

Vereinigte Stadtwerke Netz GmbH
Herrn Christian Meusel
Schweriner Str. 90

23909 Ratzeburg

**BERATENDE
GEOLOGEN
UND
INGENIEURE** Bei St. Wilhadi 5, 21682 Stade
Telefon +49 (0) 4141 779980
Telefax +49 (0) 4141 779988
Mail info@schmidt-geologen.de
Web www.schmidt-geologen.de

Bericht Nr. 20 - 24606

Hydrogeologisches Gutachten zur Grundwasserentnahme für das Wasserwerk Ratzeburg Vorstadt

**vom
22. September 2020**



I Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1	Veranlassung und Aufgabenstellung	6
2	Projektunterlagen	7
3	Beschreibung des Betrachtungsgebietes	11
4	Wasserwirtschaftliche Gegebenheiten	12
4.1	Wasserversorgung	12
4.2	Technische Anlagen des Wasserwerks	13
4.3	Weitere Grundwasserentnahmen	14
5	Geographische und hydrologische Verhältnisse	15
6	Geologische Verhältnisse	19
6.1	Datengrundlage	19
6.2	Regionalgeologischer Überblick	19
6.3	Schichtenfolge und Gesteinsbeschreibung	20
7	Hydrogeologische Verhältnisse	23
7.1	Hydrogeologischer Aufbau	23
7.2	Geohydraulische Kenndaten	24
7.3	Grundwasserstände und Grundwasserbewegung	24
7.4	Grundwasserüberdeckung	28
7.5	Grundwasserneubildung	28
7.6	Grundwasserbeschaffenheit	29
8	Absenkungs- und Einzugsgebiet der Grundwasserentnahme	36
8.1	Absenkungsgebiet	36
8.2	Einzugsgebiet	38
9	Auswirkungen der Grundwasserentnahme	40
9.1	Oberflächengewässer	40
9.2	Grundwasserstandsabhängige Vegetation	41

9.3	Bauwerke	42
9.4	Weitere Grundwasserentnahmen	42
9.5	Sonstige Auswirkungen	43
10	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	44
11	Literaturverzeichnis	46

II Anlagenverzeichnis

- 1 Übersichtslageplan (M 1 : 200.000)
- 2 Lage der Brunnen, Bohrungen und Grundwassermessstellen (M 1 : 25.000)
- 3 Geologische Karte (M 1 : 25.000)
- 4 Schematischer Schnitt A - A' (M 1 : 25.000 / 1 : 1.000)
- 5 Schematischer Schnitt B - B' (M 1 : 25.000 / 1 : 1.000)
- 6 Grundwassergleichenplan, oberer Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters (Stichtag: März 2014) (M 1 : 25.000)
- 7 Grundwassergleichenplan, unterer Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters (Stichtag: März 2014) (M 1 : 25.000)
- 8 Lage des Einzugsgebietes der Grundwasserentnahme (M 1 : 25.000)
- 9 Rohwasserfördermengen des Wasserwerks Ratzeburg Vorstadt
- 10 Grundwasserganglinien ausgewählter Messstellen (1991 - 2019)
- 11 PIPER-Diagramm der Rohwasseranalysen der Förderbrunnen (2011 - 2019)
- 12 Zeitliche Entwicklung der Rohwasserbeschaffenheit der Förderbrunnen (ausgewählte Parameter)
- 13 Zeitliche Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit der Grundwassermessstellen (ausgewählte Parameter)
- 14 Technische Daten der Förderbrunnen und Grundwassermessstellen
- 15 Bohrprofile und Ausbauzeichnungen der Brunnen des Wasserwerks Ratzeburg Vorstadt
- 16 Bohrprofile und Ausbauzeichnungen der Grundwassermessstellen des Wasserwerks Ratzeburg Vorstadt
- 17 Monitoring-Konzept
- 18 Niederschlagshöhen der DWD-Messstationen im Raum Ratzeburg (1991 - 2019)

III Abkürzungsverzeichnis

GWL	Grundwasserleiter
GWM	Grundwassermessstelle
HGWL	Hauptgrundwasserleiter
LLUR	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume
m u. GOK	Meter unter Geländeoberkante
mNN	Meter bezüglich Normalnull
nrM	nicht relevanter Metabolit
WSG	Wasserschutzgebiet
WW	Wasserwerk

1 **Veranlassung und Aufgabenstellung**

Die Vereinigte Stadtwerke Netz GmbH (VSN) betreibt die Wasserversorgung im Raum Mölln – Ratzeburg – Bald Oldesloe. Es werden hierzu u.a. zwei Wasserwerke im Raum Ratzeburg und ein Wasserwerk im Raum Mölln betrieben.

Für das Wasserwerk Ratzeburg Vorstadt liegt der VSN eine am 05.12.1990 ausgestellte Bewilligung zur Entnahme von Grundwasser bis zu 1.000.000 m³/a vor. Zur Trinkwasserversorgung wird Grundwasser genutzt; die Förderung erfolgt derzeit über vier Bohrbrunnen. Diese Bewilligung ist auf die Dauer von 30 Jahren befristet /3/ und läuft somit im Dezember 2020 aus. Für die Erteilung einer neuen wasserrechtlichen Genehmigung ist u. a. die Vorlage eines hydrogeologischen Gutachtens erforderlich.

Zur Sicherstellung der zukünftigen Trinkwasserversorgung in der Region wird eine Weiterführung der Grundwasserentnahme über das Wasserwerk Ratzeburg Vorstadt mit gleichbleibender max. Fördermenge (1,0 Mio. m³/a) angestrebt.

Mit Datum vom 17.02.2020 wurde unser Büro von der Vereinigten Stadtwerke Netz GmbH mit den genannten Leistungen für das Wasserwerk Ratzeburg Vorstadt beauftragt; der entsprechende Bericht wird hiermit vorgelegt.

2 Projektunterlagen

- /1/ Bemessung eines Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Ratzeburg-Vorstadt der Vereinigte Stadtwerke GmbH - Hydrogeologischer Bericht.- Staatliches Umweltamt Itzehoe, Itzehoe, 08.07.2002
- /2/ Hydrogeologisches Gutachten zur Grundwassergewinnung durch das Wasserwerk I (Vorstadt) in Ratzeburg.- Geologisches Landesamt Schleswig-Holstein, Kiel, 12.04.1989
- /3/ Bewilligungsbescheid für die Wasserwerke I (Vorstadt) und II (Georgsberg).- Minister für Natur, Umwelt, und Landesentwicklung des Landes Schleswig-Holstein, Kiel, 05.12.1990.
- /4/ Bewilligung des Rechts zur Entnahme von Grundwasser durch das Wasserwerk Ratzeburg St. Georgsberg.- Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Flintbek, 28.06.2007
- /5/ Bewilligung des Rechts zur Entnahme von Grundwasser durch das Wasserwerk Mölln.-Kreis Herzogtum Lauenburg, Fachdienst Wasserwirtschaft – Untere Wasserbehörde, Ratzeburg, 28.01.1993
- /6/ Grundlagenermittlung zur Standortfindung für eine neues Wasserwerk in Ratzeburg.- GeoC GmbH, Kiel, 25.03.2015
- /7/ Hydrogeologische Grundlagenermittlung für den Raum Mölln-Ratzeburg.- Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade, 22.05.2015 (Bericht 15-23973)
- /8/ Hydrogeologische Stellungnahme zur Vorbereitung weiterer hydrogeologischer und hydrochemischer Erkundungen im geplanten Fassungsgebiet „Fredeburger

Tangenberg.- Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade, 23.07.2019 (Bericht 18-24399)

- /9/ Gangliniendarstellungen zur Überwachung der Grundwasserförderung am Wasserwerk Ratzeburg Vorstadt (Jahr 2019)-. Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade, Mai 2020 (Bericht 20-24583.3) (Vorabzug)
- /10/ Gangliniendarstellungen zur Überwachung der Grundwasserförderung am Wasserwerk Ratzeburg Vorstadt (Jahr 2018)-. Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade, Mai 2019 (Bericht Nr. 19-24454.3)
- /11/ Gangliniendarstellungen zur Überwachung der Grundwasserförderung am Wasserwerk Ratzeburg Vorstadt (Jahr 2017) (Bericht Nr. 17-24296.3).- Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade, Mai 2018
- /12/ Gangliniendarstellungen zur Überwachung der Grundwasserförderung am Wasserwerk Ratzeburg Vorstadt (Jahr 2016) (Bericht Nr. 14/01/01).- Geologisches Büro Dr. P. Hempel, Kiel, April 2017
- /13/ Diverse Unterlagen der Vereinigte Stadtwerke Netz GmbH (GW-Base-Datenbank, Grundwasserstandsdaten, Schichtenverzeichnisse und Ausbaupläne von Brunnen und Grundwassermessstellen etc.)
- /14/ Daten des LLUR, Flintbek (Stammdaten aus dem geologischen Landesarchiv, Grundwasserneubildungsdaten nach GROWA (FZ Jülich, 2017))
- /15/ Daten des Landesbetriebes für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein, Itzehoe (Stammdaten und Grundwasserstandsdaten von Grundwassermessstellen)
- /16/ Daten des Kreises Herzogtum Lauenburg, Fachdienst Wasserwirtschaft (Angaben zu Grundwasserentnahmen Dritter, Stand: Juni 2020)

- /17/ Landwirtschafts- und Umweltatlas.- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Flintbek. URL:
<http://www.umweltdaten.landsh.de/atlas/script/index.php>
- /18/ Biotopkartierung Schleswig-Holstein.- Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung. URL:
<http://zebis.landsh.de/webauswertung/pages/map/default/index.xhtmll>
(Stand: Juni 2020)
- /19/ Landschaften in Deutschland.- Bundesamt für Naturschutz, Bonn. URL:
<https://geodienste.bfn.de/landschaften?lang=de>
- /20/ Schutzgebiete in Deutschland.- Bundesamt für Naturschutz, Bonn. URL:
<https://geodienste.bfn.de/schutzgebiete?lang=de>
- /21/ Mittlere Jahresniederschlagssumme (Periode 1981 bis 2010).- LLUR, Flintbek. URL:
https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/H/hydrologie_niederschlag/Downloads/NiederschlagswasserkarteLangMittel.pdf?__blob=publicationFile&v=1
- /22/ NIBIS-Kartenserver des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover, <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>
- /23/ Hintergrundwerte im Grundwasser.- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover. URL:
https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Wasser/Projekte/abgeschlossen/Beratung/Hintergrundwerte/hgw_projektbeschr.html
- /24/ Climate Data Center (CDC) des Deutschen Wetterdienstes. URL:
https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/cdc/cdc_node.html (Stand: Juli 2020)

- /25/ Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen.- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover. URL: <https://geoviewer.bgr.de>
- /26/ Bemessung eines Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Ratzeburg-Vorstadt der Vereinigten Stadtwerke GmbH - Ergänzung zum Kapitel „Grundwasserbeschaffenheit“ im Hydrogeologischen Bericht des Staatlichen Umweltamtes Itzehoe vom 8. Juli 2002.- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Flintbek, Juni 2009, Bearbeiter: Dr. G. Agster
- /27/ Interner Vermerk zu Indikatorwerten, die den Übergang von natürlichen unbeeinflussten zu anthropogen beeinflussten Grundwässern markieren.- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Flintbek, 19. Februar 2013, (unveröffentlicht)

3 Beschreibung des Betrachtungsgebietes

Das Betrachtungsgebiet umfasst das Absenkungs- und Einzugsgebiet der Grundwasserentnahme des Wasserwerks Ratzeburg Vorstadt sowie dessen Umfeld und liegt auf den Blättern 2230 Ratzeburg, 2231 Carlow, 2330 Mölln und 2331 Mustin der Topographischen Karte 1 : 25.000 (**Anlagen 1 und 2**). Der westliche Rand des Betrachtungsgebietes verläuft westlich von Schmilau und durch den Ratzeburger Stadtteil St. Georgsberg; die nördliche Begrenzung verläuft ca. 500 m nördlich der Ortslage Mechow. Der östliche Rand verläuft östlich von Mustin; die südliche Begrenzung befindet sich südlich der Ortslage Salem. Die Fläche des gesamten Betrachtungsgebietes beträgt ca. 89 km². Das Betrachtungsgebiet liegt zu einem Großteil im Landkreis Herzogtum Lauenburg in Schleswig-Holstein. Der nordöstliche Bereich des Betrachtungsgebietes befindet sich im Landkreis Nordwestmecklenburg in Mecklenburg-Vorpommern.

Die Grundwasserentnahme des Wasserwerks Ratzeburg Vorstadt erfolgt aus dem Grundwasserkörper „Trave-Südost“ (DESH_ST17) /17/.

4 Wasserwirtschaftliche Gegebenheiten

4.1 Wasserversorgung

Die Vereinigte Stadtwerke Netz GmbH, Schweriner Straße 90, 23909 Ratzeburg, betreibt im Raum Ratzeburg das Wasserwerk Ratzeburg Vorstadt (WW I). Die Wasserfassungen liegen im östlichen Teil des Stadtgebiets von Ratzeburg, im Blattgebiet der Topographischen Karte 1 : 25.000 Blatt Nr. 2330 Mölln (**Anlage 2**).

Die Vereinigte Stadtwerke Netz GmbH verfügt für das WW Ratzeburg Vorstadt über eine am 05.12.1990 vom Minister für Natur, Umwelt und Landesentwicklung des Landes Schleswig Holstein ausgestellte Bewilligung, aus den Bohrbrunnen Br. II, Br. III, Br. IV und Br. V Grundwasser in einer Entnahmemenge von maximal 1.000.000 m³/Jahr zu entnehmen /3/. Dieses Recht ist auf einen Zeitraum von 30 Jahren begrenzt.

Für das Wasserwerk Ratzeburg Vorstadt ist ein Wasserschutzgebiet geplant. Die **Anlage 2** zeigt die Grenzen des entsprechenden geplanten Wasserschutzgebietes Ratzeburg-Vorstadt.

In der **Anlage 9** ist die Entwicklung der jährlichen Rohwasserförderung des WW Ratzeburg Vorstadt für den Zeitraum von 1991 bis 2019, d.h. für den gesamten Zeitraum seit Erteilung der Bewilligung /3/, dargestellt. Zusätzlich sind für die Jahre 2002 bis 2019 die monatlichen Fördermengen aufgetragen. Grundlage dieser Zusammenstellung sind die von der Vereinigte Stadtwerke Netz GmbH zur Verfügung gestellten Daten zur Grundwasserentnahme /9/. Aus dem Diagramm wird ersichtlich, dass die jährlichen Rohwasserfördermengen über den gesamten Betrachtungszeitraum zwischen ca. 670.000 m³/a (2011) und ca. 970.000 m³/a (2019) liegen und um eine mittlere Entnahmemenge von ca. 767.511 m³/a schwanken. Die bewilligte Entnahmemenge von 1,0 Mio. m³/a wurde somit im Durchschnitt zu ca. 77 % ausgeschöpft. In den Jahren 2002 bis 2010 lagen die Jahresfördermengen häufig über der mittleren Entnahmemenge, seit 2011 dagegen größtenteils darunter. Der starke

Anstieg der Fördermenge im Jahr 2019 ist auf einen Ausfall des benachbarten Wasserwerks Ratzeburg St. Georgsberg zurückzuführen, welches ebenfalls durch die Vereinigte Stadtwerke Netz GmbH betrieben wird /9/. Die Trinkwasserversorgung wurde verstärkt durch das WW Ratzeburg Vorstadt übernommen.

Für die Jahre 2002 bis 2019 beträgt der Mittelwert der monatlichen Rohwasserfördermengen ca. 63.600 m³/Monat (**Anlage 9**). Die Entnahmespitzen in einer Höhe von i.d.R. mehr als 70.000 m³/Monat liegen erwartungsgemäß in den Sommermonaten Mai bis August. Die im Vergleich geringsten Grundwassermengen von durchschnittlich weniger als 55.000 m³/Monat werden mehrheitlich jeweils zu Jahresbeginn in den Wintermonaten Januar bis März zu Tage gefördert.

4.2 Technische Anlagen des Wasserwerks

Am WW Ratzeburg Vorstadt betreibt die Vereinigte Stadtwerke Netz GmbH gegenwärtig vier aktive Förderbrunnen und unterhält zehn in unterschiedlichen Tiefen verfilterte Grundwassermessstellen bzw. Messstellengruppen. Es werden zeitgleich entweder die Brunnen Br. II und Br. IV oder die Brunnen Br. III und Br. V gefahren. Die Lage der Wasserfassungen, Grundwassermessstellen sowie weiterer Bohrungen ist der **Anlage 2** zu entnehmen.

Die Grundwasserförderung aus den derzeitigen Förderbrunnen wurde bereits in den 1940er Jahren aufgenommen, nachdem die Brunnen Br. II, Br. III und Br. IV zwischen 1942 und 1947 errichtet wurden /2/. Im Jahr 1962 wurde der neu errichtete Brunnen Br. V in die Grundwasserförderung integriert /2/. Die Entfernung zwischen den derzeit betriebenen Einzelbrunnen der Brunnengruppe beträgt zwischen ca. 20 und 130 m. Die Grundwasserentnahme erfolgt über die Brunnen Br. II bis Br. V aus einem Tiefenniveau von ca. 33 bis 64 m u. GOK aus dem oberen Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters, wobei die Filterstrecken der Förderbrunnen eine Länge zwischen ca. 10 m und 25 m aufweisen /9/. Die technischen Daten zu den einzelnen Förderbrunnen und Grundwassermessstellen der Wasserwerke Ratzeburg Vorstadt und St. Georgsberg sowie des Landesbetriebes für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz

Schleswig-Holstein (LKN.SH) /15/ sind in **Anlage 14** zusammengestellt. Bohrprofile und Ausbauzeichnungen der Brunnen und Grundwassermessstellen des Wasserwerks Ratzeburg Vorstadt sind den **Anlagen 15** und **16** zu entnehmen.

Vor Abgabe an den Verbraucher durchläuft das geförderte Rohwasser einen Aufbereitungsprozess zur Entfernung von Eisen- und Manganverbindungen.

4.3 Weitere Grundwasserentnahmen

Die Vereinigte Stadtwerke Netz GmbH betreibt neben dem WW Ratzeburg Vorstadt (WW I) ein weiteres Wasserwerk im Raum Ratzeburg, das WW Ratzeburg St. Georgsberg (WW II). Hierfür liegt eine am 28.06.2007 bewilligte Entnahmemenge von maximal 350.000 m³/Jahr vor /4/. Die beiden Förderbrunnen des WW Ratzeburg St. Georgsberg (Br. I und Br. II) befinden sich in einer minimalen Entfernung von ca. 2,2 km westlich der Förderbrunnen des WW Ratzeburg Vorstadt, an der Westseite des Ratzeburger Sees (vgl. **Anlage 2**). Die Filter der beiden Brunnen des WW St. Georgsberg sind in einer Tiefe zwischen ca. 58 – 80 m u. GOK verfiltert.

Neben der Grundwasserentnahme der Vereinigte Stadtwerke Netz GmbH liegen im Betrachtungsgebiet einige wasserrechtliche Genehmigungen z.B. für die Hauswasserversorgung, für Betriebsbrunnen oder für Beregnungszwecke vor /16/. Direkt südlich des Betrachtungsgebietes befindet sich das Wasserwerk Sterley, die Brunnen des Wasserwerks Mölln liegen ca. 11 km südwestlich der Fassungsanlagen des Wasserwerks Ratzeburg Vorstadt. Westlich bis nordwestlich des Betrachtungsgebietes liegt das von den Stadtwerken Lübeck betriebene Wasserwerk Klein Disnack.

5 Geographische und hydrologische Verhältnisse

Das Betrachtungsgebiet befindet sich in der naturräumlichen Einheit „Westmecklenburgisches Seen-Hügelland“ /17/ mit der Landschaftseinheit „Ratzeburger Seen und Schaalsee“ /19/; die Erdoberfläche wird hier durch Ablagerungen der Weichsel-Kaltzeit gestaltet. Diese Landschaftseinheit stellt eine wellige bis flachkuppige Jungmoräne dar, die vereinzelt von Höhenzügen überragt wird. Diese bilden mit den darin eingebetteten Seen einen komplexen und reich gegliederten Landschaftsraum. Die Moränenkuppen sind von den Tälern der Flüsse tief eingeschnitten und erreichen z. T. Höhen von bis zu +70 mNN. Vielfach sind in die Talzüge auch kleine abflusslose Wannen und Rinnenseen eingelagert. Im Wesentlichen wird die Landschaftseinheit von den beiden großen Binnengewässern des Ratzeburger Sees und des Schaalsees geprägt. Die Höhenkuppen werden von Laub- bzw. Nadelwald eingenommen, die dazwischen liegenden Gebiete überwiegend von Ackerflächen. Diese sind teilweise durch Knicks und Hecken reich strukturiert. Die Wälder zeichnen sich im Bereich der Seen z. T. noch durch eine große Naturnähe aus. Im Südwesten der Landschaft befinden sich vielfach aber auch große Bereiche standortfremder Kiefern- und Fichtenaufforstungen /19/.

Die Geländehöhen variieren im Betrachtungsgebiet weitläufig zwischen ca. +30 mNN und ca. +50 mNN. Die maximale Geländehöhe liegt bei ca. +70 mNN im Umfeld des Garrenseeholzes nördlich von Salem. Die minimale Geländehöhe beträgt ca. +5 bis +10 mNN im Bereich des Ratzeburger Sees.

Zwischen Salem und Ratzeburg befindet sich ein größeres Waldgebiet, weiterhin werden die Flächen im Betrachtungsgebiet größtenteils landwirtschaftlich genutzt. Das Stadtgebiet von Ratzeburg sowie die Ortschaften Schmilau, Salem, Mustin und Bäk formen im Betrachtungsgebiet größere Siedlungsflächen.

Im Betrachtungsgebiet befinden sich mehrere größere Seen, darunter der hier dominierende Ratzeburger See mit seinen Seitenarmen Domsee und Küchensee im Nordwesten, der Lankower und Mechower See im Nordosten, und der Salemer See im Süden. Zu den die Landschaft prägenden kleineren Sees gehören z.B. der abflusslose Garrensee und der Plötscher See im Osten des geplanten WSG Ratzeburg Vorstadt. Die oberirdische Entwässerung erfolgt im Südwesten durch den Vorfluter Hellbach. Im Osten befinden sich die Vorfluter Kittlitzer Bach, Krukenbek und Eichhorstbek. Der Schaalseekanal verläuft zwischen dem Ratzeburger See und dem Salemer See und führt Wasser aus dem durch einige kleine Bäche gespeisten Schaalsee in den Ratzeburger See ab /1/. Der Ratzeburger See entwässert über die Wakenitz und die Trave in die Ostsee. Im näheren Umfeld der Fassungsanlagen des Wasserwerks Ratzeburg Vorstadt liegen neben dem Domsee und Kleinen Küchensee einige weitere Gewässer. Direkt westlich der Fassungsanlagen verläuft im Umfeld des „Ratsteiches“ ein kleinerer Vorfluter in einem Waldgebiet. Von der Jägerstraße aus in Richtung Schweriner Straße verläuft ein weiterer Vorfluter. Minimal ca. 350 m südwestlich der Fassungsanlagen liegt an der Straße „Am Mühlengraben“, westlich der Kläranlage, der Mühlenteich.

Im Betrachtungsgebiet liegen mehrere naturschutzrechtlich geschützte Flächen /20/. Der in Schleswig-Holstein gelegene Großteil des Betrachtungsgebietes wird vom Naturpark Lauenburgische Seen eingenommen, der in Mecklenburg-Vorpommern gelegene Bereich im Nordosten gehört zum Biosphärenreservat und Landschaftsschutzgebiet „Schaalsee“. Das Naturschutzgebiet „Ostufer des Großen Ratzeburger Sees“ liegt min. ca. 1,5 km nordwestlich der Fassungsanlagen des WW Ratzeburg Vorstadt. Nördlich von Salem befinden sich das FFH-Gebiet sowie das Naturschutzgebiet „Salemer Moor mit angrenzenden Wäldern und Seen“. Im Norden und Nordosten befinden sich die FFH-Gebiete „Wälder und Seeufer östlich des Ratzeburger Sees“, „Goldensee, Mechower, Lankower und Culpiner See“, und „Schaalsee mit angrenzenden Wäldern und Seen“, welche sich mit den Naturschutzgebieten „Lankower See“ und „Lankower Seeufer, Grammsee und Umgebung“ überschneiden. Im Südosten befinden sich das

Naturschutzgebiet „Kittlitzer Hofsee und Umgebung“, welches sich innerhalb des FFH-Gebietes „Amphibiengebiete westlich Kittlitz“ befindet.

Im näheren Umfeld der Fassungsanlagen befinden sich laut /18/ einige gesetzlich geschützte Biotop. Das nächstgelegene Biotop liegt direkt südwestlich der Brunnen Br. II und Br. V, wo an der Jägerstraße der o.g. Vorfluter entspringt; als Biotoptyp ist „Großseggenried“ genannt. Drei weitere als „Quellwald mit Erle und Esche; Sicker- oder Sumpfquelle“ eingestufte Biotop liegen min. ca. 300 m südwestlich der Brunnen Br. III und Br. IV am Ostufer des Kleinen Kuchensees bzw. min. ca. 300 m nördlich der Brunnen Br. II und Br. V im dortigen Waldgebiet etwa auf Höhe der Sportanlagen an der Riemannstraße und min. ca. 430 m südwestlich des Brunnen Br. IV, westlich der Kläranlage, direkt südlich des Mühlenteichs. Der Kleine Kuchensee und der Domsee sind als „Eutrophe Stillgewässer“ klassifiziert.

Die mittlere Jahresniederschlagssumme beträgt im Betrachtungsgebiet ca. 700 bis 750 mm/a /21/. Für die Verdunstungshöhe wird gemäß der im Hydrologischen Atlas der Bundesrepublik Deutschland publizierten Daten [1] in Abhängigkeit von den lokalen Gegebenheiten eine Schwankungsbreite zwischen 550 und 600 mm/a ausgewiesen. Der aus der Differenz von Niederschlag und realer Verdunstung ermittelbare Anteil an ober- und unterirdischem Abfluss bewegt sich für das Betrachtungsgebiet demnach in einer Größenordnung von ca. 150 mm/a.

Für eine nähere Beschreibung der Schwankungen der Niederschlagshöhen im Raum Ratzeburg können vorliegende Aufzeichnungen mehrerer in der Region vom Deutschen Wetterdienst (DWD) betriebener Niederschlags-Messstationen /24/ herangezogen werden. Die jährlichen Niederschlagshöhen der Stationen Ratzeburg (ca. 2 km westlich der Fassungsanlagen), Grambeck (ca. 15,5 km südwestlich der Fassungsanlagen) und Lübeck-Blankensee (ca. 13 km nordwestlich der Fassungsanlagen) sind in der **Anlage 18** dargestellt, wobei in den Jahren 1993 bis 1999 keine Daten vorliegen. An der Station Ratzeburg werden seit 2010 keine Daten mehr erhoben; weiterhin fehlen insgesamt Datensätze für einige Jahre. Die Niederschlagshöhen schwanken zwischen

ca. 470 mm/a (2018; Station Lübeck-Blankensee) und ca. 980 mm/a (2002; Station Ratzeburg). Besonders hohe Niederschläge wurden in den Jahren 2001, 2002, 2007 und 2017 erfasst, die geringsten Niederschlagsmengen wurden 2003 und 2018 verzeichnet.

6 Geologische Verhältnisse

6.1 Datengrundlage

Informationen über den Aufbau des Untergrundes im Raum Ratzeburg lassen sich aus den hier abgeteuften Bohrungen gewinnen (vgl. **Anlagen 15** und **16**, /15/). Die Lage der Bohrungen, Grundwassermessstellen und Brunnen ist in **Anlage 2** dargestellt.

6.2 Regionalgeologischer Überblick

Die Landschaftsgliederung, die Formen und oberflächennahen Ablagerungen im Betrachtungsgebiet sind in erster Linie ein Ergebnis der nordischen Vereisung, des Eiszeitklimas und der nacheiszeitlichen, erdgeschichtlich jungen Entwicklungen. Der für die Grundwassererschließung bedeutsame Teil des Untergrundes besteht aus quartären Schichten, die von Sedimenten tertiären Alters unterlagert werden. Pleistozäne Sedimente stellen den weitaus größten Teil der vorgefundenen quartären Ablagerungen dar. Sie sind in ihrer petrographischen Ausbildung durch laterale und vertikale Schwankungen gekennzeichnet.

Im Betrachtungsgebiet zeigen sich deutliche Schwankung der Gesamtmächtigkeit der quartären Ablagerungen. Die großen Differenzen in den Quartärmächtigkeiten sind ein Resultat der in der Elster-Kaltzeit erfolgten Tiefenerosion unterhalb des Inlandeises, durch die eine stark reliefierte Oberfläche des Tertiärs entstand. In den besonders stark ausgeräumten Bereichen – den Rinnen – wurden nachfolgend mächtige quartäre Sedimente abgelagert. Auf den die Rinnen begrenzenden Bereichen – den Plateaus – fällt die Mächtigkeit entsprechend geringer aus. Die Quartärbasis liegt im zu betrachtenden Raum verbreitet zwischen ca. -10 mNN und ca. -100 mNN. Im Bereich des Ratzeburger Sees verläuft etwa in Nordost-Südwest-Richtung eine elsterzeitliche Schmelzwasser Rinne, die Ratzeburger Rinne, in der die Quartärbasis örtlich tiefer als -150 mNN liegt (vgl. /6/ /1/ /2/).

Die quartären und tertiären Schichten liegen diskordant über älteren Gebirgsschichten, die durch Salztektonek gestört sind. Die kennzeichnende Struktur im tieferen Untergrund des zu betrachtenden Gebietes ist das Salzkissen Nusse-Eckhorst im Westen von Ratzeburg /22/. Ganz im Nordosten des Betrachtungsgebietes wird zudem die Salzstruktur Rhena-Rüting erreicht /22/.

6.3 Schichtenfolge und Gesteinsbeschreibung

Einen Überblick über die im Betrachtungsgebiet oberflächennah bis zu einer Tiefe von ca. zwei Metern anstehenden Sedimente vermittelt die geologische Übersichtskarte von Schleswig-Holstein im Maßstab 1 : 250.000, herausgegeben vom Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Flintbek /17/ (vgl. **Anlage 3**). Die in den **Anlagen 4** und **5** dargestellten schematischen hydrogeologischen Schnitte A-A' bis B-B' visualisieren den geologischen Aufbau des tieferen Untergrundes. Darin sind die Filter der Brunnen und Grundwassermessstellen – soweit bekannt – und die jeweils bei der Stichtagmessung in den Jahren 2014 bzw. 2013/2015 gemessenen Grundwasserstände (vgl. Abschnitt 7.3, **Anlagen 6** und **7**) dargestellt. Als Hintergrundinformation für die Erstellung der geologischen Schnitte wurden die Darstellungen in /6/, /1/ und /2/ herangezogen. Die Lage der Profilführung ist **Anlage 2** zu entnehmen. Geringmächtige, oberflächennah anstehende Sedimente sind in den schematischen Schnitten nicht dargestellt.

Die jüngsten im Betrachtungsgebiet auftretenden Sedimente sind holozänen Alters. Es handelt sich dabei v.a. um Hochmoortorfe im Salemer Moor zwischen Ziethen und Salem und im Bereich des Königsmoors westlich von Salem. Niedermoortorfe haben sich insbesondere in den Niederungen einiger Vorfluter (z.B. Kittlitzer Bach, Bäk) und Gewässer (z.B. Ziethener See, Schwarze Kuhle, Großer See, Grammsee) entwickelt. Im Bereich der Fassungsanlagen des WW Ratzeburg Vorstadt und in großen Bereichen des weiteren Betrachtungsgebietes wurden oberflächennah glazifluviale Sande, z.T. auch Kiese, der Weichsel-Kaltzeit abgelagert. Insbesondere im östlichen Betrachtungsgebiet sind an der Erdoberfläche Ablagerungen einer Grundmoräne der Weichsel-Kaltzeit, die

als Geschiebelehm bzw. -mergel vorliegt, verbreitet. Bereichsweise werden auch Schluffe und Tone oder Geschiebesande der Weichsel-Kaltzeit angetroffen.

Im Liegenden folgen verbreitet saale- bis elsterzeitliche Schmelzwassersande, die überwiegend fein- bis mittelsandig ausgeprägt sind. Unterhalb dieser oberflächennah anstehenden Sande steht flächenhaft im Tiefenbereich von ca. +10 bis +30 mNN eine Grundmoräne als Geschiebemergel an, die von i.d.R. mittel- bis feinkörnigen pleistozänen Sanden, in die bereichsweise grobsandige bis kiesige Lagen eingeschaltet sind, unterlagert werden (vgl. **Anlagen 4, 5, 15 und 16**). Bereichsweise sind auch feinsandige bis tonige Beckenablagerungen eingeschaltet.

Der größte Teil des Untersuchungsgebietes liegt im Plateaubereich außerhalb von Rinnenstrukturen. Im Plateaubereich bilden vorwiegend die miozänen Braunkohlensande die hangende Schicht innerhalb der tertiären Ablagerungen. Die Braunkohlensande werden aus Fein- bis Mittelsanden aufgebaut, bereichsweise können sie grobsandig ausgebildet sein. Lokal wurde im Hangenden der Braunkohlensande eine Tonlage erbohrt, die vermutlich dem Hamburger Ton zugeordnet werden kann (vgl. **Anlage 5**). Es handelt sich bei den angetroffenen Braunkohlensanden somit voraussichtlich um die Unteren Braunkohlensande (UBKS, vgl. auch /2/). Der untere Abschnitt der angetroffenen Braunkohlensande ist zumeist feinsandig ausgebildet. Lokal können in die Braunkohlensande Ton- bzw. Schlufflinsen eingelagert sein. Die Mächtigkeit der Braunkohlensande kann mehr als 100 m erreichen (vgl. **Anlage 5**). Die Braunkohlensande werden unterlagert von Sedimenten der miozänen Vierlandeschichten, die schluffig bis tonig, z.T. auch feinsandig ausgebildet sein können. Darunter schließen sich schluffige Tone des Oligozän an. Die Sedimente des Miozäns keilen gegen die Struktur Nüsse im Westen und jenseits des Ziethener Hochs im Osten aus /6/.

Am Top der Rinnenstruktur im Bereich des Ratzeburger Sees – sowie im Bereich der Rinnenflanke – steht bereichsweise eine weitere Lage aus Geschiebemergel bzw. Lauenburger Ton an /1/. Im Liegenden schließen sich bis zur Rinnenbasis zumeist Fein- bis Grobsande elsterzeitlichen Alters, in die Schluff- und Geschiebemergellagen

eingeschaltet sein können, an. Die Rinnenbasis wird i.d.R. durch Schluffe gebildet, die den Vierlande-Schichten zuzuordnen sind.

7 Hydrogeologische Verhältnisse

7.1 Hydrogeologischer Aufbau

Der Hauptgrundwasserleiter (HGWL) ist in den pleistozänen Schmelzwassersanden im Liegenden des o.g. Geschiebemergels und den sich daran anschließenden miozänen Braunkohlensanden entwickelt. Bereichsweise ist der HGWL z.B. durch Geschiebemergel der Elster-Kaltzeit oder miozäne Tone/Schluffe in einen oberen und einen unteren Abschnitt gegliedert. In Regionen, in denen stockwerkstrennende Sedimente fehlen, ist ein einheitlicher Grundwasserleiter ausgebildet. Die Basis des HGWL wird im Betrachtungsgebiet i.d.R. durch Schluffe und Tone der Vierlande-Schichten gebildet.

Die Brunnen Br. II bis Br. V des Wasserwerks Ratzeburg Vorstadt fördern aus dem oberen Abschnitt des HGWL. Der Entnahmehorizont ist östlich des Ratzeburger Sees flächenhaft verbreitet und im oberen Abschnitt häufig fein- bis mittelsandig, im unteren Bereich vorwiegend mittel- bis grobsandig und kiesig ausgeprägt /2/ /1/. Die Mächtigkeit des Entnahmehorizonts beträgt im Nahbereich der Förderbrunnen ca. 25 - 60 m, wobei z.T. Ton- und Geschiebemergellagen eingeschaltet sind /2/ /1/. Im weiteren Umfeld erreicht die gesamte Mächtigkeit des Hauptgrundwasserleiters z.T. Werte von mehr als 100 m (vgl. Messstellengruppe 4732/4733/4734, syn. RZ 3 in **Anlage 5**). Insgesamt kann der Entnahmehorizont als gut durchlässiger (vgl. Abschnitt 7.2), ergiebiger /25/ Grundwasserleiter beschrieben werden.

Im Umfeld des Wasserwerks Ratzeburg Vorstadt ist in den oberflächennahen pleistozänen Schmelzwassersanden im Hangenden des im Tiefenbereich von ca. +10 bis +30 mNN verbreiteten Geschiebemergels bzw. der ihm aufliegenden Tone und Schluffe ein oberflächennaher Grundwasserleiter ausgebildet. Der oberflächennahe Grundwasserleiter keilt örtlich aus. Die Mächtigkeit des oberflächennahen Grundwasserleiters variiert im Bereich des WW Ratzeburg Vorstadt zwischen einigen Metern und einigen Zehner Metern.

7.2 Geohydraulische Kenndaten

Anhaltspunkte über die Durchlässigkeitsverhältnisse im oberen Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters im Umfeld der Förderbrunnen lassen sich aus den im Jahr 1988 durchgeführten Pumpversuchen ableiten /2/. Es ergeben sich für die Förderbrunnen Br. II bis V und die Messstellen AB 1 bis AB 3 orientierende k_f -Werte von ca. $3 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $1,5 \cdot 10^{-3}$ m/s. Diese Werte scheinen angesichts der hier i.W. erbohrten Mittelsande bis Grobsande mit z.T. feinsandigen und/oder kiesigen Lagen (vgl. **Anlagen 15** und **16**) plausibel.

7.3 Grundwasserstände und Grundwasserbewegung

Für den oberen und den unteren Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters wurden die in den **Anlagen 6** und **7** dargestellten Grundwassergleichenpläne angefertigt, die auf den Wasserstandsdaten der Stichtagemessung vom März 2014 basieren. Die langjährigen Grundwasserstandsdaten (vgl. **Anlage 10**, /9/) belegen, dass die Grundwasserstände zu diesem Zeitpunkt nahezu den mittleren Wasserständen der letzten ca. 10 Jahre entsprechen. Die zu diesem Zeitpunkt gemessenen Grundwasserstände sind damit repräsentativ für mittlere hydrologische Verhältnisse des betrachteten Grundwassersystems und somit besonders geeignet, um die vorherrschenden Situation zu beschreiben. Im März 2014 – sowie in den Monaten Januar und Februar 2014 – wurden alle vier Förderbrunnen zur Grundwasserentnahme genutzt; die monatliche Entnahmemenge betrug im März 2014 ca. 60.233 m³. Neben den Wasserstandsdaten der Messstellen der Vereinigte Stadtwerke Netz GmbH bilden zusätzlich die Wasserstände von Messstellen des LKN die Konstruktionsgrundlage dieser Gleichenpläne /15/. Aufgrund einer Datenlücke an der Messstelle ABG 7 F1 im März 2014 wurden hier die Grundwasserstandsdaten aus dem Januar 2014 herangezogen. Für einige nicht mehr (dauerhaft) betriebene Messstellen des LKN liegen nur vereinzelte Messdaten der letzten zehn Jahre vor. In diesen Fällen wurden zur Konstruktion der Gleichenpläne die Messungen aus dem April/Mai 2013, dem September 2014 oder dem April 2015 herangezogen.

Die höchsten Grundwasserstände im oberen Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters wurden im östlichen Bereich des Betrachtungsgebietes mit mehr als +30 mNN gemessen. Von hier aus ist der natürliche Grundwasserabstrom nach Westen bzw. Nordwesten in Richtung des Ratzeburger Sees gerichtet. Im Bereich des Ratzeburger Sees liegen die Grundwasserstände bei ca. +10 bis +12 mNN. Der Wasserstand des Ratzeburger Sees liegt laut Angaben in der DTK 25 bei etwa +3,5 mNN /17/. Im Nahbereich des Wasserwerks Ratzeburg Vorstadt betragen die Grundwasserstände ca. +10 bis +20 mNN, wobei sich im Bereich der Förderbrunnen durch das Verschwenken der Grundwassergleichen ein hydraulischer Effekt der Entnahme andeutet. Das Grundwassergefälle beträgt ca. 1 : 500 bis 1 : 1.000 im Osten und nimmt nach Westen hin bis zum Bereich des Ratzeburger Sees und des Wasserwerks Ratzeburg Vorstadt auf ca. 1 : 30 bis 1 : 50 zu. Die Wasserstände im oberen Abschnitt des HGWL sind i.d.R. an der Unterkante der überlagernden Geschiebemergel-Deckschicht gespannt; bereichsweise – z.B. im Raum St. Georgsberg – liegen freie Verhältnisse vor.

Die Grundwasserströmungsverhältnisse im unteren Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters ähneln im Betrachtungsgebiet grundsätzlich denen des oberen Grundwasserleiters. Auch hier ist die Grundwasserströmung nach Nordwesten auf den Ratzeburger See ausgerichtet. Der hydraulische Gradient zwischen dem oberen und unteren Abschnitt des HGWL ist i.d.R. nach oben gerichtet, wobei die Differenz der Grundwasserstände von Osten in Richtung Westen auf die Fassungsanlagen des Wasserwerks Ratzeburg Vorstadt und den Ratzeburger See tendenziell zunehmen. Die maximal gemessene Differenz der Wasserstände zwischen dem oberen und unteren Abschnitt des HGWL beträgt ca. 4,05 m an der Messtellengruppe AB 8. Im Umfeld der Landesmessstellen 4791 und 4792 (RZ 16 F2 und F3) liegen die Grundwasserstände hingegen im unteren Abschnitt des HGWL nur etwa 0,2 m höher als im oberen Abschnitt.

Der Verlauf der Grundwassergleichen ist insbesondere in Bereichen, für die wenige Grundwasserstandsdaten vorliegen (v.a. auch für den unteren Abschnitt des HGWL), mit Unsicherheiten behaftet.

Da im oberflächennahen GWL nur wenige Grundwassermessstellen verfiltert sind, wurde auf eine Darstellung eines Grundwassergleichenplans verzichtet. Basierend auf den vorliegenden Daten scheinen die höchsten Wasserstände von ca. +40 mNN (4790, syn. RZ 18 F1, vgl. **Anlage 10**) im Raum Garrensee – Plötscher See – Schwarze Kuhle vorzuliegen. Die Grundwasserstände im oberflächennahen GWL entsprechen hier den Seespiegeln der genannten Gewässer /1/, die – wie z.B. der Garrensee – hier an den oberflächennahen GWL angebunden sind. Gemäß den morphologischen Gegebenheiten fließt das Wasser allseitig von dieser Grundwasserhochlage aus ab /1/, im Nordwesten somit in Richtung auf den Ratzeburger See. Der hydraulische Gradient zwischen dem oberflächennahen GWL und dem oberen Abschnitt des HGWL ist i.d.R. nach unten gerichtet. Im Umfeld der GWM 4790 (RZ 16 F1) liegen die Wasserstände aktuell bei etwa +40 mNN und somit knapp 10 m höher als im oberen Abschnitt des HGWL (ca. +30,5 mNN an der GWM 4791, syn. RZ 16 F2). Ein hydraulischer Gradient in ähnlicher Höhe zeigt sich auch an der GWM AB 3 (F1: ca. +27,5 mNN, F2: ca. +18,5 mNN). Die Grundwasseroberfläche im oberflächennahen Grundwasserleiter ist zumeist frei, bereichsweise auch unterhalb der überlagernden geringdurchlässigen Schichten gespannt. Anhand der vorliegenden Daten ist davon auszugehen, dass die Fließ- und Stillgewässer i.d.R. hydraulisch an den oberflächennahen Grundwasserleiter angeschlossen sind.

Die langjährige Entwicklung der Grundwasserstände im Bereich des WW Ratzeburg Vorstadt ist anhand ausgewählter Grundwassermessstellen der Vereinigte Stadtwerke Netz GmbH sowie einiger Landesmessstellen im Betrachtungsgebiet in **Anlage 10** dargestellt. Für die Messstellen der VSN werden Daten seit 1991 dargestellt, wobei für einige Jahre, insbesondere 1995, keine Messwerte vorliegen. Grundwasserganglinien weiterer Messstellen sind den jährlichen Auswertungen /9/ zu entnehmen. Die betrachteten Landesmessstellen wurden größtenteils im Jahr 1999 errichtet, so dass keine Daten vor dem Jahr 2000 existieren; für die Messstelle 4734 (RZ 3 F3) liegen vereinzelte Datenpunkte seit 1997 vor. Die Stichtagsmessung vom März 2014 (repräsentativ für mittlere hydrologische Verhältnisse des betrachteten Grundwassersystems) ist in den Diagrammen als senkrechte rote Linie markiert. Die

Messstellen des WW Ratzeburg Vorstadt sind im oberen Abschnitt des HGWL oder in einem oberflächennahem Grundwasserleiter verfiltert, mit Ausnahme der Messstelle AB 8 F3, welche im unteren Abschnitt des HGWL verfiltert ist. Die dargestellten Landesmessstellen liegen minimal ca. 2,5 km entfernt von den Fassungsanlagen des WW Ratzeburg Vorstadt. In den Jahren 2002 und 2003 lagen bedingt durch hohe Niederschläge in den Jahren 2001 und 2002 (vgl. **Anlage 18**) vergleichsweise hohe Wasserstände vor; seither ist der Verlauf der Grundwasserganglinien im oberen und unteren Abschnitt des HGWL sowie im oberflächennahen GWL i.W. geprägt von jahreszeitlichen Schwankungen, hier in einer Größenordnung von max. ca. 1 m. Im Jahr 2019 ist – vermutlich als Folge der geringen Niederschläge im Jahr 2018 (vgl. **Anlage 18**) – im Hauptgrundwasserleiter ein generell abnehmender Trend der Grundwasserpotenziale zu verzeichnen. Der Effekt der Grundwasserförderung auf den Verlauf der Grundwasserganglinien wird in Abschnitt 8.1 näher beschrieben.

Zur Ermittlung des als Höhenunterschied zwischen der Geländeoberkante und der Grundwasseroberfläche des oberen Grundwasserleiters definierte Grundwasserflurabstandes wurden ebenfalls die Grundwasserstandsdaten der Stichtagmessung vom März 2014 herangezogen. Ausweislich der vorliegenden Daten ist die Grundwasseroberfläche im oberflächennahen Grundwasserleiter frei bzw. unterhalb der überlagernden geringdurchlässigen Schichten gespannt. Bei freiem Grundwasserspiegel wird der Flurabstand hier i.d.R. durch den Grundwasserstand im oberflächennahen Grundwasserleiter bestimmt; wo ein oberflächennaher Grundwasserkörper fehlt, ist der Wasserstand im oberen Abschnitt des HGWL maßgeblich. Bei gespanntem Grundwasser ist die Tiefenlage der Basis der geringdurchlässigen Schichten relevant. An den im oberflächennahen Grundwasserleiter verfilterten Messstellen der VSN beträgt der Flurabstand am Stichtag März 2014 ca. 9,64 m (AB 3 F1), ca. 11,05 m (AB 7 F1) bzw. ca. 10,82 m (AB 8 F1). Im Umfeld des WW Ratzeburg Vorstadt liegt der Flurabstand somit verbreitet bei mindestens ca. 10 m. Im Verlauf des Fließgewässers, das westlich der Fassungsanlagen im Umfeld des „Ratsteiches“ in einem Waldgebiet verläuft, sowie in einigen Randbereichen des Ratzeburger Sees zeigt die Bodenkarte im Maßstab 1 : 25.000 /17/

Bereiche mit Niedermoortorfen an. Dementsprechend gibt es Hinweise darauf, dass die Flurabstände in diesem Raum aufgrund des Auftretens grundwassernaher Böden deutlich geringer ausfallen.

7.4 Grundwasserüberdeckung

Östlich von Ratzeburg ist über weite Areale oberflächennah eine Grundmoräne anzutreffen (vgl. **Anlagen 4** und **5**, /1/ /2/ /6/). In ihrem Verbreitungsgebiet weist der Entnahmehorizont eine Überdeckung aus Geschiebelehmen/-mergeln bzw. Tonen auf, die jedoch in stark wechselnder Mächtigkeit angetroffen wurde. Im Umfeld der Brunnen Br. II und Br. V wurde eine Mächtigkeit von ca. 3 - 5 m erbohrt, weiter östlich schwanken die Mächtigkeiten um ca. 10 m, z.T. werden auch über 30 m erreicht /2/. Auch wenn die Bohrungsdaten auf eine flächenhafte Verbreitung der Geschiebelehm/-mergels hindeuten, können aufgrund der eiszeitlichen Entstehungsgeschichte lokale Fehlstellen, sog. „Fenster“, nicht ausgeschlossen werden /2/ /1/. Sowohl die deutliche Differenz der Wasserstände im oberflächennahen Grundwasserleiter im Vergleich mit den Wasserständen im oberen Abschnitt des HGWL als auch die Ergebnisse eines Pumpversuchs /2/ weisen jedoch auf eine prinzipielle hydraulische Trennwirkung der Deckschichten hin. Angesichts der Anzeichen anthropogener Einflüsse der Grundwasserbeschaffenheit im Entnahmehorizont (vgl. Abschnitt 7.6) scheinen zumindest lokale Zutritte von oberflächennahem Grundwasser jedoch wahrscheinlich. Hinweise auf Wegsamkeiten zwischen dem Entnahmehorizont und dem oberflächennahem Grundwasserleiter im Umfeld des Brunnens Br. IV werden auch durch eine im Jahr 1987 durchgeführte Altersbestimmung des geförderten Rohwassers (Tritiumuntersuchungen) gestützt, die zeigen, dass Anteile des hier geförderten Grundwassers aus Niederschlägen nach 1952 stammen (vgl. /1/ /26/).

7.5 Grundwasserneubildung

Die Grundwasserneubildungsraten nach GROWA /14/ im Betrachtungsgebiet erreichen maximal ca. 550 mm/a, schwanken aber im Bereich des Einzugsgebietes der Grundwasserentnahme (vgl. **Anlage 8**) zumeist zwischen ca. 50 und 300 mm/a.

7.6 Grundwasserbeschaffenheit

Grundwasserbeschaffenheit in den Förderbrunnen

In **Anlage 11** werden die Ionenkonzentrationen der Förderbrunnen des WW Ratzeburg Vorstadt im Zeitraum von 2011 bis 2019 in Form eines PIPER-Diagramms dargestellt /9/. In den Brunnen Br. II, Br. III, Br. IV und Br. V wird ein erdalkalisches, überwiegend hydrogenkarbonatisches Rohwasser gefördert. Der Anteil der Erdalkalien Calcium und Magnesium beträgt ca. 85 % bis 95 % der Kationen. Der Hydrogenkarbonatanteil liegt zwischen 65 % und 90 % der Anionen.

In **Anlage 12** sind langjährige Ganglinien der Ionenkonzentrationen ausgewählter hydrochemischer Parameter der Förderbrunnen des WW Ratzeburg Vorstadt seit 1991 aufgeführt /9/.

An den Brunnen Br. II, Br. III, Br. IV und Br. V wird ein leicht alkalisches (pH-Wert: zumeist ca. 7,2 bis 7,4), mäßig mineralisiertes (elektrische Leitfähigkeit: ca. 450 bis 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$), hartes (Gesamthärte: ca. 14 bis 16 $^{\circ}\text{dH}$) Rohwasser gefördert. Bei den Anionen betragen die Konzentrationen ca. 15 bis 40 mg/l für Chlorid, ca. 260 bis 340 mg/l für Hydrogenkarbonat, bis zu ca. 20 - 30 mg/l für Nitrat, ca. 0,05 bis 0,35 mg/l für ortho-Phosphat, und ca. 20 bis 70 mg/l für Sulfat. Dabei weist das am Brunnen Br. IV geförderte Rohwasser seit ca. 2011 i.d.R. im Vergleich zu den anderen Förderbrunnen die höchsten Chlorid-, Nitrat- und Sulfatgehalte auf. Bei den Kationen betragen die Konzentrationen ca. 0,05 bis 0,35 mg/l für Ammonium, ca. 90 bis 115 mg/l für Calcium, ca. 6 bis 10 mg/l für Magnesium, ca. 8 bis 20 mg/l für Natrium, und ca. 1,0 bis 3,5 mg/l für Kalium. Ähnlich wie bei den Anionen treten am Brunnen Br. IV seit ca. 2011 i.d.R. die vergleichsweise höchsten Natrium- und Kaliumgehalte auf. Die Eisen- und Mangangehalte sind geogen bedingt mit ca. 0,5 bis 3,0 mg/l (Eisen) bzw. ca. 0,10 bis 0,25 mg/l (Mangan) erhöht und überschreiten die für Trinkwasser geltenden Vorgaben der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) [11], die einen Grenzwert von 0,2 mg/l (Eisen) bzw. 0,05 mg/l (Mangan) vorsieht. Dies macht eine Aufbereitung des Rohwassers (Enteisenung, Entmanganung) notwendig (vgl. Abschnitt 4.2).

Abgesehen von natürlichen Schwankungen sind keine langfristigen Trends in der Entwicklung der hydrochemischen Parameter im Rohwasser der Förderbrunnen zu beobachten. Hinweise auf anthropogene Einflüsse sind gemäß /27/ in Form von z.T. leicht erhöhten Nitrat- und Sulfatgehalten (Br. IV, Br. III), leicht erhöhten Kalium- und Chloridgehalten (Br. IV) und geringen Gehalten nicht relevanter Metabolite (N,N-Dimethylsulfamid und Desphenyl-Chloridazon) an mehreren Förderbrunnen (v.a. Br. II und Br. IV) zu beobachten.

Im Fall von Nitrat kann davon ausgegangen werden, dass alle Konzentrationen über 10 mg/l anthropogen verursacht sind /23/ /27/. Dies betrifft insbesondere das Rohwasser am Brunnen Br. IV, an welchem die Nitratgehalte seit dem Jahr 2000 zumeist oberhalb von 10 mg/l liegen. An den Brunnen Br. II und Br. III ist dies im Zeitraum von 2000 bis 2006 nur vereinzelt der Fall, und am Brunnen Br. V konnte im Untersuchungszeitraum kein Nitrat nachgewiesen werden. Ein ansteigender Trend ist für den Parameter Nitrat nicht zu beobachten. Es bleibt festzuhalten, dass die gemessenen Nitrat-Gehalte im Rohwasser aller Brunnen des WW Ratzeburg Vorstadt deutlich unterhalb des Schwellenwertes nach der Grundwasserverordnung und des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung von jeweils 50 mg/l liegen [10] [11].

Sulfatkonzentrationen von über 50 mg/l und damit oberhalb des Indikatorwertes nach /27/ wurden am Brunnen Br. III vor dem Jahr 2008 und vereinzelt, am Br. IV v.a. ab dem Jahr 2011 häufig gemessen. Am Brunnen Br. II wurde lediglich einmalig im Jahr im Jahr 2011 ein Wert von 54 mg/l erreicht, ansonsten liegen die Konzentrationen – wie auch an Br. V – unterhalb von 50 mg/l. Die Sulfatgehalten schwanken v.a. im Rohwasser der Brunnen Br. II und Br. IV z.T. deutlich; ein genereller Trend lässt sich nicht ableiten. Die gemessenen Sulfat-Gehalte im Rohwasser der Brunnen des WW Ratzeburg Vorstadt liegen sämtlich und deutlich unterhalb des Geringfügigkeitsschwellenwertes und des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung von jeweils 250 mg/l [9] [11].

Im Rohwasser des Brunnen Br. IV wurden in einigen Jahren Kaliumgehalte von etwas mehr als 3 mg/l und Chloridgehalte von geringfügig mehr als 40 mg/l Chlorid gemessen,

was laut /27/ Hinweise auf eine anthropogene Beeinflussung des Grundwasser sein können. Seit 2012 sind die Konzentrationen von Kalium und Chlorid dabei tendenziell etwas höher, wobei die Kaliumkonzentrationen bei max. 3,4 mg/l, die Chloridkonzentrationen bei max. 41 mg/l liegen. Zudem bleibt zu bemerken, dass die gemessenen Gehalte an Chlorid mit max. 44 mg/l (Jahr 1992) deutlich unterhalb des Geringfügigkeitsschwellenwertes und des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung von jeweils 250 mg/l [9] [11] liegen.

In Bezug auf die nicht relevante Metaboliten (nrM) von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen im Rohwasser ist festzuhalten, dass die Substanz N,N-Dimethylsulfamid, ein nrM des fungiziden Wirkstoffes Tolyfluanid, in allen vier Brunnen in den Untersuchungen ab 2010 zeitweise nachgewiesen werden konnte. Dabei lagen die Gehalte an den Brunnen Br. III und Br. V bei max. ca. 0,08 µg/l; an den Brunnen Br. II und Br. IV wurde N,N-Dimethylsulfamid mit Ausnahme der Frühjahrmessung im Jahr 2017 bei jeder Analyse nachgewiesen; der Maximalwert beträgt hier 0,29 µg/l am Brunnen Br. II im Jahr 2011. Die Konzentrationen am Brunnen Br. II sind seitdem auf aktuell 0,08 µg/l (November 2019) gesunken, sodass der Brunnen Br. IV seit dem Jahr 2015 die höchsten Messwerte bis zu aktuell 0,16 µg/l (November 2019) aufweist. Der nicht relevante Metabolit Desphenyl-Chloridazon (Metabolit B) des herbiziden Wirkstoffes Chloridazon wurde seit dem Jahr 2009 an den Brunnen Br. II und Br. IV häufig und am Brunnen Br. V einmalig nachgewiesen. Die Maximalkonzentrationen traten an allen Brunnen im Mai 2016 auf (max. 0,21 µg/l am Brunnen Br. IV). Aktuell (November 2019) liegen die Konzentrationen am Brunnen Br. II und Br. IV bei ca. 0,08 µg/l. Alle gemessenen Gehalte an nrM liegen deutlich unterhalb der jeweiligen gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) [12] von 1 µg/l bzw. 3 µg/l.

Grundwasserbeschaffenheit in den Grundwassermessstellen

In **Anlage 13** sind langjährige Ganmlinien für ausgewählte hydrochemische Parameter der Grundwassermessstellen des WW Ratzeburg Vorstadt seit 1991 aufgeführt /9/.

Die an den Grundwassermessstellen gemessenen pH-Werte von ca. 7,0 bis 7,6 weisen wie die der Förderbrunnen auf ein leicht alkalisches Grundwasser hin. Eine Ausnahme ist die außerhalb des Einzugsgebietes gelegene Messstelle AB 7 F1 (vgl. **Anlage 8**), an welcher mit ca. 6,7 bis 7,1 etwas geringere pH-Werte gemessen wurden. Die elektrischen Leitfähigkeiten von ca. 300 bis 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sowie die Gesamthärten von ca. 8,5 bis 22,0 $^{\circ}\text{dH}$ der Grundwassermessstellen weisen ein größeres Wertespektrum auf als die der Förderbrunnen. Eine Besonderheit stellt in beiden Fällen wiederum die im oberflächennahen Grundwasserleiter verfilterte Messstelle AB 7 F1 dar, an welcher eine höhere Mineralisierung (elektrische Leitfähigkeit: 918 bis 1.970 $\mu\text{S}/\text{cm}$) und Gesamthärte (25,60 bis 43,06 $^{\circ}\text{dH}$) des Grundwassers auftritt. Dabei deutet sich mit einer elektrischen Leitfähigkeit von mehr als 1.020 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemäß /23/ v.a. in den Jahren vor 2013 ein anthropogener Einfluss an. In beiden Fällen ist ein abnehmender Trend zu beobachten.

Auch im Bereich der Anionen tritt an den Grundwassermessstellen ein höheres Wertespektrum auf als an den Förderbrunnen. Die Chloridgehalte an den Grundwassermessstellen betragen zwischen ca. 5 und 120 mg/l. Oberhalb des Indikatorwertes von 40 mg/l nach /27/ liegen die Chloridgehalte der Messstellen AB 3 F1, AB 3 F2 und AB 7 F1 zu einem Großteil, sowie die der Messstellen AB 3 F3, AB 8 F1 und AB 9 F2 in einigen Jahren und an der Messstelle AB 1 einmalig. An den Messstellen AB 3 F1 und AB 3 F3 ist zudem ein zunehmender Trend zu beobachten. Alle gemessenen Chloridgehalte liegen deutlich unterhalb des Geringfügigkeits-schwellenwertes und des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung von jeweils 250 mg/l [9] [11]. Die Hydrogenkarbonat-Konzentrationen betragen zwischen ca. 180 und 410 mg/l, mit Ausnahme der im oberflächennahen Grundwasserleiter verfilterten Messstelle AB 7 F1, welche mit Werten von 451,4 bis 749,08 mg/l oberhalb des geogenen Hintergrundwertes von 433 mg/l /23/ liegt. Für Nitrat kann jedoch davon ausgegangen werden, dass alle Konzentrationen oberhalb von 10 mg/l anthropogen verursacht sind /27/ /23/. Dies betrifft die Nitratgehalte der Messstellen AB 3 F1, AB 3 F2, AB 7 F1, AB 8 F1 und AB 9 F2. Davon liegen die Werte der Messstellen AB 3 F2 und AB 8 F1 konstant und die der Messstelle AB 7 F1 sporadisch oberhalb des Schwellenwertes der Grundwasserverordnung (GrwV) von 50 mg/l [10]. An der im oberflächennahen GWL

verfilterten Messstelle AB 8 F1 wurden im Jahr 2015 bis zu rd. 200 mg/l Nitrat gemessen. Alle weiteren Nitrat-Messwerte befinden sich unterhalb von 10 mg/l oder unterhalb der Bestimmungsgrenze. Die ortho-Phosphatgehalte der Grundwassermessstellen befinden sich mit ca. 0,03 bis 0,50 mg/l größtenteils unterhalb des geogenen Hintergrundwertes von 0,397 mg/l /23/, mit Ausnahme der Messstellen AB 2 und AB 8 F3. Geringfügig oberhalb des Schwellenwertes der Grundwasserverordnung von 0,5 mg/l [10] liegt dabei lediglich der Maximalwert von 0,57 mg/l an der Messstelle AB 2 im Jahr 2013. Die Sulfatgehalte reichen zumeist von unterhalb der Bestimmungsgrenze bis zu ca. 90 mg/l. Eine Ausnahme bildet erneut die im oberflächennahen GWL verfilterte Messstelle AB 7 F1, welche zwischen 1991 und 1996 Sulfatgehalte von ca. 150 bis 220 mg/l aufwies, anschließend aber auf Werte von derzeit unter 50 mg/l sinkt. Seit 1991 wurden an diversen Messstellen Werte über 50 mg/l (Indikatorwert nach /27/) gemessen, aktuell trifft dies lediglich auf die Messstellen AB 1 (64 mg/l in 2019) und AB 3 F3 (67 mg/l in 2019) zu. Alle gemessenen Sulfatgehalte bleiben jedoch unterhalb des Geringfügigkeitsschwellenwertes sowie des Schwellenwertes der Grundwasserverordnung von jeweils 250 mg/l [9] [10].

Bezüglich der Kationen fällt zunächst ein Peak der Ammonium-Konzentrationen im Jahr 1996 auf, welcher an einem Großteil der Messstellen auftritt und bis zu 0,82 mg/l an der Messstelle AB 8 F3 erreicht. Davon abgesehen bewegen sich die Ammoniumgehalte bei bis zu ca. 0,6 mg/l. Die höchsten Gehalte werden an der Messstelle AB 8 F3 registriert, wobei teilweise der Schwellenwert der GrwV von 0,5 mg/l überschritten wird [10]. Der geogene Hintergrundwert für Ammonium von 0,762 mg/l gemäß /23/ weist allerdings auf eine geogen bedingt erhöhte Ammonium-Konzentration hin. Das Auftreten von Ammonium ist ein typisches Merkmal reduzierter Grundwässer, wie es an der Messstelle AB 8 F3 (Sauerstoffgehalte i.d.R. < 1 mg/l) vorliegt. Die Calcium-Konzentrationen der Grundwassermessstellen liegen zwischen ca. 50 und 150 mg/l, und die Magnesium-Konzentrationen zwischen ca. 3 und 15 mg/l. In beiden Fällen stellt die im oberflächennahen GWL verfilterte Messstelle AB 7 F1 eine Besonderheit mit Messwerten von 169 bis 268 mg/l (Natrium) und 15 bis 26 mg/l (Magnesium) dar, welche jeweils oberhalb der geogenen Hintergrundwerte gemäß /23/ liegen. Es ist in beiden

Fällen ein abnehmender Trend zu beobachten. Die Natriumgehalte verhalten sich größtenteils analog zu den Chloridgehalten: Der Großteil der Messstellen liegt mit Werten von ca. 5 bis 30 mg/l unterhalb des geogenen Hintergrundwertes von 31,6 mg/l /23/, während dieser an den Messstellen AB 3 F1, AB 3 F2 und AB 7 F1 größtenteils und an den Messstellen AB 3 F3 und AB 9 F2 sporadisch überschritten wird. Die Kaliumgehalte der Grundwassermessstellen bewegen sich i.d.R. zwischen ca. 1 und 4 mg/l, mit Ausnahme der Konzentrationen an den Messstellen AB 3 F2 und AB 7 F1, welche i.W. zwischen ca. 6 und 16 mg/l und damit oberhalb des Indikatorwertes nach /27/ von 3 mg/l liegen /23/.

Wie bereits bei den Förderbrunnen beobachtet, liegen die gemessenen Eisen- und Mangangehalte der Grundwassermessstellen zu einem Großteil oberhalb der vorgegebenen Grenzwerte der TrinkwV [11]. Die Eisen-Konzentrationen betragen bis zu ca. 3 mg/l und die Mangan-Konzentrationen bis zu ca. 0,3 mg/l. Nur vereinzelte Ausreißer der Messstellen AB 3 F3, AB 7 F1 und AB 9 F2 befinden sich oberhalb der geogenen Hintergrundwerte von 3,57 mg/l (Eisen) bzw. 0,385 mg/l (Mangan) /23/ (vgl. **Anlage 13**).

Im oberflächennahen GWL wurden in den 1990er Jahren an der außerhalb des Einzugsgebietes gelegenen Messstelle AB 7 F1 stark erhöhte Gehalte (bis zu 100 µg/l im Jahr 1994) des chlorierten Kohlenwasserstoffes (CKW) Tetrachlorethen gemessen. Bis ca. 1997 verbleiben die Tetrachlorethen-Konzentrationen auf einem erhöhten Niveau, im Anschluss sinken die Konzentrationen rapide auf ein geringeres Niveau von unter 10 µg/l ab. Aktuell (Mai 2019) wurden Konzentrationen von 2,01 µg/l gemessen. Damit ist die Konzentration des CKW gegenüber den übrigen Messstellen, die Konzentrationen von unter 1 µg/l aufweisen, auch aktuell noch etwas höher. Die erhöhten Konzentrationen zu Beginn der 90er Jahren überschritten den Geringfügigkeitsschwellenwertes (GFS) von 10 µg/l [9], welcher für die Summe von Tri- und Tetrachlorethen vorgegeben ist. Die tiefer im HGWL verfilterte Messstelle AB 7 F2 weist ebenfalls einen leichten Peak im Jahr 1992 auf, jedoch mit deutlich geringeren Konzentrationen (max. 2,3 µg/l). Die gemessenen Tetrachloethengehalte könnten durch

einen zurückliegenden CKW-Schadensfall begründbar sein. Neben Tetrachlorethen wurden an einigen Messstellen vereinzelt weitere CKW (1,1,1-Trichlorethan, Trichlorethen, Tetrachlormethan, Trichlormethan) in geringen Konzentrationen nachgewiesen; hierbei wurden keine Grenz- oder Schwellenwerte überschritten.

Der nicht relevante Metabolit N,N-Dimethylsulfamid des Wirkstoff Tolyfluanid konnte im Falle der Messstellen AB 1, AB 2, AB 3 F1, AB 3 F2, AB 7 F1 und AB 9 F2 in den Untersuchungen ab 2012 bzw. 2013 mit Konzentrationen zwischen 0,05 und 0,35 µg/l nachgewiesen werden. Die höchsten Konzentrationen wurden an den Messstellen AB 3 F1 und AB 3 F2 gemessen. Der nicht relevante Metabolit Desphenyl-Chloridazon des Wirkstoffs Chloridazon wurde im selben Untersuchungszeitraum an den Messstellen AB 1, AB 3 F1, AB 3 F2, AB 7 F1 und AB 8 F1 nachgewiesen. Die Konzentrationen schwanken zwischen 0,05 und 0,50 µg/l. Die höchsten Werte wurden an den Messstellen AB 3 F1, AB 7 F1 und AB 8 F1 gemessen. Die gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) von 1 µg/l bzw. 3 µg/l werden in keinem Fall überschritten [12].

In Hinblick auf die Grundwassergüte sind somit mehrere im oberflächennahen Grundwasserleiter verfilterte Messstellen (v.a. AB 7 F1, AB 3 F1, AB 8 F1) auffällig, insbesondere die außerhalb des Einzugsgebietes gelegene Messstelle AB 7 F1 zeigt bzgl. mehrerer Parameter (insbesondere elektrische Leitfähigkeit, Gesamthärte, Chlorid, Hydrogenkarbonat, Nitrat, Sulfat, Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium, Tetrachlorethen) z.T. deutlich erhöhte Werte. Weiterhin wurden an der Messstelle AB 3 F2 im Entnahmehorizont bzgl. Parametern, die auf eine Beeinflussung durch landwirtschaftliche Flächennutzung hinweisen (v.a. Nitrat, Kalium, nrM), häufig höhere Werte als an der im oberflächennahem Grundwasserleiter verfilterten Messstelle AB 3 F1 gemessen. Dies deutet auf Zutritte aus weiter entfernten Bereichen des Einzugsgebietes im Anstrom der Messstelle AB 3 F2 hin.

8 Absenkungs- und Einzugsgebiet der Grundwasserentnahme

8.1 Absenkungsgebiet

Zur Beschreibung des Absenkungsgebiets der Grundwasserentnahme am Wasserwerk Ratzeburg Vorstadt werden die Auswertungen zweier Pumpversuche am Brunnen Br. V vom 27.04. – 02.05.1988 und vom 26.10. – 09.11.1988 herangezogen /2/. In beiden Fällen wurde nach einer Förderpause von rd. 24 Stunden mit einer Pumprate von 110 m³/h gefördert, was einer Jahresentnahmemenge von rd. 964.000 m³ und damit annähernd der bewilligten Entnahmemenge von 1,0 Mio. m³ entspricht. Die Auswertungen zeigen, dass sich jeweils nach ca. 1.500 min (rd. 24 h) ein Zustand der Beharrung einstellt. Eine merkliche Auswirkung des Förderbetriebs zeichnet sich für beide Pumpversuche in den Grundwasserständen der Messstellen im Entnahmehorizont in einer Entfernung bis max. ca. 600 m ab /2/. Eine grafische Verknüpfung der beobachteten Grundwasserabsenkungsbeträge im HGWL mit der Entfernung der Messstellen /2/ belegt, dass die Absenkung in einer Entfernung von ca. 600 m um den Brunnen Br. V ca. 0,2 m beträgt. Die durch Extrapolation ermittelte gesamte Reichweite der Grundwasserabsenkung beträgt ca. 1.100 m /2/. Laut /2/ deutet sich jedoch an, dass die Förderpause vor Beginn der Pumpversuche nicht ausreichend lange war, um den durch den früheren Förderbetrieb entstandenen Absenkungstrichter wieder vollständig aufzufüllen. Die durch die o.g. Pumpversuche ermittelten Absenkungstrichter beschränken sich daher vermutlich auf die zentralen Bereiche des tatsächlichen Absenkungstrichters /2/.

Im Folgenden wird zur Abschätzung des Absenkungsbereichs der Wasserfassungen des WW Ratzeburg Vorstadt das Gebiet in einem Umkreis von ca. 600 m um die Förderbrunnen (entspricht etwa der 0,2 m-Absenkungslinie laut o.g. Pumpversuchen) herangezogen. Im Westen dürfte die Berandung des Absenkungsgebietes durch den Ratzeburger See gebildet werden. Innerhalb dieses Absenkungsgebietes befinden sich fünf aktive Grundwassermessstellen bzw. Messstellengruppen (AB 1, AB 2, AB 3, AB 5, AB 6); die Messstellen AB 7 und AB 8 liegen min. ca. 900 m bzw. 980 m entfernt von

den Förderbrunnen des WW Ratzeburg Vorstadt und somit außerhalb des Absenkungsbereiches, in dem merkliche förderbedingte Absenkungen eintreten sollten. Die Landesmessstellen 4790/4791/4792 (RZ 16 F1-F3), 4787/4788 (RZ 14 F1-F2) und 4796/4797/4798/4799 (RZ 18 F1-F4) liegen minimal ca. 3,8 km entfernt von den Fassungsanlagen des WW Ratzeburg Vorstadt und damit weit außerhalb des abgeschätzten Absenkungsbereichs des WW Ratzeburg Vorstadt. Diese Landesmessstellengruppen können daher als Referenzmessstellen herangezogen werden, die von der Förderung des WW Ratzeburg Vorstadt unbeeinflusste Grundwasserstände aufweisen und i.W. jahreszeitliche und u.U. klimatische Schwankungen zeigen. Es ist festzuhalten, dass die Grundwasserstandsschwankungen an den GWM AB 7 F2 und AB 8 F2 im Entnahmehorizont sehr ähnlich verlaufen wie an den Referenzmessstellen im Entnahmehorizont und somit keine wesentliche Beeinflussung durch die Förderbrunnen zeigen (vgl. **Anlage 10**). An der Entwicklung der Wasserstände an den Messstellen AB 6, AB 3 F2/F3 und AB 1 – die min. ca. 450 m, 260 m bzw. 30 m von den Förderbrunnen entfernt liegen – wird ein mit zunehmender Nähe zu der Förderbrunnen stärker werdender Effekt der Grundwasserförderung erkennbar. Am deutlichsten ist die Überprägung durch die Grundwasserförderung an der Messstelle AB 1 im Entnahmehorizont in direkter Umgebung zum Br. V zu beobachten. An der Messstelle AB 3 F1 im oberflächennahen Grundwasserleiter ist hingegen kein Einfluss der Grundwasserförderung zu erkennen, was für eine hydraulische Trennung des oberflächennahen GWL und des Entnahmehorizonts spricht.

Die langjährigen gemessenen Grundwasserstände bestätigen somit generell den im Rahmen der Pumpversuche aus dem Jahr 1988 ermittelten Absenkungsbereich (etwa 0,2 m-Isolinie der Absenkung) von ca. 600 m um die Förderbrunnen des WW Ratzeburg Vorstadt. Innerhalb des o.g. Absenkungsgebietes befinden sich Teile des östlichen Stadtgebiets von Ratzeburg, im Westen dürfte das Absenkungsgebiet bis an den Kleinen Kuchensees bzw. Domsee reichen.

Generell ist festzuhalten, dass das oben beschriebene Absenkungsgebiet der Grundwasserentnahme für den Entnahmehorizont (oberer Abschnitt des HGWL)

ermittelt wurde. Im oberflächennahen GWL ist bedingt durch die prinzipielle Trennwirkung der Deckschichten im Hangenden des oberen Abschnitts des HGWL nur eine deutlich abgeschwächte hydraulische Reaktion zu erwarten. Auch im unteren Abschnitt des HGWL ist aufgrund der im Bereich der Förderbrunnen im Liegenden des Entnahmehorizonts verbreiteten Geschiebemergel der Elster-Kaltzeit oder miozäne Tone/Schluffe eine geringere hydraulische Reaktion auf die Grundwasserförderung als im Entnahmehorizont zu erwarten.

8.2 Einzugsgebiet

Das unterirdische Einzugsgebiet der Grundwasserentnahme wurde im Rahmen der Bemessung eines Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Ratzeburg-Vorstadt anhand der o.g. Pumpversuche aus dem Jahr 1988 /2/ und eines Pumpversuches aus dem Jahr 2001 /1/ abgeschätzt. Dieser fand im Zeitraum 05.06. – 14.06.2001 statt. Dabei wurde aus dem Brunnen Br. III mit einer Förderrate von ca. 98 m³/a gefördert, was hochgerechnet eine Jahresentnahmemenge von rd. 858.400 m³ ergibt. Dieser Wert entsprach seinerzeit der durchschnittlichen Fördermenge der letzten zehn Jahre, zuzüglich eines Zuschlags von 11 % für eine zukünftige mögliche Bedarfssteigerung /1/. Der Grundwassergleichenplan, welcher aus den Messwerten zu Ende des Pumpversuches am 14.06.2001 erstellt wurde, bildet die Grundlage für die Ermittlung des Einzugsgebietes.

Das durch den Pumpversuch von 2001 ermittelte unterirdische Einzugsgebiet erstreckt sich vom Wasserwerksgelände aus in südöstlicher Richtung und endet südlich der Ortslage Mustin (vgl. **Anlage 8**). Die maximale Breite im Bereich des Salemer Moors beträgt ca. 1,7 km, die Längsausdehnung ca. 6 km /1/. Dieses Einzugsgebiet bezieht sich streng genommen nur auf die Grundwasserentnahme aus dem Brunnen Br. III und dem benachbarten Brunnen Br. IV. Um auch die nördlichen Brunnen Br. II und Br. V zu berücksichtigen, wurde in /1/ zusätzlich die Auswertung des Pumpversuches am Brunnen Br. V aus dem Jahr 1988 /2/ herangezogen. Das damals ermittelte Einzugsgebiet aus /2/ ist größtenteils in der neueren Auswertung aus /1/ enthalten, mit Ausnahme eines Teilgebietes im nördlichen Bereich (vgl. **Anlage 8**). Da die Grenze des

mutmaßlichen unterirdischen Einzugsgebietes der Grundwasserentnahme des WW Ratzeburg Vorstadt an den Garrensee heranreicht, wurde dessen oberirdisches Einzugsgebiet bei der Bemessung des Wasserschutzgebietes berücksichtigt.

Die Gesamtfläche des in **Anlage 8** dargestellten geplanten Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Ratzeburg-Vorstadt beträgt ca. 7,3 km²/17/.

9 Auswirkungen der Grundwasserentnahme

Zu diskutieren ist, inwieweit durch die Absenkung des Grundwasserspiegels im Umfeld der Wasserfassungen des WW Ratzeburg Vorstadt Beeinträchtigungen für das Natursystem sowie für die in das Wirkungsgefüge eingebundenen Schutzgüter entstehen können.

9.1 Oberflächengewässer

Es ist davon auszugehen, dass unter natürlichen Bedingungen das in den Brunnen des Wasserwerks Ratzeburg Vorstadt geförderte Grundwasser dem Ratzeburger See zufließen würde, so dass hier eine entsprechende Zuflussminderung eingetreten ist. Diese beträgt allerdings angesichts eines Wasservolums im See von ca. 145 Mio. m³ /17/ weniger als 1 % und dürfte daher nicht messbare Wasserständerungen bewirkt haben. Infolge der Fortsetzung der Entnahme im genehmigten Rahmen sind keine zusätzlichen nennenswerten Effekte zu erwarten.

Anhand der vorliegenden Daten ist davon auszugehen, dass die sich im Bereich des Absenkungsgebietes gelegenen Fließ- und Stillgewässer hydraulisch an den oberflächennahen Grundwasserleiter angeschlossen sind, in dem aufgrund der prinzipiellen Trennwirkung der Deckschichten im Hangenden des oberen Abschnitts des HGWL nur von einer deutlich abgeschwächten hydraulischen Reaktion der förderbedingten Grundwasserabsenkungen im Entnahmehorizont auszugehen ist (vgl. Abschnitte 7.3, 7.4, 8.1). Vor dem Hintergrund der langjährigen Grundwasserentnahme des Wasserwerks Ratzeburg Vorstadt sind zukünftig faktisch kaum zusätzliche Grundwasserabsenkungsbeträge und somit auch kaum zusätzliche Wasserstandsänderungen bzw. Abflussminderungen in Vorflutern infolge der geplanten Weiterführung der Grundwasserentnahme mit gleichbleibender max. Fördermenge (1,0 Mio. m³/a) zu erwarten.

Der Garrensee liegt weit entfernt vom abgeschätzten Grundwasserabsenkungsbereich des WW Ratzeburg Vorstadt, so dass eine negative Beeinflussung der Wasserstände des Sees durch die Grundwasserförderung nicht zu erwarten ist.

9.2 Grundwasserstandsabhängige Vegetation

Beeinträchtigungen für die Vegetation sind nur dann möglich, wenn vor der Grundwasserabsenkung bestimmte Grundwasserflurabstände nicht überschritten wurden und Bedarf an zusätzlicher Wasserversorgung für die Pflanzen aus dem Grundwasser bestand [7].

Der Grenzflurabstand, ab dem durch eine Grundwasserabsenkung Veränderungen des Bodenwasserhaushaltes auftreten können, beträgt in sandigen und tonigen Sedimenten etwa 2 m; in sandigen Schluffen kann er maximal ca. 3 m betragen [8]. 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. Da die Flurabstände im Umfeld des WW Ratzeburg Vorstadt flächenhaft mindestens ca. 10 m betragen, ist hier mit einer Beeinträchtigung einer potentiellen landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Nutzung nicht zu rechnen. Lediglich in Randbereichen des Ratzeburger Sees sowie in einem Grünflächenbereich im Umfeld des „Ratsteiches“ deuten sich grundwassernahe Böden an [17], so dass hier von einem Flurabstand von i.d.R. weniger als 2 m auszugehen ist. Die genannten Flächen befinden sich überwiegend im Bereich eines Waldgebietes, des Ratsteiches sowie im Bereich von Siedlungsflächen. Bisherige Effekte sind anhand der vorliegenden Daten nicht quantifizierbar; da allerdings die Vegetation hier an den oberflächennahen GWL angeschlossen ist, der hydraulisch weitgehend vom HGWL getrennt ist, dürfen die Auswirkungen der Grundwasserentnahme auf die grundwasserstandsabhängige Vegetation als nicht erheblich eingeschätzt werden. Dies gilt auch für die in Kapitel 5 genannten Biotope. Von einem nennenswerten zusätzlichen Einfluss der Grundwasserförderung auf die Vegetation, der über die aktuell bekannte Situation der letzten ca. 10 Jahre hinausgeht, ist aufgrund der geplanten Weiterführung

der Grundwasserentnahme mit gleichbleibender max. Fördermenge (1,0 Mio. m³/a) generell nicht auszugehen.

FFH-Gebiete oder Naturschutzgebiete (z.B. das Salemer Moor) liegen weit entfernt vom abgeschätzten Grundwasserabsenkungsbereich des WW Ratzeburg Vorstadt, so dass eine Beeinflussung der Vegetation durch die Grundwasserförderung hier ausgeschlossen werden kann.

9.3 Bauwerke

Im vorliegenden Fall geht aus der als **Anlage 3** beigefügten geologischen Karte sowie aus der Bodenkarte im Maßstab 1 : 25.000 /17/ hervor, dass innerhalb des Absenkungsbereichs des Wasserwerks Ratzeburg Vorstadt zumeist nichtbindige, grobkörnige Lockergesteine der Weichsel-Kaltzeit anstehen. In diesen Bereichen sind negative Auswirkungen auf bautechnische Infrastruktur aufgrund des Fehlens besonders setzungsempfindlicher Sedimente nicht zu erwarten. In Randbereichen des Ratzeburger Sees sowie in einem Grünflächenbereich im Umfeld des „Ratsteiches“ zeigt die Bodenkarte im Maßstab 1 : 25.000 Bereiche mit setzungsempfindlichen Niedermoortorfen an. Aufgrund der langjährigen Grundwasserentnahme des Wasserwerks Ratzeburg Vorstadt sind infolge der geplanten Weiterführung der Grundwasserentnahme mit gleichbleibender max. Fördermenge (1,0 Mio. m³/a) faktisch kaum zusätzliche Grundwasserabsenkungsbeträge zu erwarten. Negative Auswirkungen auf Bauwerke und bautechnische Infrastruktur sind daher – zumal das Verbreitungsgebiet der setzungsempfindlichen Niedermoortorfe offensichtlich zumeist unbesiedelt ist – wenig wahrscheinlich.

9.4 Weitere Grundwasserentnahmen

Innerhalb des abgeschätzten Absenkungsbereiches der Grundwasserentnahme des WW Ratzeburg Vorstadt liegt eine weitere wasserrechtlich genehmigte Grundwasserentnahme /16/ vor. Der Beregnungsbrunnen befindet sich minimal ca. 560 m nordöstlich der Fassungsanlagen, im Umfeld des Sportzentrums an der Riemannstraße. Die wasserrechtliche Erlaubnis ist gültig bis zum 08.01.2024, die

erlaubte Entnahmemenge beträgt max. 5.000 m³/Jahr. Die Entnahme erfolgt aus einer Tiefe von ca. 60 bis 74 m u. GOK /16/, aus dem oberen Abschnitt des HGWL. Aufgrund der Lage am äußerem Rand des Absenkungsgebietes, in dem im HGWL merkliche Grundwasserstandsänderungen zu erwarten sind /2/, sind negative Auswirkungen auf die o.g. Grundwasserentnahme daher nicht zu erwarten.

Das dem Wasserwerk Ratzeburg Vorstadt nächstgelegene Wasserwerk ist das Wasserwerk Ratzeburg St. Georgsberg. Die beiden Förderbrunnen des WW Ratzeburg St. Georgsberg (Br. I und Br. II) befinden sich in einer minimalen Entfernung von ca. 2,2 km westlich der Förderbrunnen des WW Ratzeburg Vorstadt, an der Westseite des Ratzeburger Sees (vgl. **Anlage 2**). Die Brunnen Br. II bis Br. V des Wasserwerks Ratzeburg Vorstadt sowie die Brunnen Br. I und Br. II des WW St. Georgsberg fördern aus dem oberen Abschnitt des HGWL. Kumulative Effekte der beiden Wasserfassungen sind jedoch aufgrund der Entfernung voneinander sowie der hydraulischen Wirkung des Ratzeburger Sees nicht zu erwarten. Der Grundwasseranstrom auf das WW Ratzeburg Vorstadt erfolgt im Entnahmehorizont aus südöstlicher Richtung, der Anstrom auf das WW Ratzeburg St. Georgsberg aus Richtung Südwesten; die Absenkungsgebiete dürfen jeweils von Osten bzw. Westen an den Ratzeburger See heranreichen, sich aber nicht überlagern.

9.5 Sonstige Auswirkungen

Eine erhebliche Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit infolge der Weiterführung der Grundwasserentnahme mit gleichbleibender max. Fördermenge (1,0 Mio. m³/a) ist nicht zu erwarten.

10 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die Rohwassergüte an den Förderbrunnen Br. II bis Br. V zeigt sich i.W. geprägt von natürlichen Schwankungen; anthropogene Einflüsse sind hauptsächlich in Form von z.T. leicht erhöhten Nitratgehalten und geringen Gehalten nicht relevanter Metabolite (v.a. Br. IV und Br. II) zu beobachten. In den Grundwassermessstellen zeigt sich eine deutlich größere Schwankungsbreite der gemessenen Parameter, wobei v.a. die im oberflächennahen Grundwasserleiter verfilterten Messstellen z.T. deutliche Anzeichen für eine anthropogene Beeinflussung zeigen. Dies betrifft insbesondere den CKW-Befund an der außerhalb des Einzugsgebietes gelegenen Messstelle AB 7 F1 in den 1990er Jahren, erhöhte Gehalte an z.B. Nitrat, Kalium und Chlorid sowie den Nachweis von geringen Gehalten nicht relevanter Metabolite. Der Entnahmehorizont ist in weiter Verbreitung von Geschiebelehmen/-mergeln bzw. Tonen in stark wechselnder Mächtigkeit überdeckt, die prinzipiell eine hydraulische Trennwirkung aufweisen und ein Schutzpotential für das Grundwasser im Entnahmehorizont gegenüber anthropogenen Einflüssen von der Geländeoberfläche aus bilden. Lokale Fehlstellen innerhalb dieser Deckschicht, sog. „Fenster“, können jedoch nicht ausgeschlossen werden. Angesichts der Anzeichen anthropogener Einflüsse der Grundwasserbeschaffenheit auch im Entnahmehorizont scheinen zumindest lokale Zutritte von oberflächennahem Grundwasser wahrscheinlich.

Die den Entnahmehorizont überlagernde Deckschicht bedingt weiterhin, dass es im oberflächennahen Grundwasserleiter nur zu einer deutlich abgeschwächten hydraulischen Reaktion der förderbedingten Grundwasserabsenkungen kommt. Die potentiellen Auswirkungen der Grundwasserförderung auf die i.d.R. mit dem oberflächennahen Grundwasserleiter verbundenen Schutzgüter an der Geländeoberfläche werden somit verringert. In jedem Fall sind vor dem Hintergrund der langjährigen Grundwasserentnahme des Wasserwerks Ratzeburg Vorstadt zukünftig faktisch kaum zusätzliche Auswirkungen infolge der geplanten Weiterführung der

Grundwasserentnahme mit gleichbleibender max. Fördermenge (1,0 Mio. m³/a) zu erwarten.

Zur hydrogeologischen Beweissicherung sowie zur langfristigen Sicherung der Grundwasserqualität im Einzugsgebiet des Wasserwerks Ratzeburg Vorstadt schlagen wir vor, die Grundwasserstände sowie die Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit an den Brunnen und Vorfeldmessstellen fortzuführen. Entsprechende Empfehlungen sind in einem Vorschlag zu einem Monitoring-Konzept (**Anlage 17**) formuliert worden.

Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH

Dr. Lisa Grün

Monika Wiebe

M. Sc. Geowissenschaften

11 Literaturverzeichnis

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Hydrologischer Atlas von Deutschland.- Bonn / Berlin, 2003
- [2] Hinsch, W., 1974: Das Tertiär im Untergrund von Schleswig-Holstein,- Geologisches Jahrbuch., A 24, 34 S.
- [3] Hinsch, W., 1979: Rinnen an der Basis des glaziären Pleistozäns in Schleswig-Holstein.- Eiszeitalter und Gegenwart, 29, S. 173 – 178
- [4] Wassergesetz des Landes Schleswig-Holstein vom 11. Februar 2008, geändert am 19. März 2010
- [5] Grundsätze für Rohwasseruntersuchungen – Technische Mitteilungen W 254.- DVGW, April 1988, 16 S.
- [6] Hölting, B. & Coldewey, W. G.: Hydrogeologie. Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie.- Springer, Heidelberg, 8. Aufl., 2013, 438 S.
- [7] Johannsen, A., 1980: Hydrogeologie von Schleswig-Holstein, Geologisches Jahrbuch, Heft 28, Hannover
- [8] Josopait, V., Raissi, F. & Eckl, H. : Hydrogeologische und bodenkundliche Anforderungen an Wasserrechtsanträge zur Grundwasserentnahme.- GeoFakten 1, LBEG, Hannover, 2009, 4. Aufl., 6 S., 4 Abb.
- [9] Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser – Aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016.- Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Stuttgart, 2017
- [10] Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung – GrwV) Fassung der Bekanntmachung vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. Mai 2017 (BGBl. I S. 1044) geändert worden ist

- [11] Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV), Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S. 459), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 20. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2934) geändert worden ist
- [12] Umweltbundesamt: Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für nicht relevante Metaboliten (nrM) von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln (PSM) - Fortschreibungsstand: Mai 2020.