränderungen können teilweise negative, teilweise positive Effekte auf das ökologische Potential haben; die geringfügige Erhöhung des Durchflusses und die geringe organische Belastung, des phosphat-armen Grundwassers haben insbesondere im Sommer in der Summe eine positive Auswirkung auf die Trophie des Oberflächengewässers.

Insgesamt zeigte die Gegenüberstellung der Ergebnisse der Makrozoobenthos- und Makrophytenuntersuchungen vor (2021) und während der Grundwassereinleitung (2022) keine Verschlechterung des ökologischen Potenzials.

4.3 Auswirkungen auf Vegetation

Beeinträchtigungen für die Vegetation – z. B. Ertragsminderungen land- und forstwirtschaftlicher Nutzpflanzen – sind nur dann möglich, wenn vor der Grundwasserabsenkung bestimmte Grundwasserflurabstände nicht überschritten wurden und ein Bedarf an zusätzlicher Wasserversorgung für die Pflanzen aus dem Grundwasser bestand.

Der Grenzflurabstand, ab dem durch eine Grundwasserabsenkung Veränderungen des Bodenwasserhaushaltes – und damit verbunden eine Beeinträchtigung der landwirtschaftlichen Nutzung – auftreten können, beträgt in sandigen und tonigen Sedimenten etwa 1 m [2]; in sandigen Schluffen kann er maximal ca. 3 m betragen. Danach sind hinsichtlich einer Grundwasserabsenkung Böden relevant, deren Flurabstand geringer ist als der Grenzflurabstand. Für die forstwirtschaftliche Nutzung wird i. A. ein relevanter Grenzflurabstand von 5 m angesetzt.

In /29/ sind für das betrachtete Gebiet keine Bodentypen aufgeführt, da das Gebiet größtenteils bebaut ist und sowohl Boden als auch Vegetation anthropogen beeinflusst sind. Der Bewuchs ist in der Gegend auf Gärten und Straßenbepflanzung beschränkt. Im Grundwasserabsenkungsbereich des Versuchsbrunnens betragen die Flurabstände ca. 1 bis 3 m (vgl. **Anlage 9**). Gemäß /31/ bestand vor Einstellung der Förderung im Fassungsgebiet Wulsdorf 2016 aufgrund der damals höheren Flurabstände kein Grundwasseranschluss für die Pflanzen im Nahbereich des Versuchsbrunnens. Im Bereich von wenigen Metern um den Brunnen selbst beträgt die Grundwasserabsenkung bis zu 0,7 m, in der weiteren Umgebung < 0,2 m (**Anlage 13**). Die natürliche Schwankungsbreite des Grundwasserstands beträgt in diesem Bereich > 1 m /31/. Vor diesem Hintergrund ist eine negative Beeinflussung der Vegetation nicht zu erwarten.

4.4 Auswirkungen auf Bauwerke

Es ist bekannt, dass Grundwasserabsenkungen zu Bodensetzungen und damit u. U. zu Schäden an Bauwerken führen können. Bei Grundwasserabsenkungen wird durch die Absenkung des Grundwasserspiegels die Wichte des Bodens vergrößert (Verlust von

Auftrieb), wodurch kompressible Schichten Setzungen erfahren. Dabei sind schädigende Auswirkungen von Grundwasserabsenkungen auf Gebäude in der Regel eine Folge ungleichmäßiger Setzungen des Untergrundes.

Nennenswerte Setzungen treten aber nur bei Lockergesteinen auf, deren Korngerüst auch unter Auflast kompressibel ist. Hierzu zählen bindige und organische Böden, wobei bei organischen Böden und ungehindertem Luftzutritt noch ein Setzungsanteil aus der Zersetzung der organischen Substanzen hinzukommt. Sandige und kiesige Sedimente sind wenig setzungsempfindlich. Setzungsgefährdet sind erfahrungsgemäß Gebiete mit holozänen, schluffig-tonigen oder organischen Sedimenten nahe der Erdoberfläche; es handelt sich fast ausschließlich um Gebiete mit geringem Grundwasserflurabstand.

Innerhalb des Grundwasserabsenkungsbereiches des Versuchsbrunnens sowie in der unmittelbaren Umgebung sind im Bereich der Auerstraße, Siemensstraße, Moorhöfe, Flettnerstraße (bis Hausnummer 30) bis Bunsenstraße nichtbindige, grobkörnige Lockergesteine überwiegend mitteldicht bis dicht gelagert vorzufinden /28/. Aufgrund des Fehlens besonders setzungsempfindlicher Sedimente in diesem Bereich sind Auswirkungen auf Bauwerke und bautechnische Infrastruktur infolge der Entnahme nicht zu erwarten. Im Bereich der Flettnerstraße (Hausnummer 31-38), der Porschestraße, dem sich östlich anschließenden kleinen Park bis zum südlichen Abschnitt der Weißenstraße sind organische Lockergesteine über nichtbindigen, grobkörnigen Lockergesteinen, überwiegend mitteldicht bis dicht gelagert, verbreitet /28/. Im Bereich der Dieselstraße und dem angrenzenden Teil der Auerstraße sowie nördlich und nordöstlich davon liegen organische Lockergesteine vor. Aufgrund der geringen Absenkungsbeträge in den Bereichen mit setzungsempfindlichen Sedimenten ist nicht von einer Beeinträchtigung von Bauwerken auszugehen.

5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Der Versuchsbetrieb hat gezeigt, dass durch die Entnahme von ca. 100.000 m³ im Verlauf eines Jahres eine Grundwasserabsenkung verursacht wurde, die weitgehend der Prognose entsprach /20/, aber auf etwas geringere Transmissivitäten hindeutet, als im Grundwasserströmungsmodell angenommen. Bei 3 Gebäuden wurde unter jahreszeitlich günstigen Bedingungen (Juli 2022) eine Absenkung des Grundwasserspiegels unter die Kellersohle erreicht. Bei jahreszeitlich ungünstigen Bedingungen (März 2022) haben sich die Verhältnisse in der Umgebung des Versuchsbrunnens im Vergleich zum August 2021 zumindest nicht verschlechtert. Prinzipiell erscheint die Entnahme von ≥ 400.000 m³/a realisierbar, aufgrund der Beschaffenheit des im Versuchsbetriebes geförderten Grundwassers und der größeren Absenkungreichweite im Vergleich zu einer Entnahme von 100.000 m³/a können negative Auswirkungen gegenwärtig jedoch nicht ausgeschlossen werden. Weitere Untersuchungen und Prüfschritte werden daher empfohlen.

- Die Grundwasserentnahme von 400.000 m³/a erfordert die Eröffnung eines formellen Wasserrechtsverfahrens mit allen erforderlichen Unterlagen.
- Bei einer dauerhaften Entnahme von mindestens 400.000 m³/a ist eine Schadstoffverlagerung von Bromacil und Ethidimuron im Grundwasserleiter nicht auszuschließen. Daher sind weitere Erkundungsmaßnahmen zu empfehlen. Hierfür kann zunächst ein Untersuchungskonzept auf der Basis von Bahnlinienanalysen mit dem bestehenden Grundwasserströmungsmodell erarbeitet werden.
- Für die geplante Entnahmemenge (≥ 400.000 m³) ist im Nahbereich der Entnahmebrunnen von einer deutlich größeren Grundwasserabsenkung auszugehen /15/. Eine Verschlechterung des mengenmäßigen Zustandes des Grundwasserkörpers ist nicht ausgeschlossen. Eine Abflussminderung in nahegelegenen Vorflutern, insbesondere im Graben Moorhöfe, ist ebenfalls nicht auszuschließen. Die Beurteilung einer möglichen Abflussminderung in Vorflutern

kann mit Hilfe des bestehenden Grundwasserströmungsmodells erfolgen. Hierfür sind die Implementierung der Vorfluter im Modell sowie weitere Modellaktualisierungen erforderlich.

- Im Hinblick auf die potentiellen Betroffenheiten des Grundwassers, empfehlen wir einen Fachbeitrag zu den Anforderungen gemäß EG-WRRRL anfertigen zu lassen. Voraussichtlich ist hierfür die Erhebung weiterer Daten erforderlich.
- Gegenwärtig ist die weitere Nutzung des entnommenen Grundwassers nicht geklärt. Für den Fall, dass das Wasser, wie während des Versuchsbetriebes, in den Geestemünder Markfleth abgeschlagen wird, werden Untersuchungen der Geeste und des Geestemünder Markfleths vor der Mündung in die Geeste bezüglich der Parameter nach OGewV und bezüglich des Abflussverhaltens empfohlen, um eine umfassendere Bewertung gemäß EG-WRRRL durchführen zu können. In diesem Fall sollte ferner eine Untersuchung (mit umfassendem Parameterumfang) des von Süden kommenden Zustroms zum Regenrückhaltebecken in Erwägung gezogen werden, um zu einer vollständigeren Einschätzung der Belastungen im Einzugsgebiet des Geestemünder Markfleths zu kommen.
- Da bei einer geplanten Entnahme von $\geq 400.000 \text{ m}^3/\text{a}$ von einer größeren Grundwasserabsenkung auszugehen ist und auch Bereiche mit einem Flurabstand $< 1 \text{ m}$ betroffen sind (Umgebung Porschestr.) sind negative Auswirkungen auf die Vegetation nicht ausgeschlossen. Zur Klärung der Empfindlichkeit der Vegetation in Bezug auf die Grundwasserabsenkung wird die Anfertigung eines bodenkundlichen Gutachtens und eines vegetationskundlichen Gutachtens empfohlen.
- Es liegen Bereiche mit setzungsempfindlichen Sedimenten vor, innerhalb derer bei einer Entnahme von mindestens $400.000 \text{ m}^3/\text{a}$ teilweise $> 50 \text{ cm}$ Grundwasserabsenkung zu erwarten sind /15/. Da das Zentrum des Grundwasserabsenkungsbereiches sich von historischen Grundwasserabsenkungen durch die Trinkwasserförderung im Fassungsgebiet Wulsdorf unterscheidet, können negative Auswirkungen auf Bauwerke daher für die geplante Entnahme von $\geq 400.000 \text{ m}^3/\text{a}$ nicht ausgeschlossen werden. Bezüglich möglicher

Betroffenheiten von Bauwerken bzw. bautechnischer Infrastruktur wird die Anfertigung eines geotechnischen Gutachtens empfohlen.

In den jeweiligen Berichten sollten bei Erfordernis geeignete Beweissicherungsmaßnahmen dargestellt werden.

Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH

Dr. Markus Wehrer

Dipl.-Geol. Sabine Schaefer

6 Literaturverzeichnis

- [1] bio-met (2019). bioavailability tool - user guide (version 5.0). Guidance document on the use of the bio-met bioavailability tool. <https://www.bio-met.net>
- [2] Bug, J., Heumann, S., Müller, U. & Waldeck, A., 2020: GeoBerichte 19 - Auswertungsmethoden im Bodenschutz, LBEG, Hannover, 383 S.
- [3] GRUNDWASSERVERORDNUNG (GRWV) vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513)
- [4] Kunkel R. (Editor) 2004. Die natürliche, ubiquitär überprägte Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland. Jülich: Forschungszentrum Jülich, Zentralbibliothek.
- [5] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2017). Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. Aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016.
- [6] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2016). Technische Anleitung zur Oberflächengewässerverordnung. Arbeitspapier 2: Berücksichtigung der Bioverfügbarkeit bei der Beurteilung von Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen von Blei und Nickel.
- [7] Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz NLWKN (2020). Grundwasserbericht Niedersachsen - Parameterblatt Cadmium. 1. Auflage, Norden.
- [8] Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz NLWKN (2013). Grundwasser. Regionaler Themenbericht. Spurenmetalle im Grundwasser Ostfrieslands. Datenauswertung 1993 bis 2012. 1. Auflage, Norden.
- [9] Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz NLWKN (2021). Typisierung der Marschengewässer.
https://www.nlwkn.niedersachsen.de/wasserrahmenrichtlinie/fliessgewasser_seen/marschengewasser/typisierung_marschengewasser/typisierung-der-marschengewaesser-133378.html (abgerufen am 30.11.21)
- [10] Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S.1373)

- [11] Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (2016). Merkblatt: Einleitwerte von Grundwasser in Gewässer und in die Kanalisation - Zusammenstellung von Einleitwerten für Direkteinleitungen.