

Entsorgungsbetriebe Bremerhaven
Grashoffstraße 6

27504 Bremerhaven

Bericht Nr. 18 - 24434

Grundwasseranstieg Wulsdorf

Untersuchung der wasserwirtschaftlichen Realisierbarkeit grundwasserstandsabsenkender Maßnahmen

Phase 1: Identifizierung eines optimierten Entnahmeszenarios

vom
04. März 2019

I Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Veranlassung und Aufgabenstellung	4
2 Projektunterlagen	6
3 Wasserwirtschaftliche Gegebenheiten	8
4 Standortbeschreibung	9
5 Methodik	12
6 Ergebnisse	15
7 Zusammenfassung und Schlussfolgerung	16

II Anlagenverzeichnis

- 1 Übersichtslageplan (M 1 : 200.000)
- 2 Prognose der Grundwasserabsenkung: Szenarien 1 und 2 (M 1 : 5.000)
- 3 Prognose der Grundwasserabsenkung: Szenarien 3 und 4 (M 1 : 5.000)
- 4 Prognose der Grundwasserabsenkung: Szenario 5 (M 1 : 5.000)

III Tabellenverzeichnis

Seite

Tabelle 5-1: Simulationsszenarien zur Grundwasserabsenkung

14

IV Abkürzungsverzeichnis

GWM	Grundwassermessstelle
GWS	Grundwasserspiegel
KS	Kellersohle
m u. GOK	Meter unter Geländeoberkante
mNN	Meter bezüglich Normalnull
OK	Oberkante

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 lassen die Realisierbarkeit grundwasserstandsabsenkender Maßnahmen prüfen. Ziel der Maßnahmen soll eine dauerhafte Verbesserung der Situation an den betroffenen Gebäuden sein; nach Möglichkeit soll ein Grundwasserstand erreicht werden, wie er vor dem Auftreten von Vernässungsschäden an den o.g. Objekten vorgelegen hat. Die hierfür notwendigen wasserwirtschaftlichen Maßnahmen lassen sich in die Kategorien Grundwasserhaltung, ggf. -aufbereitung, -ableitung und -einleitung in ein Gewässer (oberirdisch oder unterirdisch) untergliedern.

Eine hierzu vorliegende Untersuchung /1/ kam zu dem Ergebnis, dass ca. 1 Mio. m³/a Wasser über eine tief verlegte Dränageleitung abgeführt werden müssen, um die Grundwasserstände im o.g. Sinne zu beeinflussen. Diese Menge erscheint nach jetzigem Kenntnisstand hinsichtlich der Entnahme und der Einleitung in ein Gewässer unter genehmigungsrelevanten Aspekten problematisch.

Es soll daher untersucht werden, inwieweit eine Reduzierung der Förder- bzw. Einleitungsmengen möglich erscheint, wenn eine punktuelle Entnahme über Bohrbrunnen erfolgt. Ziel ist die Identifizierung eines optimierten Förderszenarios, durch das der Grundwasserstand möglichst weitgehend absenkt wird, wobei die zu entnehmenden und abzuleitenden Mengen möglichst gering gehalten werden sollen. Letzteres wird als Voraussetzung für eine Realisierbarkeit unter genehmigungsrechtlichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten angesehen.

Mit Datum vom 05.12.2018 erhielt die Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH von den Entsorgungsbetrieben Bremerhaven den Auftrag zur Erstellung einer diesbezüglichen hydrogeologischen Stellungnahme, welche hiermit vorgelegt wird.

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 des 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, Vorabzug); 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, Vorabzug); 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, Schichtenverzeichnisse, etc.).
- /12/ NIBIS – Kartenserver des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover: nibis.lbeg.de/cardomap3/

3 Wasserwirtschaftliche Gegebenheiten

Für das Wasserwerk Wulsdorf liegt eine wasserrechtliche Bewilligung zur Förderung von Grundwasser aus den Fassungsgebieten Wulsdorf und Ahnthammsmoor vor. Bis Ende 2016 war gemäß /10/ die Grundwasserfördermenge im Fassungsgebiet Wulsdorf auf 0 m³ zu reduzieren. /5/ zeigt die monatlichen Fördermengen der Fassungsgebiete Wulsdorf und Ahnthammsmoor /11/. Über den gesamten Zeitraum seit Beginn der Aufzeichnungen wird ein mehr oder weniger kontinuierlicher Rückgang der Fördermenge von ca. 200.000 m³/Monat in den 1970er Jahren auf ca. 80.000 m³/Monat in jüngster Vergangenheit ersichtlich. Bis 2009 war die Förderung fast ausschließlich auf das Fassungsgebiet Wulsdorf beschränkt. In der Regel wurden zwischen 90.000 und 140.000 m³/Monat gefördert. Von 2009 bis ca. Mitte 2016 wurde parallel aus beiden Fassungsgebieten gefördert und anschließend wurde die Förderung im Fassungsgebiet Wulsdorf im Mai 2016 eingestellt. Die Förderung im Fassungsgebiet Wulsdorf lag in den Jahren vor der Einstellung der Förderung bei ca. 50.000 m³/Monat. Die Förderung im Fassungsgebiet Ahnthammsmoor stieg in den ersten Jahren seit 2009 an und bewegt sich im Moment bei ca. 80.000 m³/Monat.

4 Standortbeschreibung

Das Betrachtungsgebiet umfasst die nähere Umgebung des ehemaligen Wasserwerks Wulsdorf. Das Betrachtungsgebiet liegt auf dem Blatt 2417 Bremerhaven der Topographischen Karte 1 : 25.000 (**Anlage 1**). Das betrachtete Gebiet liegt in der Freien Hansestadt Bremen. Nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie ist das Betrachtungsgebiet dem Grundwasserkörper „Untere Weser Lockergestein rechts“ zuzuordnen.

Unter Hinweis auf vorliegende hydrogeologische Gutachten /6/, /7/ wird nachfolgend eine verkürzte Darstellung der hydrologischen, geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Betrachtungsgebiet vorgenommen.

Das Vorflutsystem des Betrachtungsgebietes ist dem Einzugsgebiet der Weser zugehörig. Südlich des Betrachtungsgebietes fließt der Vorfluter Rohr. Die Geländehöhen liegen zwischen ca. +1,5 und +7,0 mNN, an den vom Grundwasseranstieg betroffenen Gebäuden überwiegend bei ca. +2,0 bis +4,0 mNN.

Der Untergrund – soweit er für die hier behandelte Fragestellung von Bedeutung ist – besteht aus quartären Schichten, die von Sedimenten tertiären Alters unterlagert werden. Oberflächennah stehen im Betrachtungsgebiet überwiegend geringmächtige weichselzeitige Geschiebedecksande an, welche von quartären glazifluviatilen Sanden unterlagert werden /12/. In die glazifluviatilen Sande sind verbreitet feinkörnigere Schichten, bestehend aus Geschiebelehmen oder -mergeln und Beckenablagerungen, eingeschaltet.

Das Betrachtungsgebiet liegt am Rand einer elsterzeitlichen Rinne mit einer von N nach S zunehmenden Mächtigkeit der quartären Sedimente (ca. 50 bis 100 m). Elsterzeitliche Rinnen sind in der Elster-Kaltzeit durch Tiefenerosion unter dem Inlandeis entstanden und wurden nachfolgend durch mächtige quartäre Sedimente,

bestehend aus Schmelzwassersanden und -kiesen und den bindigen Ablagerungen des Lauenburger Komplexes, verfüllt. Im Liegenden der quartären Sedimente folgen feinsandig-schluffige Ablagerungen des Pliozän und Miozän.

Der Grundwasserleiter ist in Folge der häufig anzutreffenden Wechsellagerung von gröberen und feineren Sedimenten stark gegliedert. Der erste Grundwasserleiter ist in den fein- bis mittelkörnigen saalezeitlichen bzw. elsterzeitlichen Schmelzwassersanden im Hangenden der pliozänen Sedimente bzw. des Lauenburger Komplexes ausgebildet. Die maximale Mächtigkeit des ersten Grundwasserleiters beträgt im weiteren Umfeld des Betrachtungsgebietes ca. 55 m. Die Förderung des Wasserwerks Wulsdorf mit den Brunnen des Fassungsgebietes Wulsdorf erfolgte aus diesem ersten Grundwasserleiter.

Am 29. Mai 2018 wurde an der Auerstraße ein Kurzzeit-Pumpversuch vorgenommen /2/. Auf der Basis dieses Pumpversuchs wird in /1/ eine mögliche Spannweite des Durchlässigkeitsbeiwertes von $5 \cdot 10^{-5}$ m/s bis $2 \cdot 10^{-4}$ m/s angegeben. Bei diesem Pumpversuch wurde aus einer 4,7 m mächtigen oberflächennahen Sandschicht, welche von Geschiebelehm unterlagert ist, Grundwasser abgepumpt. Dabei reichte die Absenkung offenbar sehr weit in die Sandschicht hinein, was in einer sehr starken Reduktion der Fördermenge resultierte. Auch aufgrund der Heterogenität des Grundwasserleiters ist die effektive Mächtigkeit während des Pumpversuchs unklar. Aufgrund der genannten Rahmenbedingungen sind die errechneten Durchlässigkeitsbeiwerte wenig aussagekräftig für den eigentlichen (tieferliegenden) Grundwasserleiter, in welchem die Förderbrunnen ausgebaut werden müssten.

Der zweite Grundwasserleiter ist in den im liegenden Abschnitt der Rinnen vorhandenen elsterzeitlichen Schmelzwassersanden entwickelt; er weist im weiteren Umfeld des Betrachtungsgebietes eine maximale Mächtigkeit von ca. 120 m auf. Aus diesen Sanden fördern die Brunnen des Fassungsgebietes Ahnthammsmoor (südlich des Betrachtungsgebietes) das Grundwasser. Lateral schließen sich an diese Rinnensedimente die schluffigen Feinsande des Miozän und Pliozän an, die ebenfalls

dem zweiten Grundwasserleiter zugeordnet sind, aber eine deutlich geringere Durchlässigkeit aufweisen. Die Basis des zweiten Grundwasserleiters wird durch die miozänen schluffig-tonigen Reinbek- / Langenfelde-Schichten gebildet.

5 Methodik

Mit einem numerischen Grundwasserströmungsmodell wurden eine Reihe von Szenarien zur Grundwasserabsenkung mit Hilfe von Brunnen im Hilfsfondsgebiet Wulsdorf simuliert. Das numerische Grundwasserströmungsmodell basiert auf einem für die Wasserwerke Wulsdorf und Bexhövede entwickelten FEFLOW-Grundwasserströmungsmodell /8/. Dieses Modell wurde aktualisiert und in die Modellierungssoftware PROCESSING MODFLOW 8 überführt /9/. Dieses aktualisierte Modell wurde für die Betrachtung von Grundwasserabsenkungen im Hilfsfondsgebiet bereichsweise verändert, um einen höheren Detaillierungsgrad und eine bessere Modellanpassung im Betrachtungsgebiet zu erhalten. Hierfür wurden v.a. der Durchlässigkeitsbeiwert der Modellschichten bereichsweise angepasst und das Modellgitter verfeinert. Als Ist-Zustand der Förderung wurde in den Fassungsgebieten Ahnthammsmoor und Bexhövede der Jahresdurchschnitt 2017 angenommen. Es wurde eine Reihe von stationären Simulationen durchgeführt.

Im Folgenden werden als Resultat der Modellrechnungen exemplarisch die Ergebnisse von 5 Szenarien mit unterschiedlichen Brunnenkonstellationen, Fördermengen und Zielvorgaben vorgestellt. Die Zielvorgaben werden dabei durch den gewünschten Grundwasserspiegel (GWS) an den betroffenen Gebäuden in Bezug auf die NN-Höhe der Oberkante Kellersohle (OK KS) /11/ definiert. Maßgeblich ist hier das Frühjahr 2018, für das im Nahbereich des Fassungsgebietes Wulsdorf historische Grundwasserhöchststände erreicht wurden /5/. Für den 08.01.2018 liegt ein Grundwassergleichenplan vor, dessen Werte für die folgende Analyse verwendet wurden /5/. Als betroffene Gebäude wurden die Objekte der Kategorie B (bzw. A/B) und C (bzw. B/C) gemäß /5/ zugrunde gelegt.

Es ist davon auszugehen, dass zunächst die allmählich reduzierten Fördermengen seit den 1970er Jahren und schließlich die Einstellung der Förderung im Fassungsgebiet Wulsdorf mit dem in der Folge stattgefundenen Wiederanstieg mit zu dem Höchststand im

Frühjahr 2018 beigetragen hat. Falls keine Gegenmassnahmen ergriffen werden, hat sich durch die Abwesenheit der Förderung im Fassungsgebiet Wulsdorf vermutlich dauerhaft ein höheres Grundwasserniveau eingestellt, womit ein Grundwasserstand wie im Frühjahr 2018 künftig voraussichtlich häufiger eintreten wird.

In früheren Untersuchungen wurden mit Hilfe einer statistischen Methode Ganglinien von Grundwassermessstellen im Fassungsgebiet Wulsdorf für die Abwesenheit von Förderung rekonstruiert /3/. Das Niveau des Grundwasserstandes vom Frühjahr 2018 wurde in rekonstruierten Ganglinien der dem Hilfsfondgebiet am nächsten liegenden GWM zwischen 1962 und 2018 ca. 4 - 5 mal überschritten, d.h. im Durchschnitt alle ca. 9 bis 11 Jahre. Die weitere statistische Analyse von Grundwasserganglinien hat gezeigt, dass eine künftiger Grundwasserhöchststand etwa 0,4 m höher liegen könnte als im Frühjahr 2018 (etwaige Veränderungen durch den Klimawandel blieben hier unberücksichtigt) /3/. Ferner ist zu berücksichtigen, dass unter worst-case-Bedingungen noch ca. 0,1 m Restaufhöhung durch die Einstellung der Förderung erfolgen können /4/.

Als minimale Zielvorgabe wurde das Kriterium gewählt, dass die Grundwasserabsenkung mindestens erreichen sollte, dass bei Grundwasserständen wie am 08.01.2018 (plus der möglichen Restaufhöhung von 0,1 m) die OK der Kellersohlen nicht unterhalb des Grundwasserspiegels liegen sollten (Tabelle 5-1). Als mittlere Zielvorgabe wurde festgelegt, dass die OK Kellersohle auch bei einem künftigen Grundwasserhöchststand (d.h. Grundwasserstände vom 08.01.2018 + 0,1 m + 0,4 m) nicht unterhalb des Grundwasserspiegels liegen sollte. Als maximale Zielvorgabe wurde gewählt, dass die OK Kellersohle auch über dem vermuteten Kapillarsaum von 1,1 m /5/ über den Grundwasserständen vom 08.01.2018 (plus der möglichen Restaufhöhung von 0,1 m) liegt.

In den Szenarien 1 und 2 wurden jeweils 3 potentielle Brunnenstandorte berücksichtigt, in den Szenarien 3 und 4 jeweils 7 Standorte. Für das Szenario 5 wurden 9

Brunnenstandorte angenommen. Eine Übersicht über die dargestellten Szenarien zeigt Tabelle 5-1.

Die Standorte der Brunnen wurden so gewählt, dass sie überwiegend auf Grundstücken betroffener Gebäude liegen (**Anlagen 2, 3** und **4**). Auf diese Vorgabe kann bei einem die Wassermenge optimierenden Simulationsansatz nicht verzichtet werden. Der Vorteil dieses Ansatzes ist, dass die Grundwasserabsenkung unmittelbar den betroffenen Gebäuden zu Gute kommt. Für das Szenario 5 wurde zunächst keine Rücksicht auf die Realisierbarkeit der Brunnenstandorte genommen, da die zu erwartende Fördermenge aus genehmigungstechnischer Sicht im Moment ohnehin zu groß erscheint.

Bezeichnung	Brunnenkonstellation	Zielvorgabe Grundwasserabsenkung	notwendige Fördermenge
Szenario 1	3 Brunnen	minimal: $KS \geq GWS$ vom 08.01.2018 + 0,1 m – GW-Absenkung	560.000 m ³ /a
Szenario 2	3 Brunnen	mittel: $KS \geq GWS$ vom 08.01.2018 + 0,1 m + 0,4 m – GW-Absenkung	800.000 m ³ /a
Szenario 3	7 Brunnen	minimal: $KS \geq GWS$ vom 08.01.2018 + 0,1 m – GW-Absenkung	425.000 m ³ /a
Szenario 4	7 Brunnen	mittel: $KS \geq GWS$ vom 08.01.2018 + 0,1 m + 0,4 m – GW-Absenkung	640.000 m ³ /a
Szenario 5	9 Brunnen	maximal: $KS \geq GWS$ vom 08.01.2018 + 0,1 m + 1,1 m – GW-Absenkung	1.050.000 m ³ /a

Tabelle 5-1: Simulationsszenarien zur Grundwasserabsenkung

6 Ergebnisse

Anlagen 2, 3 und **4** zeigen die Grundwasserabsenkungen in flächenhafter Darstellung, welche im Betrachtungsgebiet bei den 5 Szenarien jeweils erreicht werden. Bei zwei Objekten konnten aufgrund ihrer Distanz zum Kerngebiet der Betroffenheiten und der geringen NN-Höhe ihrer Kellersohlen die Zielvorgaben bei den Szenarien nicht eingehalten werden. Dies betrifft Nr. 71 und Nr. 72 (Weißenstein 13 und Wikingerweg 63). An beiden Objekten werden zwar ebenfalls Grundwasserabsenkungen erreicht, aber in geringerem Umfang als bei den anderen Objekten. An allen anderen Objekten werden die Zielvorgaben eingehalten.

7 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

In szenarischen Simulationen wurde Grundwasserabsenkungen errechnet, welche im Hilfsfondsgebiet Wulsdorf durch Entnahmebrunnen erreicht werden können.

Die minimale Zielvorgabe, dass die Oberkante der Kellersohlen bei den bisherigen Grundwasserhöchstständen (08.01.2018) und unter Berücksichtigung einer maximal zu erwartenden Restaufhöhung von 0,1 m über der Grundwasseroberfläche liegt, kann bei 7 Förderbrunnen mit einer Fördermenge von ca. 425.000 m³/a, bzw. bei 3 Förderbrunnen mit ca. 560.000 m³/a erreicht werden.

Die mittlere Zielvorgabe, dass die Oberkante der Kellersohlen bei einem klimatisch bedingten potentiellen Grundwasserhöchststand (Grundwasserstand vom 08.01.2018 + 0,4 m) und unter Berücksichtigung einer maximal zu erwartenden Restaufhöhung von 0,1 m über der Grundwasseroberfläche liegt, wird bei 7 Brunnen mit einer Fördermenge von ca. 640.000 m³/a erreicht, bei 3 Brunnen mit einer Fördermenge von ca. 800.000 m³/a.

Für die maximale Zielvorgabe, dass die Oberkante der Kellersohlen bei den bisherigen Grundwasserhöchstständen (08.01.2018) und unter Berücksichtigung einer maximal zu erwartenden Restaufhöhung von 0,1 m sowie oberhalb eines mutmaßlichen Kapillarsaumes von 1,1 m liegt, müssen aus 9 Brunnen ca. 1.050.000 m³/a gefördert werden.

Bei zwei Objekten (Weißenstein 13, Wikingerweg 63) kann durch die hier dargestellten Förderszenarien keine Höhenlage des Grundwasserspiegels unterhalb der Kellersohle erreicht werden.

Aufgrund der Unsicherheiten, mit denen momentan die tatsächliche Lage des Grundwasserspiegels an den Objekten /5/ und der Durchlässigkeitsbeiwert behaftet ist,

wird eine hydrogeologische Erkundung der Aquifer-Eigenschaften empfohlen. Damit sollte eine instationäre Simulation durchgeführt und das Entnahmeszenario weiter optimiert werden.

Dr. Udo Schmidt

Dr. Markus Wehrer