

Optimierung des Einlagervolumens der Deponie Harrislee, DK I Hydrogeologisches Gutachten

Auftraggeber:



Balzersen GmbH & Co. KG
Mühlenweg
24955 Harrislee

Auftragnehmer:



Ingenieurgesellschaft Possel und Partner GmbH
Rendsburger Landstraße 196-198 - 24113 Kiel
Tel.: 0431 / 6 49 59 - 0
E-Mail: info@ipp-gruppe.de

Projektleitung: Herr Dipl.-Ing. (FH) Dieter Stockheim

Sachbearbeitung: Herr Dipl.-Geol. Roland Friedl-Schulz

Projektnummer (IPP): 2020-021

Anzahl der Seiten: 53 (inkl. Deckblatt)

Anzahl der Anlagen: 20

Ort, Datum: Kiel, den 30.10.2024



I. Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang, Veranlassung	6
2	Grundlagen	6
3	Allgemeine Standortangaben	7
3.1.	Lage und Umfeld	7
3.2.	Allgemeine Geologie / Hydrogeologie	8
3.3.	Wasserschutzgebiete	11
3.4.	Standortnahe Grundwassermessstellen - Übersicht	12
4	Überprüfung der Grundwassermessstellen	14
4.1.	Funktionstests 2021	14
4.2.	Funktionstests 2024	15
4.3.	Neue Vermessung aller GWM	17
5	Geologie / Hydrogeologie	18
5.1.	Geologie - Lagerungsverhältnisse	19
5.2.	Hydrogeologie	20
5.2.1	1. Aquifer – Grundwassergleichenplan vom 19.07.2012	20
5.2.2	2. Aquifer – Grundwassergleichenplan vom 19.07.2012	21
5.2.3	Zuordnung der Grundwassermessstellen (Anstrom / Abstrom)	21
5.3.	Höchster zu erwartender Grundwasserstand (BRUG 2012)	23
5.4.	Grundwasserstände und Grundwasserganglinien	25
5.5.	Auswirkungen der Überplanung auf die Grundwasserverhältnisse	28
6	Grundwasserbeschaffenheit	28
6.1.	1. Aquifer	29
6.1.1	B3 neu Anstrom nordwestlich	29
6.1.2	B9o Anstrom nordwestlich	30
6.1.3	B19o Anstrom nördlich	32
6.1.4	B11o Anstrom südwestlich	34
6.2.	2. Aquifer	36
6.2.1	B11u randlicher Anstrom südwestlich	36
6.2.2	B15o/u innerhalb Deponiefläche, 2. Aquifer am Rand des geol. Fensters	37
6.2.3	B19u innerhalb Deponiefläche, Seitenstrom	41
6.3.	Geologisches Fenster	43
6.3.1	B14 innerhalb Deponiefläche, geol. Fenster, westlicher Zustrom aus 1. Aquifer	



6.3.2	B20o innerhalb Deponie, im geol. Fenster, Zustrom aus Westen (1.Aquifer)	
	45	
6.3.3	B20u innerhalb Deponie, im geol. Fenster	46
6.4.	Beurteilung der Grundwasserbeschaffenheit	48
6.5.	Auswirkung der Überplanung auf die Grundwasserbeschaffenheit.....	50
7	Empfehlungen - Überwachungsprogramm / Messstellen	51
8	Literatur - und Quellenverzeichnis	52
9	Unterschriften	53

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersichtsplan mit Grundstücksgrenze des Deponiestandortes	8
Abbildung 2: Geologische Übersicht	9
Abbildung 3: Quartärbasis	10
Abbildung 4: Präquartärer Untergrund	10
Abbildung 5: Schutzwirkung Deckschichten	11
Abbildung 6: Trinkwasserschutzgebiete (Umweltportal-Schleswig-Holstein)	12
Abbildung 7: Ergebnis der Messstellenprüfungen	17
Abbildung 8: Grundwasserstände 1. Aquifer und Ganglinien aus Bereich geol. Fenster ..	24
Abbildung 9: Entwicklung der Salzfracht, des TOC und PAK-Gehaltes in GWM 3 neu	30
Abbildung 10: Entwicklung der Salzfracht, des TOC und PAK-Gehaltes in GWM 9o	32
Abbildung 11: Entwicklung der Salzfracht, des TOC und des PAK-Gehaltes in GWM 19o	34
Abbildung 12: Entwicklung der Salzfracht, des TOC und des PAK-Gehaltes in GWM 11o	36
Abbildung 13: Entwicklung der Salzfracht und des TOC in GWM 11u.....	37
Abbildung 14: Entwicklung der Salzfracht des TOC und des PAK-Gehaltes in GWM 15o und GWM 15u.....	41
Abbildung 15: Entwicklung der Salzfracht und des TOC in GWM 19u.....	43
Abbildung 16: Entwicklung der Salzfracht und des TOC in GWM 14.....	44
Abbildung 17: Entwicklung der Salzfracht und des TOC in GWM 20o.....	46
Abbildung 18: Entwicklung der Salzfracht und des TOC in GWM 20u.....	48
Abbildung 19: Elektrische Leitfähigkeit in den untersuchten GWM.....	49
Abbildung 20: PAK (EPA)-Gehalte in den untersuchten GWM.....	49



III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Messstellenübersicht.....	13
Tabelle 2: Messstellenrückbau 2013.....	14
Tabelle 3: Zusammenfassung der Messstellenüberprüfung 2021	15
Tabelle 4: Übersicht über die 2021 und zusätzlich 2024 überprüften GWM	16
Tabelle 5: Höchste zu erwartende Grundwasserstände (Prognose 2012) mit „alten“ NN-Höhen	25
Tabelle 6: Neuberechnete höchste zu erwartende Grundwasserstände (HGW).....	27

IV. Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan mit Profilschnitten
Anlage 2a	Profilschnitt 1 – 1‘
Anlage 2b	Profilschnitt 2 – 2‘
Anlage 2c	Profilschnitt 3 – 3‘
Anlage 2d	Profilschnitt 4 – 4‘
Anlage 2e	Profilschnitt 5 – 5‘
Anlage 2f	Profilschnitt 6 – 6‘
Anlage 2g	Profilschnitt 7 – 7‘
Anlage 2h	Profilschnitt 8 – 8‘
Anlage 3a	Grundwassergleichenplan vom 07.04.2008 – 1. Aquifer
Anlage 3b	Grundwassergleichenplan vom 07.04.2008 – 2. Aquifer
Anlage 4a	Grundwassergleichenplan vom 19.07.2012 – 1. Aquifer
Anlage 4b	Grundwassergleichenplan vom 19.07.2012 – 2. Aquifer
Anlage 4c	Weiträumiger Abstrombereich 2. Aquifer am 19.07.2012
Anlage 5	Grundwassergleichenplan für den höchsten zu erwartenden Grundwasserstand (HGW)
Anlage 6	Lageplan – neues Messstellennetz
Anlage 7	Technische Tabelle – GWM Stand Okt. 2024
Anlage 8a	Tabellarische Übersicht vorliegender Analyseergebnisse
Anlage 8b	Analysetabellen 2006-2024
Anlage 9	GW – Ganglinien



V. Anhang

Anhang 1 Schichtenverzeichnisse, Bohrprofile und Ausbauzeichnungen



1 Vorgang, Veranlassung

Die Firma Balzersen GmbH & Co.KG plant die Erweiterung des Deponiestandortes Harrislee (Deponieklasse 1) am Mühlenweg. Es ist vorgesehen, einen Großteil der Standortfläche als Deponiefläche auszubauen (s. Anl.1 und Abb.1).

Der östliche Teil des Polder Nr. 1 (Fläche 2,3 ha, genehmigt am 22.11.2004), sowie die angrenzenden Polder 2 bis 4 (Fläche ca. 9,3 ha, planfestgestellt am 26.08.2013) mit einem genehmigten Gesamteinlagerungsvolumen von ca. 825.000 m³ sollen durch Anpassung der Kubatur optimiert werden.

Die Fa. Balzersen GmbH & Co.KG plant die planfestgestellte Deponiefläche von ca. 116.900 m² Gesamtfläche, um eine Fläche von ca. 74.000 m² auf dem eigenen Betriebsgelände zu erweitern (in Summe ca. 191.000 m²) und durch eine Erhöhung von bis zu 10,0 m im Kuppenbereich anzupassen. Durch die Optimierung des Deponiestandortes wird das derzeit planfestgestellte Deponievolumen für die Polder 1 bis 4 von ca. 825.000 m³ um ca. 1.275.000 m³ auf ca. 2.100.000 m³ erhöht, wobei der Einlagerungszuwachs in den Poldern 3 bis 7 stattfinden wird.

Für die geplante Deponieerweiterung ist im Zuge des Genehmigungsverfahrens ein hydrogeologisches Gutachten für den gesamten Standort vorzulegen. Darüber hinaus war ein Konzept für ein Grundwassermonitoring zu entwickeln, das eine flächige Grundwasserüberwachung für den späteren Deponiebetrieb gewährleistet.

Im Bereich der Deponiefläche existieren eine Reihe von Bohrungen und Grundwassermessstellen, die als Grundlage für die Darstellung der geologisch / hydrogeologischen Verhältnisse herangezogen werden können.

2 Grundlagen

- [1] Hydrogeologisches Gutachten zur Erweiterung des Siebrestelagers in Harrislee - Geologisches Landesamt Schleswig-Holstein, 22.08.1990
- [2] Hydrogeologisches Gutachten zur Erweiterung der Deponie Balzersen in Harrislee - BRUG 18.08.2004
- [3] Hydrogeologische Auswertung (Erweiterung Ost) – Festlegung der Deponiesohle – BRUG 19.11.2008



- [4] Hydrogeologisches Gutachten zur Erweiterung der Deponie Balzersen in Harrislee – BRUG 21.08.2012
- [5] Umweltportal Schleswig-Holstein
- [6] LfU-Vermerk vom 21.03.2024 zu Antragsentwurf vom 09.01.2024
- [7] Kamerabefahrung 2021- Untersuchungsberichte (Fa. Ivers)
- [8] Kamerabefahrung 2024- Untersuchungsberichte (Fa. Ivers)
- [9] Zustandsdokumentationen der GWM (IPP 2021)
- [10] GWM-Überprüfung (-Reinigung) 2024 - Pumpprotokolle und Ganglinien
- [11] GW-Stände – Messprotokolle von AG Okt. 2024
- [12] Prüfberichte und Probenahmeprotokolle des Labors UCL
- [13] Vermessungsunterlagen (Ing.-Büro Filpe, 2024)

3 Allgemeine Standortangaben

Der Deponiestandort liegt in der Gemeinde und Gemarkung Harrislee auf Flur 1, und umfasst die Flurstücke 4/2, 8/1, 12/3, 53, 54, 75 und 76.

3.1. Lage und Umfeld

Das Untersuchungsgebiet liegt nördlich der Verbindungsstraße von Ellund nach Harrislee östlich der Autobahn A7 im Kreis Schleswig-Flensburg. Im Norden grenzt das Areal an Dänemark (s. Abb. 1).

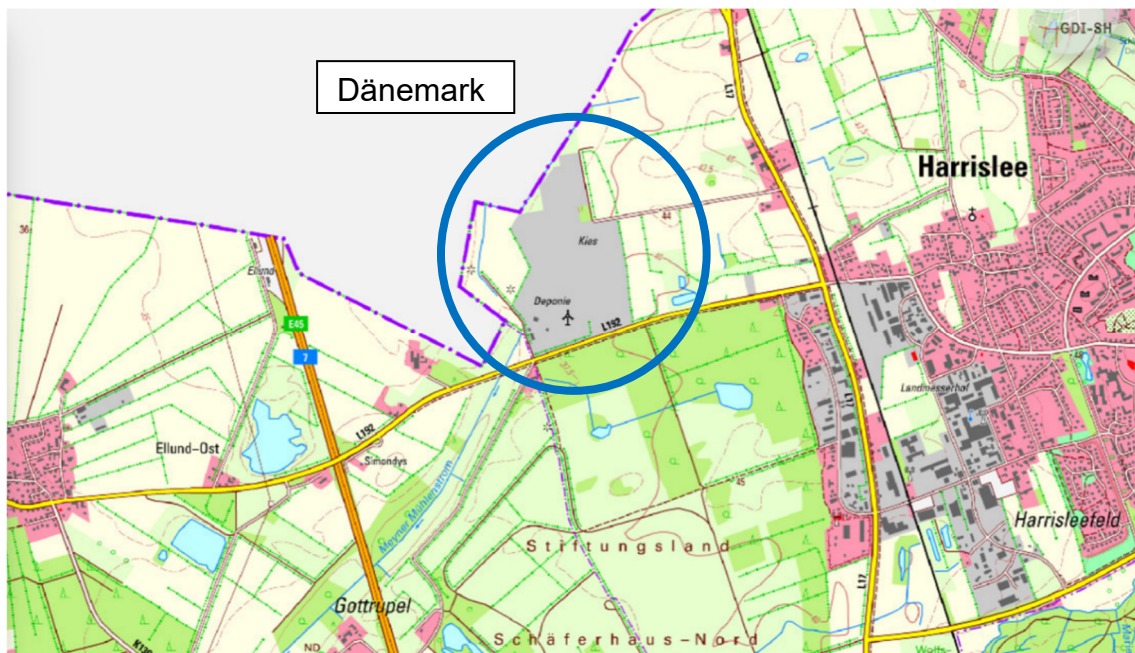
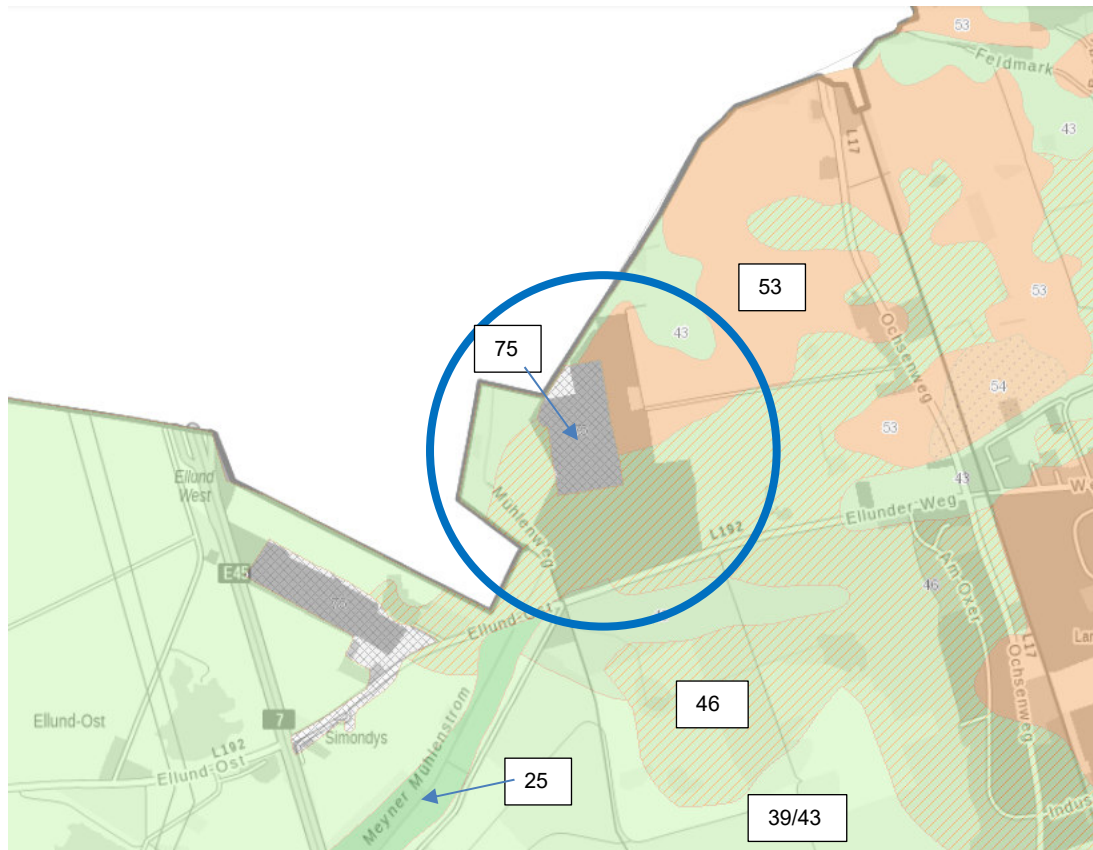


Abbildung 1: Übersichtsplan mit Grundstücksgrenze des Deponiestandortes (Quelle: Umweltportal Schleswig-Holstein)

Im südlichen Teil der Fläche befindet sich die Altablagerung Fläche 2,9 ha, ehem. Grubentiefe ca. 5-7m; 31mNN. Die Altablagerung wurde 2017 versiegelt (Asphalt). Das Untersuchungsgebiet fällt von Osten nach Westen leicht von Höhen um 40 mNN bis auf 36 mNN im Bereich des Meyner Mühlenstromes ab. Der teilweise (südwestlich des Standortes) verrohrte Meyner Mühlenstrom fließt in südwestliche Richtung ab. Frühere Untersuchungen des GLA (1990) haben ergeben, dass der Meyner Mühlenstrom im Norden der Erweiterungsfläche keine Vorflutfunktion erfüllt. Seine Wasserstände lagen immer deutlich über denen der nahegelegenen Grundwassermessstellen [1].

3.2. Allgemeine Geologie / Hydrogeologie

Im Untersuchungsgebiet sind oberflächennah überwiegend pleistozäne (weichselzeitliche) Ablagerungen (Sande und Geschiebelehm / -mergel) verbreitet. Südlich des Deponiestandortes treten in der Meyner-Mühlenstrom-Niederung auch holozäne Sedimente (Niedermoortorf) auf (s. Abb. 2)



- | | |
|-------|--|
| 75 | Aufschüttung |
| 25 | Niedermoortorfe (Holozän) |
| 39/43 | Sande (Weichselglazial) |
| 53 | Geschiebelehm / -mergel (Weichselglazial) |
| 46 | Sande über Geschiebelehm / -mergel (Weichselglazial) |

Abbildung 2: Geologische Übersicht (Quelle: Umweltportal Schleswig-Holstein).

Die pleistozäne Schichtenfolge (Wechselfolge aus Sanden und Geschiebemergel) reicht im Untersuchungsgebiet bis in Tiefen von 25-50 m NN (Abb. 3), das entspricht einer Tiefe von ca. 65 bis 90 m unter Geländeoberkante.

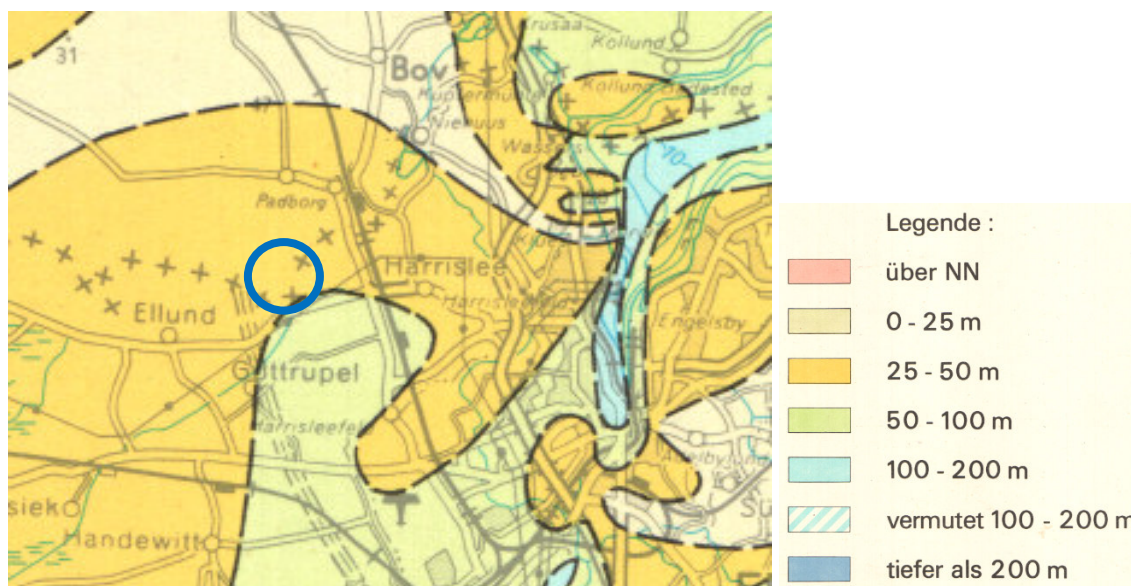


Abbildung 3: Quartärbasis (GLA 1977 Karte – Basis des glaziären Pleistozäns in S.-H.)

Bei den das Pleistozän unterlagernden Schichten handelt es sich um die Oberen Braunkohlensande (Abb. 4), die als guter Wasserleiter vielerorts zur Trinkwassergewinnung genutzt werden.

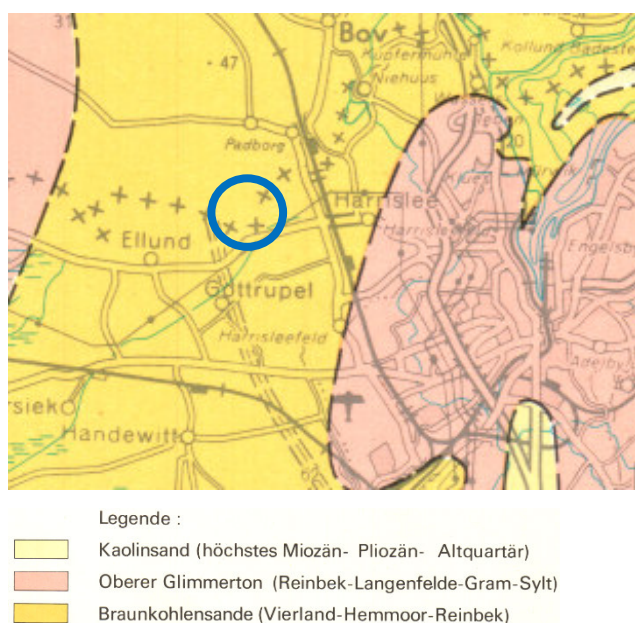


Abbildung 4: Präquartärer Untergrund (GLA1977 Karte des präquartären Untergrundes in S.-H.)

Im Bereich des Deponiestandortes fehlt der die Braunkohlensande überlagernde Glimmerton, weshalb die Schutzwirkung der Deckschicht (Abb. 5) als ungünstig

eingestuft ist. Im Bereich des Wasserwerkes Flensburg-Ostseebad (ca. 5 km östlich des Deponiestandortes) ist der Glimmerton ausgebildet, so dass die Schutzwirkung dort als mittel festgelegt ist.

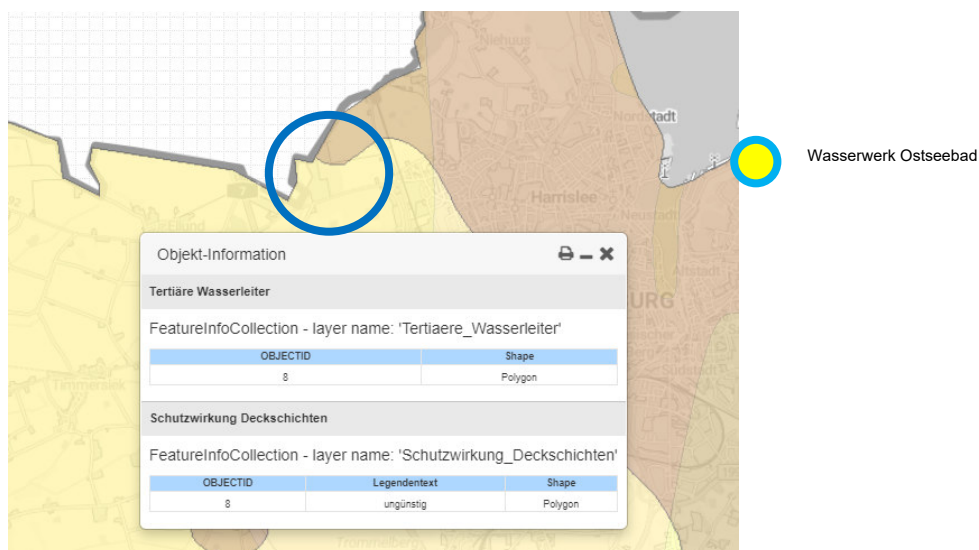
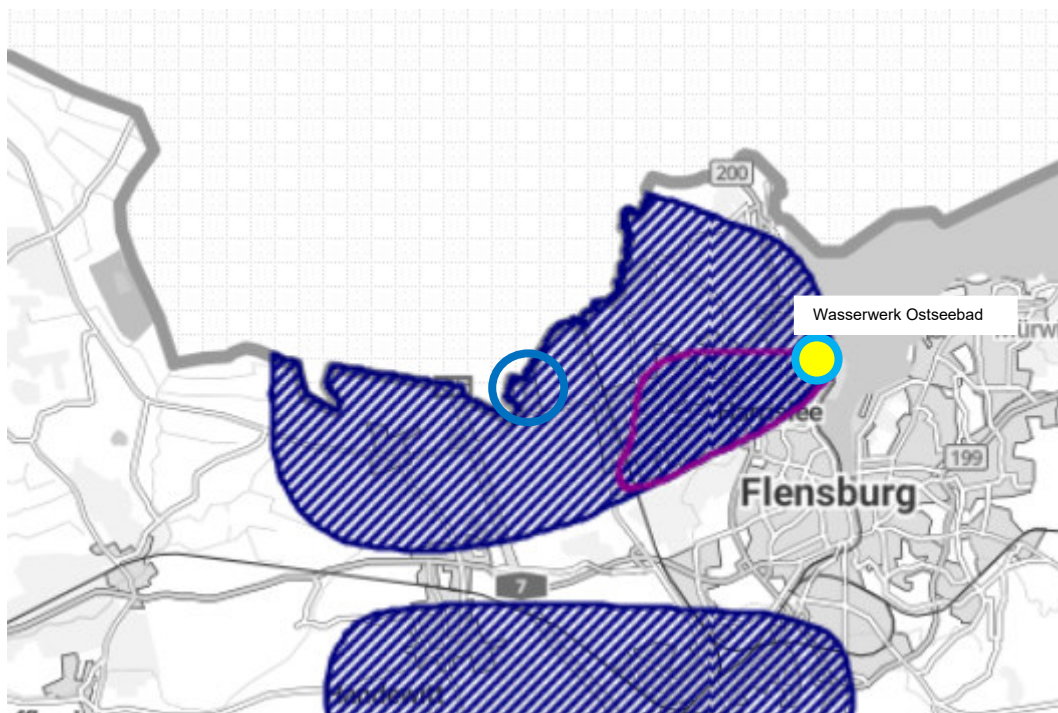


Abbildung 5: Schutzwirkung Deckschichten – gelb = ungünstig, braun = mittel (Umweltportal S.-H.)

3.3. Wasserschutzgebiete

Der Deponiestandort liegt in keinem Wasserschutzgebiet. Die in Abb. 6 blau schraffierte Fläche umfasst das Trinkwassergewinnungsgebiet des Wasserwerkes Flensburg-Ostseebad.



Trinkwassergewinnungsgebiete	
Name	WGG Flensburg-Ostseebad Tiefbrunnen
Namen der zugehörige Wasserwerke	WW Flensburg-Ostseebad
Nummern der zugehörigen Wasserwerke	2002
Fläche des Trinkwassergewinnungsgebietes [km²]	32.515
Ebene	2

© Schleswig Holstein -

Abbildung 6: Trinkwasserschutzgebiete (Umweltportal-Schleswig-Holstein)

Das Wasserwerk „Ostseebad“ liegt am Westufer der Flensburger Förde, ist seit 1881 in Betrieb und fördert Trinkwasser aus sieben Brunnen, die jeweils in unterschiedlichen Tiefen zwischen 100 und 140 Meter in den miozänen Braunkohlensanden verfiltert sind (Abb. 6).

3.4. Standortnahe Grundwassermessstellen - Übersicht

Von den im Laufe der Jahre (seit 1989) am Deponiestandort Harrislee zur Klärung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse installierten Grundwassermessstellen sind aktuell 20 Messstellen vorhanden, die bislang zur Grundwasser-



überwachung genutzt werden können (Tabelle 1, blau unterlegt). In Anlage 7 ist eine Auflistung aller Messstellen mit technischen Daten jeder GWM beigefügt.

Eine Einzeldokumentation über den Zustand (Stand 2021) der im bisherigen Kontrollprogramm (s.a. Anlage 8a) enthaltenen Grundwassermessstellen (11 GWM) ist [9] zu entnehmen.

Tabelle 1: Messstellenübersicht (blau hinterlegt: aktuell vorhanden, braun hinterlegt: verfüllt / zerstört / defekt)

Messstelle Lokale Bez.	Baujahr	Bohrdatenbank S.-H. Nummer	Aktuelle GWM in Aquifer	Rückbau im Jahr
B1 / Br.1	1988	1122/26/0005/W		2005
B1a	2004	nicht in Datenbank 25.01.23		2013
B2 / Br.2	1988	1122/26/0006/W		2005
B3 / Br.3	1988	1122/26/0007/W		2005
B3 neu	2005	nicht in Datenbank 25.01.23	1	
B4 / Br.4	1988	1122/26/0008/W		2005
B5o	1989			2013
B5m	1989			2013
B5u	1989	1122/26/0009/W		2013
B6o Süd	1989	1122/26/0010/W		2013
B6u Nord	1989			2013
B7o neu	2005			2013
B7o	1989			defekt 2004
B7u	1989	1122/26/0011/W		2013
B8o Mitte	1989		1	
B8u Nord	1989	1122/26/0012/W	2	
B8t Süd	1990	1122/26/0018/W	3	
B9o Ost	1990		1	
B9u West	1990	1122/26/0013/W	2	
B10	1990	1122/26/0014/W		zerstört 2004
B11o	1990		1	
B11u	1990	1122/26/0015/W	2	
B12o	1990		1	
B12u	1990	1122/26/0016/W	2	
B13 (S31)	1990	1122/26/0017/W		2005
B14	2005	nicht in Datenbank 25.01.23	2	
B15o	2005	nicht in Datenbank 25.01.23	2	
B15u	2005	nicht in Datenbank 25.01.23	2	
B16	2008	nicht in Datenbank 25.01.23	2	
B17	2008	nicht in Datenbank 25.01.23	2	
B18	2008	nicht in Datenbank 25.01.23	2	
B19 o (F)	2012	nicht in Datenbank 25.01.23	1	
B19 u (T)	2012	nicht in Datenbank 25.01.23	2	
B20 o (F)	2012	nicht in Datenbank 25.01.23	1/2	
B20 u (T)	2012	nicht in Datenbank 25.01.23	1/2	

Im Jahr 2005 wurden neben der GWM B13, auch die Messstellen B1 bis B4 verfüllt, da sie über ihre Filterstrecke das 1 und 2. Grundwasserstockwerk verbanden.

2013 sind weitere 8 Messstellen, davon eine 3-fach-GWM und zwei 2-fach-GWM (s. Tab. 2), im Zuge von Deponieerweiterungsmaßnahmen zurückgebaut worden.



Tabelle 2: Messstellenrückbau 2013

Messstellen	Filter in m u. GOK	Verfüllung mit Füllkies	Verfüllung mit Tongranulat
B5o	8-10	8-10	8,0m bis GOK
B5m	21,5-23,5	21,5-23,5	21,5m bis GOK
B5u	31-33	31-33	31,0m bis GOK
B6o Süd	7-9	7-9	7,0m bis GOK
B6u Nord	26-28	26-28	26,0m bis GOK
B1a	9,5-13,5	9,5-13,5	9,5m bis GOK
B7o neu	15-20	15-20	15,0 bis GOK
B7u	28,5-30,5	28,5-30,5	28,5m bis GOK

4 Überprüfung der Grundwassermessstellen

Die Überprüfung der Grundwassermessstellen erfolgte in den Jahren 2021 und 2024.

4.1. Funktionstests 2021

Um die Funktionstüchtigkeit der Kontrollmessstellen (Auswahl durch Genehmigungsbehörde vorgegeben) zu überprüfen, erfolgten im Jahr 2021 zunächst eine Kamerabefahrung, um bauliche Schäden bzw. den Zustand der Filterschlitzte zu dokumentieren [7]. Darüber hinaus wurde eine Abschätzung der hydraulischen Anbindung der Messstellen an den Grundwasserleiter auf Grundlage einer Auswertung der Förderleistungen aus den Probenahmeprotokollen der Grundwasserbeprobungen vorgenommen. Die Prüfung der Messstellen erfolgte in Anlehnung an die DWA-A-908. Alle relevanten Daten wurden in einer Zustandsdokumentation zusammengestellt [9].

In der folgenden Übersicht (Tabelle 3) sind die Ergebnisse der Funktions-überprüfung zusammengefasst aufgeführt:



Tabelle 3: Zusammenfassung der Messstellenüberprüfung 2021

Messstelle	Durch- messer	Filterstrecke in m u. GOK	Bauliche Schäden	Filterschlitze zugesetzt	Anbindung an GWL, Lösung	Reinigung 2024
B3 neu	DN50	4-6m	kleiner Riss in Rohrverbindung	nein	schlecht, Freispülen	ja
B9o Ost	DN115	10-12m	keine	nein	abnehmend, -- -	ja
B11o	DN115	5,8-7,8m	keine	teilweise	gut	
B11u	DN115	18-20m	keine	teilweise	gut	
B14	DN125	10-15m	keine	teilweise	abnehmend, -- -	ja
B15o	DN125	9-14m	keine	teilweise	gut	ja
B15u	DN125	16,5-21,5	keine	teilweise	gut	
B19 o (F)	DN125	10-15m	keine	teilweise	eingeschränkt, versandet, Freispülen	ja
B19 u (T)	DN125	21-26m	keine	teilweise	gut	ja
B20 o (F)	DN125	10-15m	keine	nein	gut	
B20 u (T)	DN125	20,5-25,5m	keine	kaum	gut	

Aus den Ergebnissen ist abzuleiten, dass 7 der insgesamt 11 trotz teilweiser zugesetzter Filterschlitze eine gute Anbindung an den Grundwasserleiter GWL haben und gut funktionstüchtig sind. Die GWM B9o und B14 weisen eine abnehmende Funktionstüchtigkeit auf. GWM 19o ist z.T. versandet und weist eine eingeschränkte Anbindung an den GWL auf. Dies gilt auch für die 2“-GWM B3 neu. Eine Verbesserung der Funktionstüchtigkeit bei den vier letztgenannten GWM kann durch Reinigungsmaßnahmen (Entsandung, Öffnung der Filterschlitze) erlangt werden, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Standdauer dieser GWM durch die Überplanung z.T. nur noch wenige Jahre beträgt. 2024 wurden Reinigungsmaßnahmen an 6 der 11 oben genannten GWM durchgeführt (Kap. 4.2).

4.2. Funktionstests 2024

In Abstimmung mit dem LfU wurden 2024 auf Grundlage der 2021 erhaltenen Überprüfungsergebnisse und der 2021 nicht berücksichtigten Grundwasser-



messstellen in Tabelle 4 gelisteten Kamerabefahrungen [8], Reinigungsarbeiten / Pumpprotokolle und Kurzpumpversuche durchgeführt (s. Tabelle 4, [10]).

Tabelle 4: Übersicht über die 2021 und zusätzlich 2024 überprüften GWM

GWM	Baujahr	Ausbau	Filterstellung	GWM-Prüfung	Reinigung	Kurz-Pump-versuch
Lokale Bez.			u. GOK			
B3 neu	2005	DN50	4-6m	Funktionstest 2021	Ja	Ja
B8o Mitte	1989	DN125	8-10m	Kamera 2024	Filterschlitzte belegt - Ja	Ja
B8u Nord	1989	DN125	21,5-23,5m	Kamera 2024	Filterschlitzte belegt - Ja	Ja
B8t Süd	1990	DN125	55-59m	Kamera 2024	Filterschlitzte offen - Nein	Ja
B9o Ost	1990	DN115	10-12m	Funktionstest 2021	Ja	Ja
B9u West	1990	DN115	19-21m	Kamera 2024	Nein	Ja
B11o	1990	DN115	5,8-7,8m	Funktionstest 2021 - keine Maßnahmen	Nein	Nein
B11u	1990	DN115	18-20m	Funktionstest 2021 - keine Maßnahmen	Nein	Nein
B12o	1990	DN115	0,7-1,7m	keine Kamera da Rückbau		Nein
B12u	1990	DN115	14-16m	keine Kamera da Rückbau		Nein
B14	2005	DN125	10-15m	Funktionstest 2021	Ja	Ja
B15o	2005	DN125	9-14m	Funktionstest 2021	Ja	Ja
B15u	2005	DN125	16,5-21,5	Funktionstest 2021 - keine Maßnahmen	Nein	Nein
B16	2008	DN125	12-18m	Kamera 2024	Filterschlitzte belegt - Ja	Ja
B17	2008	DN125	13-19m	Kamera 2024	Filterschlitzte offen - Nein	Ja
B18	2008	DN125	13-19m	Kamera 2024	Filterschlitzte belegt - Ja	Ja
B19 o (F)	2012	DN125	10-15m	Funktionstest 2021	Ja	Ja
B19 u (T)	2012	DN125	21-26m	Funktionstest 2021	Ja	Ja
B20 o (F)	2012	DN125	10-15m	Funktionstest 2021 - keine Maßnahmen	Nein	Nein
B20 u (T)	2012	DN125	20,5-25,5m	Funktionstest 2021 - keine Maßnahmen	Nein	Nein

Nach Durchführung der beschriebenen Maßnahmen zeigen bis auf die GWM B8o und B19o alle geprüften GWM eine ausreichende Funktionstüchtigkeit (s. Abb. 7 und Ergebnisse der Kurzpumpversuche [10]). Die defekten GWM B12o/u werden Ende des Jahres 2024 zurückgebaut.



GWM B19o scheint defekt zu sein, da beim Pumpen immer wieder Sediment nachschüttet, also eine anhaltende Befreiung vom Sediment nicht möglich ist. Die Messstelle fällt beim Pumpen auch trocken, sodass eine qualifizierte Beprobung nicht mehr gewährleistet werden kann.

GWM B8o ist nach der Reinigung kaum ergiebig. Dies liegt möglicherweise am umgebenden Sediment im 1. Aquifer.

GWM	Filter- stellung	GWM- Prüfung	Zustand
Lokale Bez.	m u. GOK		
B3 neu	4-6m	2021	gut
B8o Mitte	8-10m	2024	nicht gut
B8u Nord	21,5-23,5m	2024	gut
B8t Süd	55-59m	2024	gut
B9o Ost	10-12m	2021	gut
B9u West	19-21m	2024	gut
B11o	5,8-7,8m	2021	gut
B11u	18-20m	2021	gut
B12o	0,7-1,7m	2024	defekt
B12u	14-16m	2024	defekt
B14	10-15m	2021	gut
B15o	9-14m	2021	gut
B15u	16,5-21,5	2021	gut
B16	12-18m	2024	gut
B17	13-19m	2024	gut
B18	13-19m	2024	gut
B19 o (F)	10-15m	2021	schlecht
B19 u (T)	21-26m	2021	gut
B20 o (F)	10-15m	2021	gut
B20 u (T)	20,5-25,5m	2021	gut
1. Aquifer			
2. Aquifer			
geol. Fenster			

Abbildung 7: Ergebnis der Messstellenprüfungen

4.3. Neue Vermessung aller GWM

Im Frühjahr wurden alle vorhandenen Grundwassermessstellen vom Ing.-Büro Filpe neu eingemessen [13]. Bei den Höhen (Messpunkte) ergaben sich meist geringe Abweichungen (1-2cm) zu den alten Höhen. Es wurden aber auch deutliche



Differenzen, insbesondere bei den GWM B16 bis B18 (Abweichungen minus 34-39cm) festgestellt, was Auswirkungen auf das Abstrombild im Bereich des geol. Fensters hat. (s. Kap. 5.2)

Da die GWM B16 bis B18 keine baulichen Veränderungen (Vergleich Ausbauzeichnung und aktueller Zustand) aufweisen, ist davon auszugehen, dass die alten Höhen von Anfang an falsch waren und die alten GW-Pläne (2008 und 2012) deshalb neu konstruiert werden mussten.

Es lässt sich nicht mehr nachvollziehen, wie die GWM B16 bis B18 damals eingemessen worden sind.

Alle „alten“ Stichtagsmessungen, Tabellen, Plänen, Auswertungen etc. wurden aufgrund der neuen Vermessungsergebnisse (Höhe und Lage) angepasst.

5 Geologie / Hydrogeologie

Neben den Bohrprofilen der o.g. Grundwassermessstellen standen die Bohrprofile von 28 Sondierbohrungen (S1-S28, Bohrfirma Schönfeld 1990) zur Darstellung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse zur Verfügung (Anlage 1, Anhang 1).

Die Deponiefläche liegt im Verbreitungsgebiet weichselzeitliche Sedimente, die einen Stockwerksbau, mit einer Wechselfolge aus Geschiebemergel, Schmelzwassersanden und auch Stillwasserablagerungen (Schluff und Ton), aufbauen.

Im Untersuchungsgebiet sind oberflächennah zwei Grundwasserstockwerke oberhalb eines kompakten Geschiebemergels ausgebildet. Der Geschiebemergel wurde lediglich in der Bohrung B8 durchteuft und erreicht hier eine Mächtigkeit von 18m (27-45 m u. GOK). Unterhalb des Geschiebemergels folgen miozäne Braunkohlensande, die das untere (3.) GW-Stockwerk (Förderhorizont des WWW Flensburg-Ostseebad) bilden.

Die beiden oberen Aquifere (1. und 2. Aquifer) werden durch eine Schluffschicht voneinander getrennt. Nach Südosten hin keilt die Schluffschicht aus, so dass hier eine hydraulische Verbindung (geologisches Fenster) zwischen den beiden Stockwerken besteht. Die Grenzlinie des geologischen Fensters ist nicht immer scharf. Zum einen ist die Trennschicht in den Schichtenverzeichnissen nicht immer



eindeutig als solche Schicht beschrieben, und zum anderen erschweren lithologische Faziesübergänge im Übergangsbereich zum geol. Fenster die Festlegung der hydraulisch wirksamen Verbreitung der Trennschicht. Die Lage des geol. Fensters und des Übergangsbereiches ist in den Lage- und GW-Plänen eingetragen.

In weiten Teilen ist der 1. Aquifer durch oberflächennah verbreiteten Geschiebe-lehm / -mergel mit Mächtigkeiten von 0,3m in B2 bis 5,7m in B9 abgedeckt. In den südlich gelegenen Bohrungen B11, B14 und B16 fehlt diese Deckschicht.

5.1. Geologie - Lagerungsverhältnisse

Die Lagerungsverhältnisse sind in den Profilschnitten 1-8 (Anlage 2a-2h) dargestellt. Die Nord-Süd-Schnitte 2 und 3 (Anlage 2b und 2c), sowie die West / Ost verlaufenden Profilschnitte (Anlage 2e-h) zeigen u.a. die Wechselfolge aus Wasser durchlässigen und Wasser hemmenden Schichten und das Auskeilen der, den 1 und 2. Sandkörper trennenden, Schlufflage. Der Bereich mit der fehlenden Schlufflage wird im GLA-Gutachten 89/70 als Schluckloch (hier geol. Fenster) bezeichnet. Das geol. Fenster umfasst im Südosten einen Großteil der Deponiefläche (s. Lagepläne).

Im westlich gelegenen Profilschnitt 1 ist die Trennschicht dagegen weitgehend vorhanden, wenngleich diese in Teilbereichen, wie in den Bohrungen B4 und S26 beschrieben, durch schluffige Feinsande ersetzt wird. Profilschnitt 4 (Anl. 2d) verläuft komplett im geologischen Fenster. Ohne die Trennschicht ist hier ein mächtiger Sandkomplex ausgebildet.

Dort wo die Trennschicht vorhanden ist, schwanken die Mächtigkeiten des oberen Sandkörpers zwischen 5 und 10m und im unteren Sandkörper zwischen 10 und 15m. Im Bereich des geologischen Fensters wird eine Gesamtmächtigkeit der Sande von mehr als 30 m (zwischen B7 und B20) erreicht (s. Profilschnitt 3 - Anl.2c).

Wie die West-Ostprofile zeigen, ist die Schlufflage im Norden der Erweiterungs-fläche (Profil 5 – Anlage 2e) mit Mächtigkeiten von 6,2m (B6) und 3,2m (B3) flächig ausgebildet. Im Profil 7 (Anlage 2g) ist die Trennschicht deutlich sandiger oder nicht mehr vorhanden. Das Profil 8 (Anlage 2h) zeigt die Trennschicht nur noch in Sondierung S26. In den anderen Sondierungen (S23-S15) wurde sie nicht angetroffen.



Die hydraulische Sperrfunktion der Trennschicht im Norden (kompakter Schluff) wird durch große Spiegeldifferenzen (5,02m bei B8, 6,51m bei B6 und 6,26m bei B9 am 06.05.04) zwischen 1. und 2. Aquifer begleitet. Nach Süden hin nehmen die Spiegeldifferenzen auf 3,56m bei B5 und 3,24m bei B11 ab.

Aber auch in Bereichen mit einer eher sandig ausgeprägten Trennschicht ist, wie in B12, eine Spiegeldifferenz von 1,65 m vorhanden. Daraus ist abzuleiten, dass auch dort die hydraulische Trennung zwischen 1. und 2. Aquifer besteht.

Am Rande des geologischen Fensters haben sich die GW-Spiegel des 1. und 2. Aquifer bei B15o/u (Spiegeldifferenz 0,17m) nahezu und im geol. Fenster (B20o/u) komplett angeglichen.

5.2. Hydrogeologie

Im Untersuchungsgebiet sind / waren 35 Grundwassermessstellen, z.T. als Mehrfachmessstelle ausgebaut / vorhanden. Tabelle 1 zeigt den aktuellen Status der Messstellen.

Im Zuge der früheren Untersuchungen wurden diverse Grundwassergleichenpläne für die zwei oberen Grundwasserleiter erstellt. Am aussagekräftigsten sind die GW-Pläne vom 07.04.2008 (Anlage 3a und 3b) und vom 19.07.2012 (Anlage 4a und 4b), da hier die Anzahl der schon oder noch vorhandenen Messstellen am größten war. Nach 2013 standen die zentralen Messstellen an den Punkten B1, B5, B6 und B7 nicht mehr zur Verfügung.

Die Grundwassergleichenpläne aus 2008 und 2012 beschreiben sehr ähnliche Abstromverhältnisse. Im Folgenden werden die Grundwassergleichenpläne vom 19.07.2012 erläutert.

Anmerkung: Die vorhandenen Grundwassermessstellen wurden im Frühjahr 2024 lage- und höhenmäßig neu eingemessen. Die vermessungsbedingten Veränderungen wurden in die „alten“ Pläne und Zeichnungen eingearbeitet (Kap. 4.3).

5.2.1 1. Aquifer – Grundwassergleichenplan vom 19.07.2012

In der Anlage 4a ist das Abstrombild des 1. Aquifers am 19.07.2012 dargestellt. Der Grundwasserabstrom im 1. Aquifer erfolgt in südliche bis östliche Richtungen, also



von dänischer Seite Weg. Das Umbiegen der Isolinien in der südlichen Planhälfte dokumentierte den Zustrom in Richtung auf das geologische Fenster.

Der Grundwasserspiegel fällt von 33,67mNN im Norden (B19o) auf 29,3 mNN im Süden der Erweiterungsfläche (B1a) ab. Das Grundwassergefälle ist im 1. Aquifer relativ konstant und mit 1,5 % sehr steil. Hierfür sind die im Norden vertretenden feinkörnigen Sedimenten, aber auch der Meyner Mühlenstrom und das geologische Fenster im Süden verantwortlich. Ersterer speist möglicherweise in den Aquifer ein, letzteres wirkt als „Schluckloch“ [1].

5.2.2 2. Aquifer – Grundwassergleichenplan vom 19.07.2012

Anlage 4b zeigt den Grundwassergleichenplan vom 19.07.2012 für den 2. Aquifer. Der Grundwasserabstrom erfolgt entlang der dänischen Grenze in nordöstliche Richtung

Der Grundwasserspiegel fällt insgesamt von ca. 28,8 mNN im Süden flach nach NE ab und liegt in B6u/B8u bei 28mNN.

Der Grundwasserspiegel ist (außerhalb des geologischen Fensters) gespannt. Das Druckspiegelgefälle beträgt 1,7 ‰ und ist damit deutlich flacher als der GW-Spiegel im 1. Aquifer.

Im Abstrom der Deponie (2. GWL) befinden sich ausschließlich landwirtschaftlich genutzte Flächen. Wie die Anlage 4c zeigt, können mögliche eingetragene Schadstoffe ausgehend von dem geol. Fenster mit dem Grundwasser (2. Aquifer) bei gleichbleibendem Abstrom erst in ca. 1 km Entfernung dänisches Gebiet erreichen. Laut uWB gibt es auf dem Weg dorthin keine Wasserfassungen auf deutscher Seite. Auf dänischem Gebiet sind randstromseitig nur landwirtschaftlich genutzte Fläche ohne Besiedlung verbreitet.

5.2.3 Zuordnung der Grundwassermessstellen (Anstrom / Abstrom)

Insgesamt lässt sich die standortbezogene Aquiferzuordnung der 2008 / 2012 genutzten Messstellen wie folgt festlegen:

1. Aquifer: **B1a** **innerhalb Deponiefläche, 2013 zurückgebaut**



B3 neu	Anstrom nordwestlich
B5o	innerhalb Deponiefläche, 2013 zurückgebaut
B6o	Anstrom nördliche Deponiefläche, 2013 zurückgebaut
B7o	innerhalb Deponiefläche, defekt seit 2004
B7o neu	innerhalb Deponiefläche, 2013 zurückgebaut
B8o	Anstrom nordöstlich, außerhalb Deponiefläche
B9o	Anstrom nordwestlich, außerhalb Deponiefläche
B11o	Anstrom südwestlich – außerhalb Deponiefläche
B12o	innerhalb der Deponiefläche und der Altablagerung – Rückbau Ende 2024
B19o	Anstrom nördlich, innerhalb Deponiefläche(randlich)

2. Aquifer	B5m / B5u	innerhalb Deponiefläche, 2013 zurückgebaut
	B6u	Abstrom westlich, nördl. Deponiefläche, 2013 zurückgebaut
	B7u	innerhalb Deponiefläche, 2013 zurückgebaut
	B8u	Abstrom nordöstlich, außerhalb Deponiefläche
	B9u	Seitenstrom, außerhalb Deponiefläche
	B11u	randlicher Anstrom südwestlich – außerhalb Deponiefläche
	B12u	innerhalb der Deponiefläche und der Altablagerung – Rückbau Ende 2024
	B15o / u	innerhalb der Deponiefläche am Rand der Altablagerung (Abstrom) und des geol. Fenster
	B19u	Seitenstrom, innerhalb Deponiefläche (randlich)
3. Aquifer	B8t	nordöstlich der Deponiefläche, tertiärer GW-Leiter

Geologisches Fenster

B14	innerhalb der Deponiefläche, Zustrom von Westen aus 1. Aquifer, im Randstrom der Altablagerung
B16	außerhalb Deponiefläche, seitlicher Anstrom



B17	außerhalb Deponiefläche, seitlicher Randstrom
B18	außerhalb Deponiefläche, seitlicher Randstrom
B20 o/ u	zentrale Deponiefläche, Zustrom von Westen aus 1. Aquifer (o) und aus Süden 2. Aquifer (u)

5.3. Höchster zu erwartender Grundwasserstand (BRUG 2012)

Anmerkung vorab: Die sich bei der Neuvermessung 2024 ergebenden Messpunkthöhen bleiben in diesem Kapitel unberücksichtigt, da hier die damalige BRUG-Berechnung unverändert wiedergegeben werden soll.

Maßgebend für die Berechnung der Planumshöhe war 2012 der Grundwasserstand vom März 1995, als landesweit ein Grundwasserhoch vorlag. Da aus dieser Zeit keine Messdaten aus den vorhandenen Messstellen im geplanten Deponiebereich existierten, wurde eine Hochrechnung der Grundwasserstände für das Jahr 1995 durchgeführt [4].

Dabei wurden für die Festlegung der Deponiebasis Grundwasserstände relevanter Messstellen / Aquifere berücksichtigt. GW-Stände im 2. Aquifer werden nicht mit einbezogen, da diese immer niedriger als die im 1. Aquifer sind.

Der ermittelte Grundwasserhochwert für die Messstelle B5o für den März 1995 beträgt demnach 32,68 mNN. Dieser Wert lag um 1,65m über dem am 19.07.2012 in B5o mit 31,03 mNN vorliegenden Grundwasserstand.

Wie die Abb. 8 zeigt, verlaufen die Grundwasserganglinien im 1. Aquifer und auch in den Messstellen im geol. Fenster gut parallel, sodass ein direkter Übertrag des Differenzwertes von B5o (1,65m) auf alle anderen Messstellen zur Festlegung des höchsten zu erwartenden Grundwasserstandes legitim erschien.



Abbildung 8: Grundwasserstände 1. Aquifer und Ganglinien aus Bereich geol. Fenster

Damit ergaben sich für die verbliebenen Messstellen folgende Werte für die höchsten zu erwartenden Grundwasserstände.



Tabelle 5: Höchste zu erwartende Grundwasserstände (Prognose 2012) mit „alten“ NN-Höhen (vergleiche Kap. 4.3)

						Höchster GW-Stand März 1995 berechnet für die Messstelle B5o GW-Stand am 19.07.2012 + 1,65m = 32,68m NN (BRUG 21.08.2012)
Messstelle	08.04.2004	06.05.2004	20.12.2005	07.04.2008	19.07.2012	
B5o	30,96	30,93	30,65	31,57	31,03	dto alle anderen GW-Stände am 19.07.2012 + 1,65m
B1a, 2004		28,76	28,19	29,76	29,3	30,95
B3 neu					33,65	35,30
B6o Süd	33,60	33,54	33,25	34,34	33,48	35,13
B7 o neu			27,28	28,18	28,37	30,02
B8o Mitte	32,03	32,03	31,79	32,67	32,13	33,78
B9o Ost	33,71	33,59	33,41	34,27	33,47	35,12
B11o					31,31	32,96
B12o					30,4	32,05
B14					29,08	30,73
B15o					28,82	30,47
B16					29,11	30,76
B17				28,03	28,36	30,01
B18				28,26	28,74	30,39
B19 o (F)					33,69	35,34
B20 o (F)					28,48	30,13
B20 u (T)					28,48	30,13

Für den 1. Aquifer ergab sich ein höchster zu erwartender Grundwasserstand zwischen ca. 34,65 mNN im Norden und von ca. 30,65 mNN im Südosten. Für den Bereich des geologischen Fensters wurde ein Höchststand von ca. 30,0-30,7 mNN erwartet.

Im Übergangsbereich zum geol. Fenster sind die tatsächlichen lokalen Anstrom- / Zustromverhältnisse nicht genau bekannt, weshalb die Bestimmung der Grundwasserhochstände hier nur näherungsweise abgeschätzt werden konnte.

Mit den oben erwähnten neuen Messpunkthöhen hätten sich andere HGWs abgeleitet. In der Tabelle 6 (Kap. 5.4) sind die höchsten zu erwartenden Grundwasserstände unter Berücksichtigung der neuen NN-Höhen der Messpunkte und der zusätzlichen Sicherheitszuschläge gelistet.

5.4. Grundwasserstände und Grundwasserganglinien

Im Rahmen dieses Gutachtes wurden alle vorhandenen Wasserstandsmessungen ([11] - Zeitraum 2006 bis 2024) zusammengeführt und in Form von Grundwasserganglinien grafisch dargestellt (Anlage 9).



Bei allen folgenden Neuauswertungen wurden die im Sommer 2024 ermittelten Messpunkthöhen zugrunde gelegt.

Hinweis: Für die GWM B5u und B6u (2. Aquifer) ergeben sich beim Vergleich der Wasserstände aus den monatlichen Wasserstandsmessungen mit den Grundwasserständen der Stichtagsmessung aus 2012 auffällige Unterschiede (Anlage 9). Möglicherweise handelt es sich um Messfehler oder um Auswirkungen nicht bekannte GW-Entnahmen / GW-Absenkungen. Die in diesen Bericht enthaltenen Gleichenpläne sind aus unserer Sicht plausibel und zeigen keine Auffälligkeiten (unauffällige, sehr ähnliche Spiegeldifferenzen zwischen den BRUG-Stichtagsmessungen 2008 und 2012). Auswirkungen möglicher unplausibler Werte auf die HGW's ergäben sich jedoch daraus nicht, da die GWM B6u und B5u nicht für die Berechnung der HGW herangezogen werden (2. Aquifer).

Im Rahmen der regelmäßig durchgeführten Grundwasserstandsmessungen lagen in den Messstellen für die HGW-Berechnung relevanten GWM B14, B15o, B16 und B20 in den Jahren 2016 und 2018 an insgesamt 5 Stichtagen so hohe Grundwasserstände vor, so dass die prognostizierten Höchstwasserstände im Bereich des geol. Fensters kurzzeitig überschritten wurden. In der GWM B15o wurde die höchste Überschreitung im März 2016 mit 30 cm dokumentiert.

Die die prognostizierten GW-Höchststände (HGW) überschreitenden GWM B14, B15o, B16 und B20 liegen im westlichen Randbereich des geol. Fensters (zentraler Deponiebereich) bzw. im südlichen Bereich des geol. Fensters.

Aufgrund der dokumentierten HGW-Überschreitungen der 2012 prognostizierten Grundwasserhöchststände hat das LfU eine Anhebung des HGW um 0,6m (zusammengesetzt aus: Überschreitung von 0,3 m in B15o und einen Sicherheitszuschlag von 0,3m) für den Bereich des geol. Fensters gefordert (LfU-Vermerk vom 21.03.2024 – [6]). Damit ergeben sich folgende anzuwendenden HGW als Grundlage für die weitere Deponie-Planung (Tab.6).



Tabelle 6: Neuberechnete höchste zu erwartende Grundwasserstände (HGW)

				HGW neu gem. LfU Vermerk vom 21.03.2024 für den Bereich des geologischen Fensters
	GW-Stand in mNN am		Höchster GW-Stand März 1995 berechnet für die Messstelle B5o GW-Stand am 19.07.2012 + 1,65m = 32,68m NN (BRUG 21.08.2012)	Spalte links + 0,3m wegen einmaliger Überschreitung B15o + 0,3m Sicherheit, insgesamt 0,6m
GWM	07.04.2008	19.07.2012		
B5o *	31,57	31,03		32,68
			dto alle anderen GW-Stände am 19.07.2012 + 1,65m	
B1a, 2004 *	29,76	29,3	30,95	30,95
B3 neu	34,53	33,67	35,32	35,32
B6o Süd *	34,34	33,48	35,13	35,13
B7 o neu *	28,18	28,37	30,02	30,62
B8o Mitte	32,70	32,16	33,81	33,81
B9o Ost	34,26	33,46	35,11	35,11
B11o	32,02	31,32	32,97	32,97
B12o	30,49	30,42	32,07	32,07
B14	28,64	29,09	30,74	31,34
B15o	28,65	28,85	30,5	31,10
B16	28,20	28,72	30,37	30,97
B17	27,69	28,02	29,67	30,27
B18	27,88	28,36	30,01	30,61
B19 o (F)		33,69	35,34	35,34
B20 o (F)		28,48	30,13	30,73
B20 u (T)		28,48	30,13	30,73
* = GWM nicht mehr vorhanden				
neue NN-Höhe 2024 gültig auch für Messungen aus 2008 und 2012				

In Anlage 5 ist ein Plan mit den Neuberechneten höchsten zu erwartenden Grundwasserständen (freie Grundwasserspiegel – 1. Aquifer und 2. Aquifer im geol. Fenster) beigefügt. Er stellt die Grundlage für die Festlegung der Deponiesohle dar. Unter Einhaltung eines Mindestabstandes von 1m zum höchsten zu erwartenden Grundwasserstand ergibt sich die Lage der Deponiesohle.



5.5. Auswirkungen der Überplanung auf die Grundwasserverhältnisse

Mit der Überplanung (Vollversiegelung) der Fläche können Niederschläge nicht mehr wie bisher weitestgehend direkt (mehr oder wenig flächig, je nach Baufortschritt) in den Untergrund gelangen.

Sollten nach Fertigstellung der Deponie alle auf der Betriebsfläche niedergehenden auftretenden Niederschläge nicht in den Grundwasserkörper versickern, sondern komplett anderweitig verbracht werden, ergäbe sich bei einem durchschnittlichen Jahresniederschlag von 839 mm auf dem Deponiestandort (inkl. südwestlicher versiegelter Betriebsfläche) von 23,47 ha, ein jährliches Niederschlagsdefizit von etwa 196.913 m³, das nicht zur Grundwasserneubildung beitragen könnte.

Dadurch würde also die gesamte Grundwasserneubildung (ca. 20 % der Niederschlagsmenge) im Bereich der Deponiefläche komplett verhindert werden.

Ein Teil (abzüglich Verluste durch Verdunstung und Vegetation) des auf der Fläche niedergehenden Niederschlages fließt über die Oberfläche ab, wird gesammelt und kann z.B. in die Vorflut (Meyner Mühlenstrom) abgegeben werden.

Es könnte aber auch südlich der Deponiefläche im Bereich des geol. Fensters über z.B. Rigolen oder über Sickermulden in den Untergrund geleitet werden, um so dem flächigen Ausfall der Grundwasserneubildung zumindest teilweise entgegenzuwirken.

6 Grundwasserbeschaffenheit

Die Grundwasserbeschaffenheit wird in ausgewählten Grundwassermessstellen regelmäßig überprüft (Anl. 8a). Es liegen derzeit Prüfberichte aus den Jahren 2006-2024 vor [12].

Im Rahmen dieses Gutachtens wurden die Grundwasseranalysen der Jahre 2006 bis 2024 der Messstellen B3 neu, B9o, B11o, B19o und B20o (alle 1. Aquifer) und B11u, B15o/u, B19u und B20u (alle 2. Aquifer) und B14 (geol. Fenster) zur Dokumentation der Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit ausgewertet. Eine tabellarische Auflistung der Analysedaten je Messstelle ist Anlage 8b zu entnehmen.

Es wurden für jede Messstelle Grafiken für ausgewählte Parameter, wie elektrische Leitfähigkeit (Gesamtsalzfracht),



Natrium, Kalium und Chlorid.

Calcium, Magnesium und Sulfat

Nitrat, Ammonium, Gesamtstickstoff (TNB)

TOC und PAK

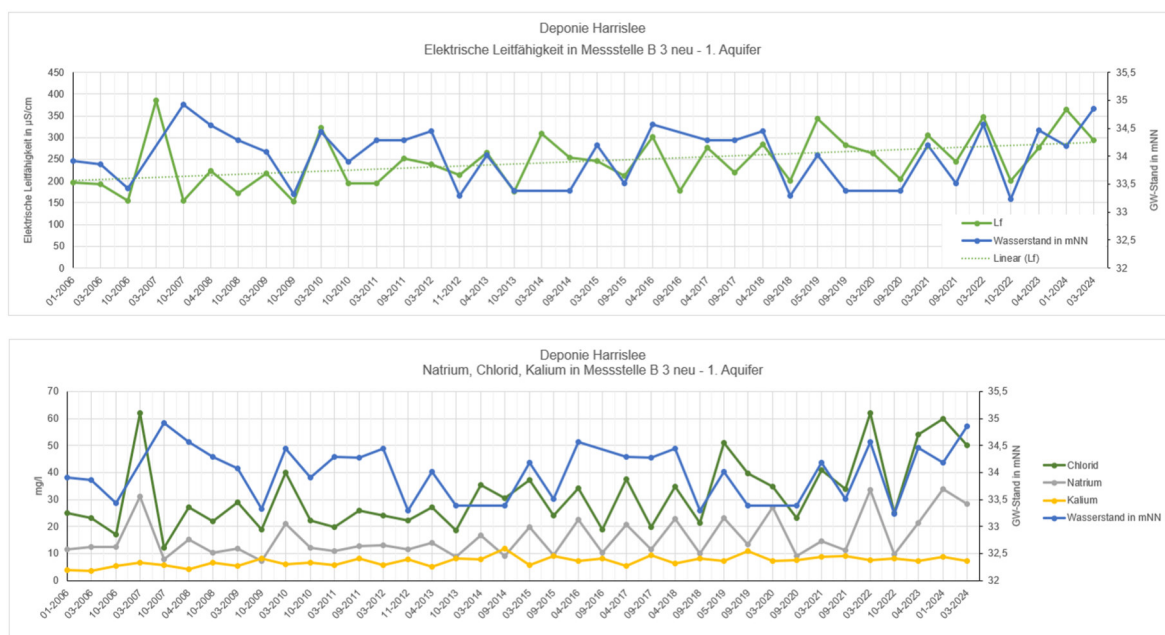
erstellt (Abbildungen im Text). Dargestellt ist auch der jeweilige Grundwasserstand am Tage der Beprobung.

6.1. 1. Aquifer

Die Grundwasserbeschaffenheit im 1. Aquifer wurde in 5 Messstellen regelmäßig überprüft.

6.1.1 B3 neu Anstrom nordwestlich

Wie aus den folgenden Grafiken (Abb.9) hervorgeht, ist seit 2006 eine leichte Erhöhung der unauffälligen Salzfracht mit ansteigender Leitfähigkeit zu erkennen. Schadstoffe wie MKW, LHKW, BTEX und Phenole waren nicht oder temporär nur in minimalen Spuren nachweisbar. PAK's waren anfänglich bis 2009 mit bis zu 0,45 µg/l enthalten. Zwischen 2010 und 2018 waren kein PAK's nur temporär nachweisbar. Ab 2018 treten wieder PAK's auf, mit leicht abnehmbarer Tendenz. Der TOC (organische Inhaltsstoffe) bleibt über die Jahre bei leichten Schwankungen um 6 mg/l relativ konstant, bei seit 2020 auftretenden temporären höheren Gehalten bis 12 mg/l.



Optimierung des Einlagervolumens der Deponie Harrislee, DK I Hydrogeologisches Gutachten

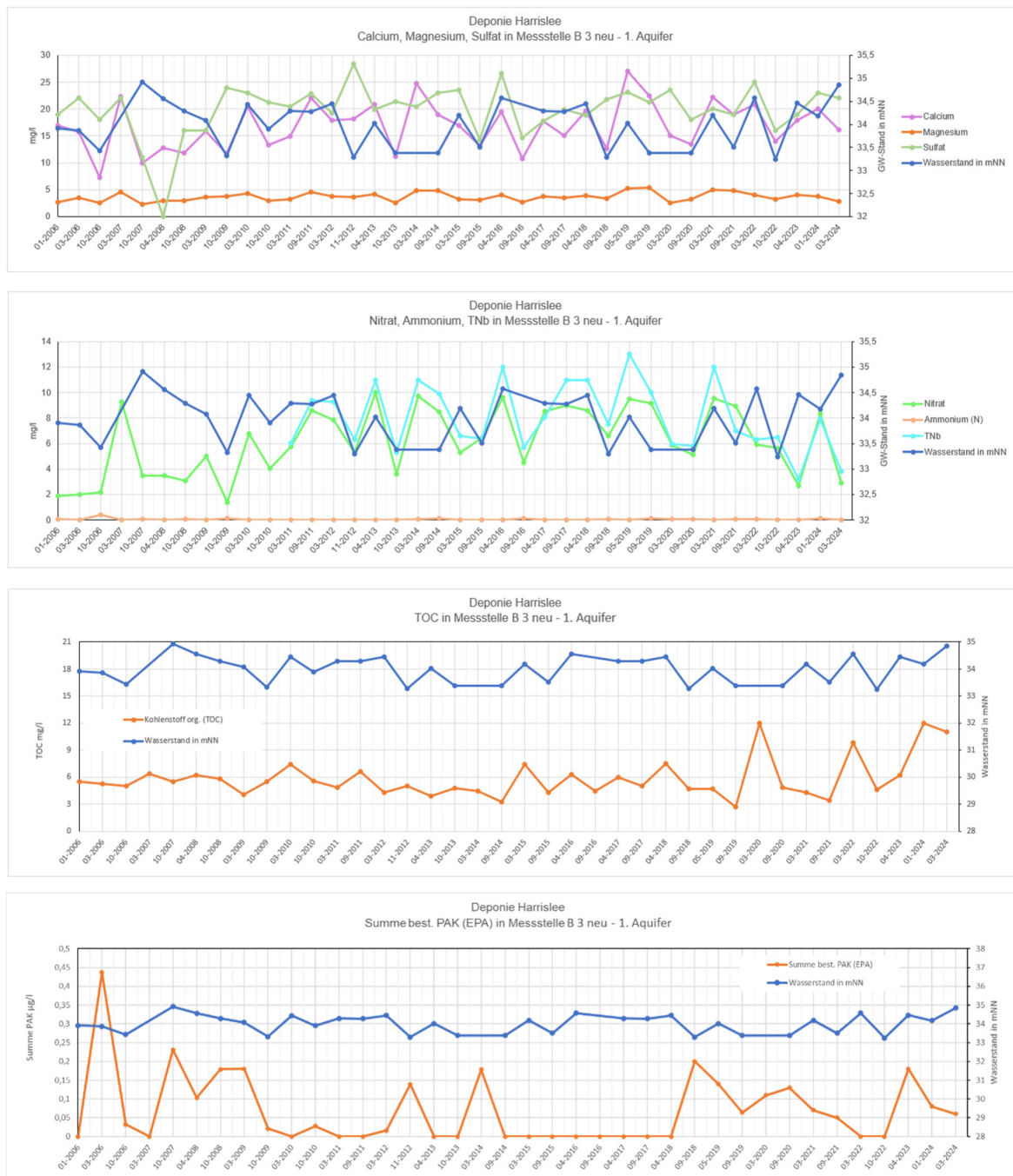


Abbildung 9: Entwicklung der Salzfracht, des TOC und PAK-Gehaltes in GW 3 neu

6.1.2 B9o Anstrom nordwestlich

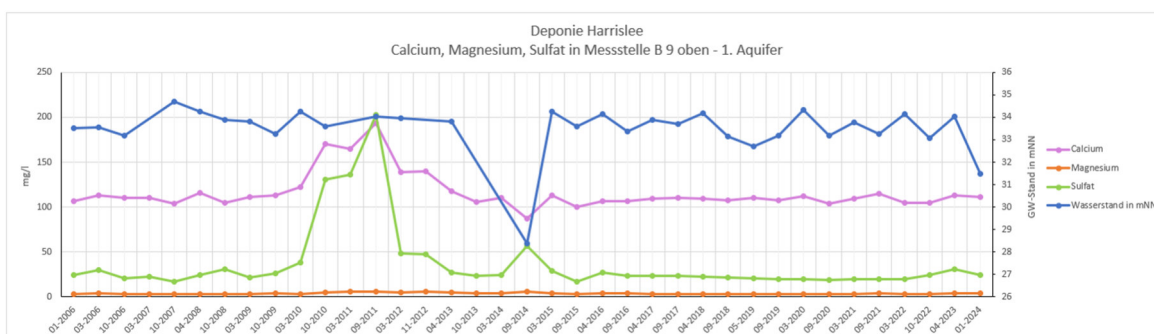
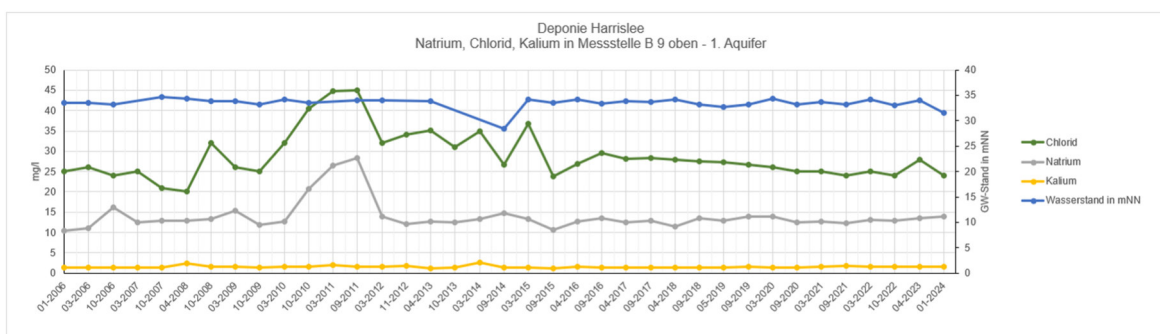
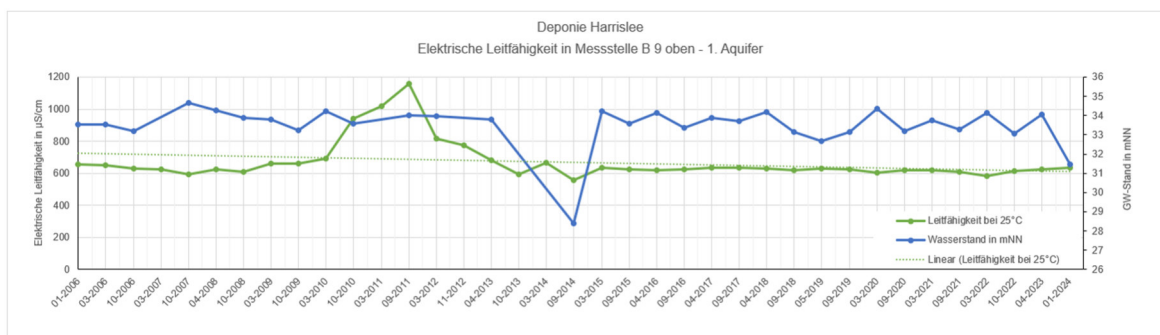
Wie aus den folgenden Grafiken (Abb.10) hervorgeht, sind seit 2006 tendenziell eher gleichbleibende (bei geringen Schwankungsbreiten) Salzfrachten zu erkennen. Wobei zwischen 2010 und 2012 auch höhere Werte vorliegen. Die zeigt sich auch



Optimierung des Einlagervolumens der Deponie Harrislee, DK I Hydrogeologisches Gutachten

bei Sulfat und beim Chlorid. Der TOC (organische Inhaltsstoffe) nimmt über die Jahre leicht zu.

Schadstoffe wie MKW, PAK, LHKW, BTEX und Phenole waren nicht oder temporär nur in Spuren nachweisbar. Als Ausnahme sind die PAK-Gehalte von 0,473 µg/l (März 2006), 0,829 µg/l (März 2009) und 0,972 µg/l im September 2014 zu nennen. Alle anderen PAK-Gehalte waren kleiner 0,15 µg/l und lagen damit unter dem Prüfwert der BBodSchV.



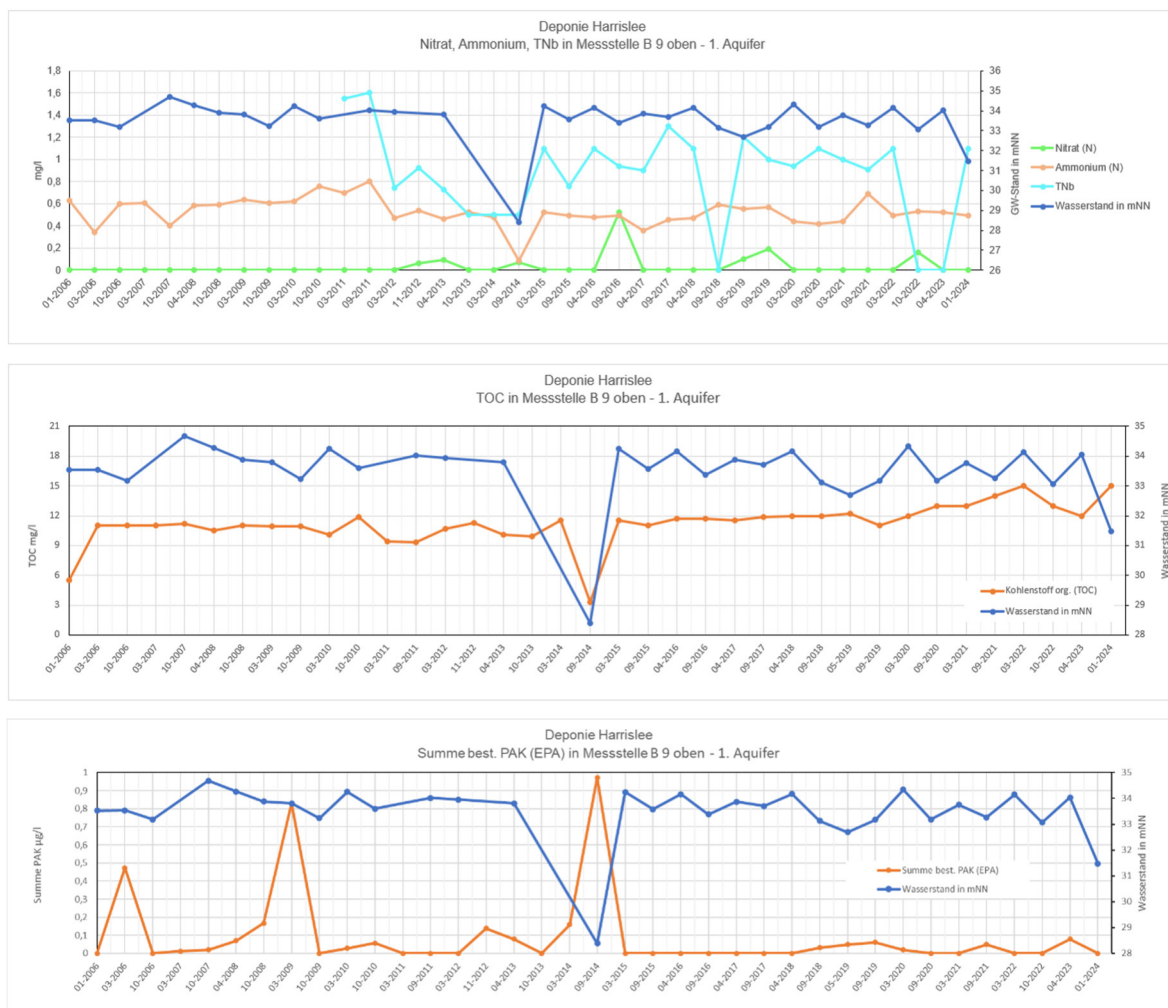


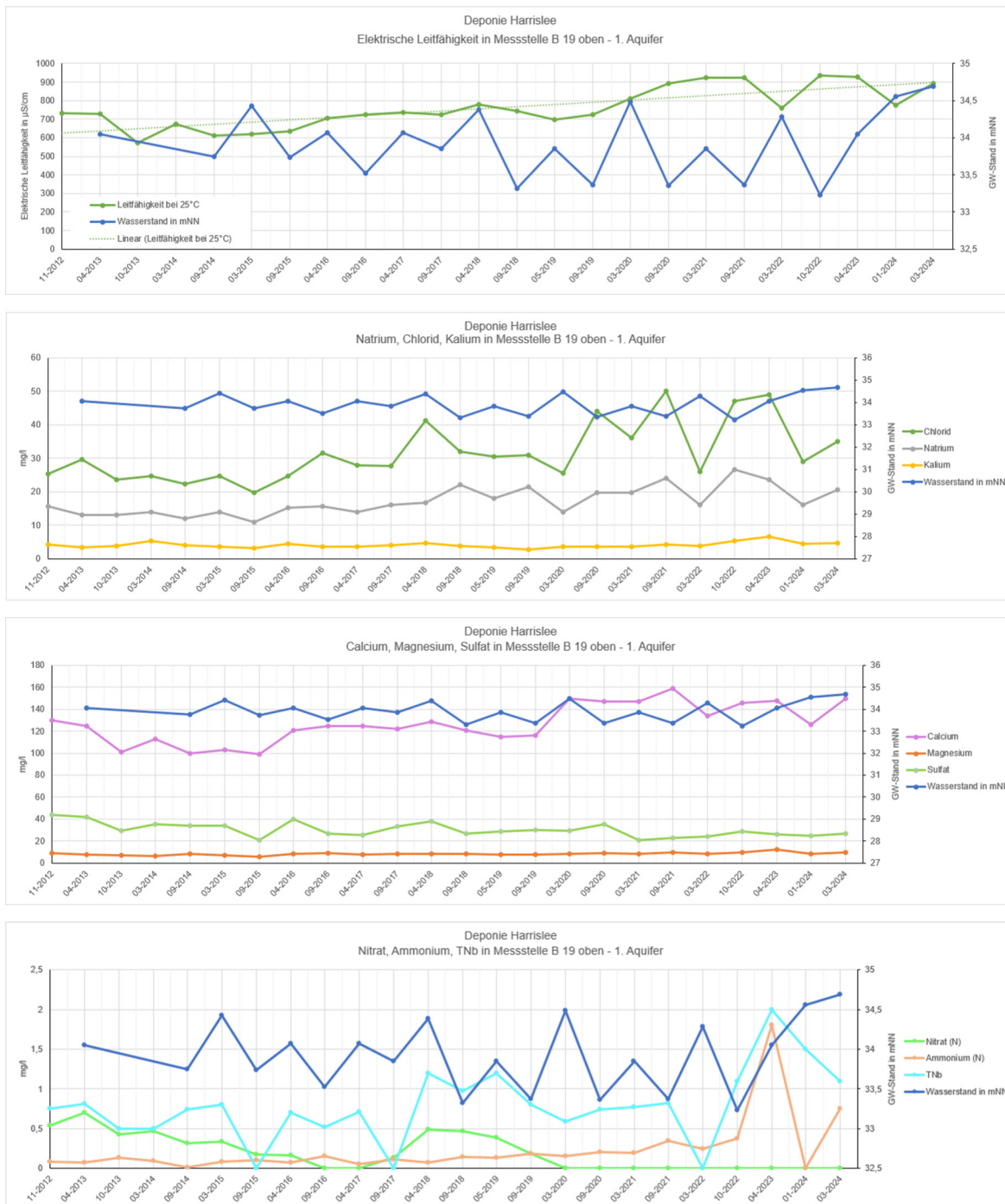
Abbildung 10: Entwicklung der Salzfracht, des TOC und PAK-Gehaltes in GWM 9o

6.1.3 B19o Anstrom nördlich

Wie aus den folgenden Grafiken (Abb.11) hervorgeht, zeichnen sich seit 2015 tendenziell leicht ansteigende Leitfähigkeiten ab. Ebenfalls ansteigend sind die Parameter Calcium, sowie Natrium und Chlorid, aber auch der TOC-Gehalt. Der TOC (organische Inhaltsstoffe) nimmt über die Jahre leicht zu. Schadstoffe wie MKW, PAK, LHKW, BTEX und Phenole waren nicht oder temporär nur in Spuren nachweisbar.



Optimierung des Einlagervolumens der Deponie Harrislee, DK I Hydrogeologisches Gutachten



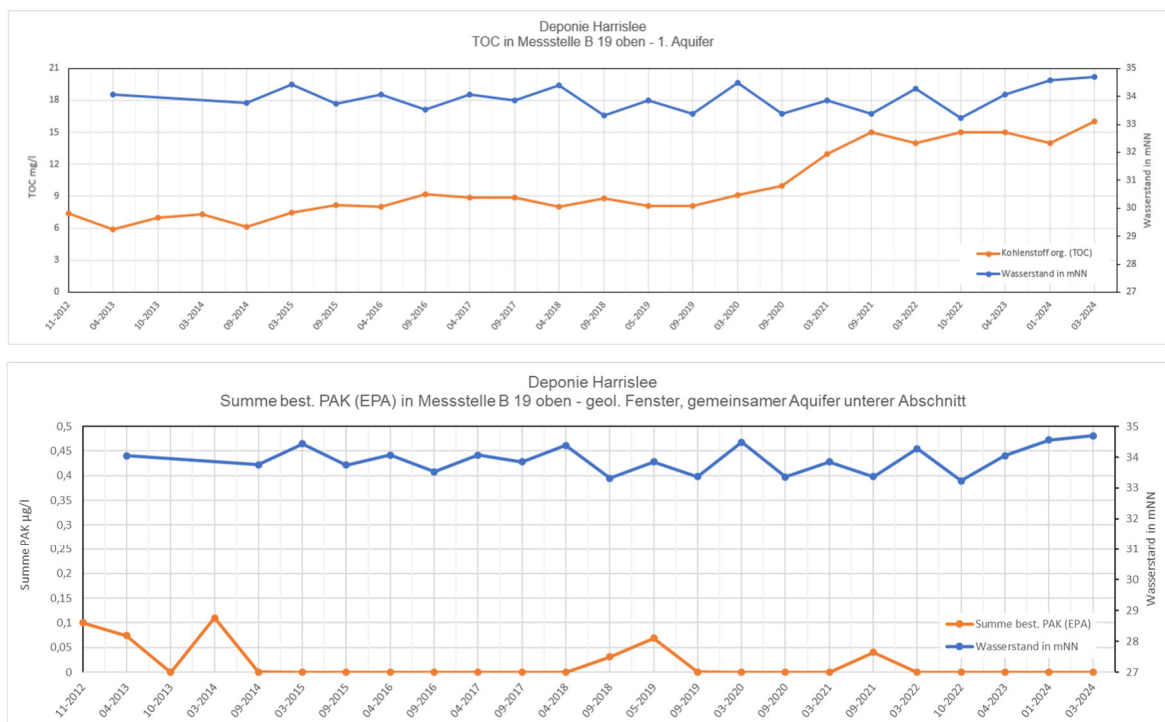
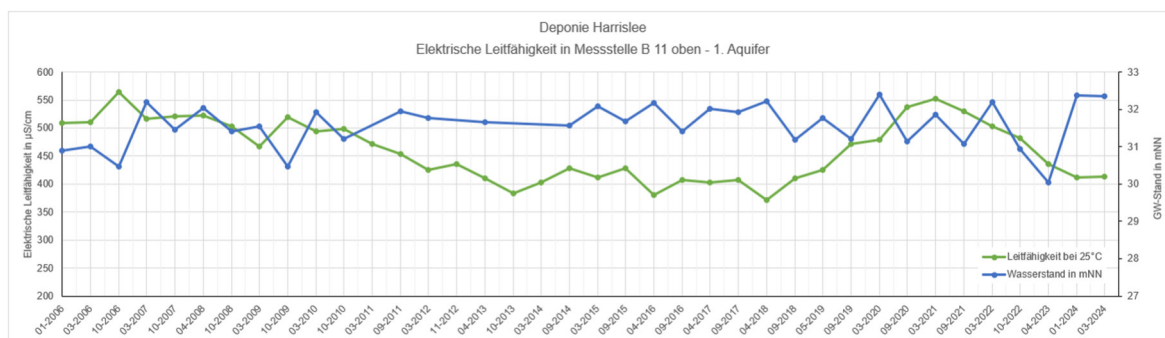


Abbildung 11: Entwicklung der Salzfracht, des TOC und des PAK-Gehaltes in GWM 190

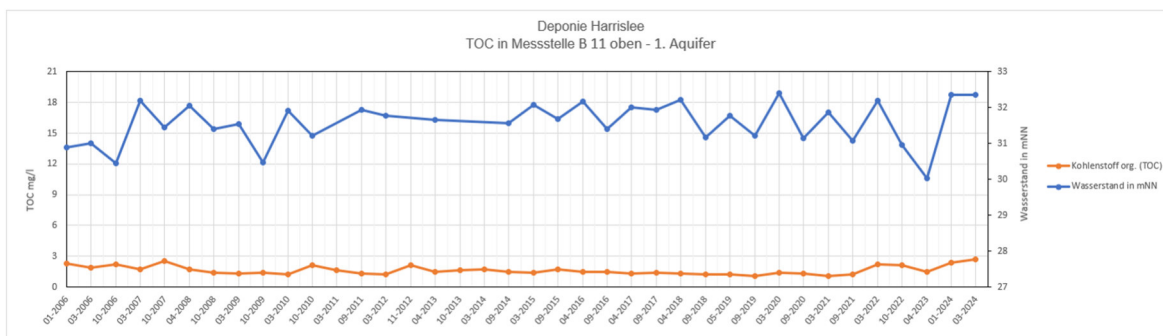
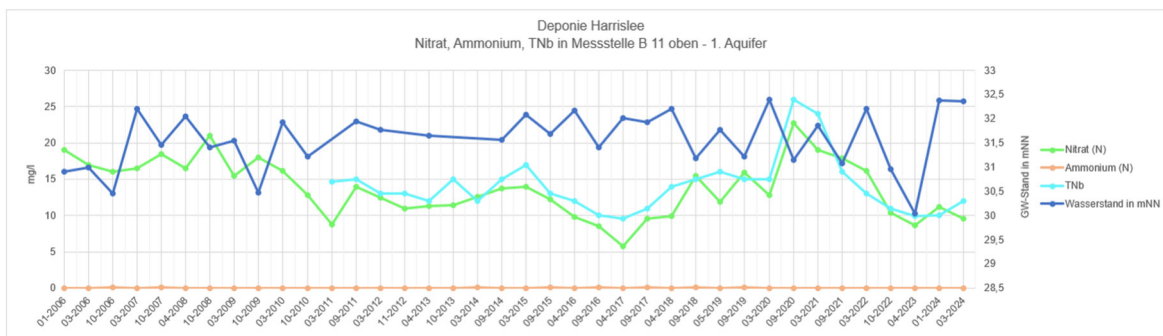
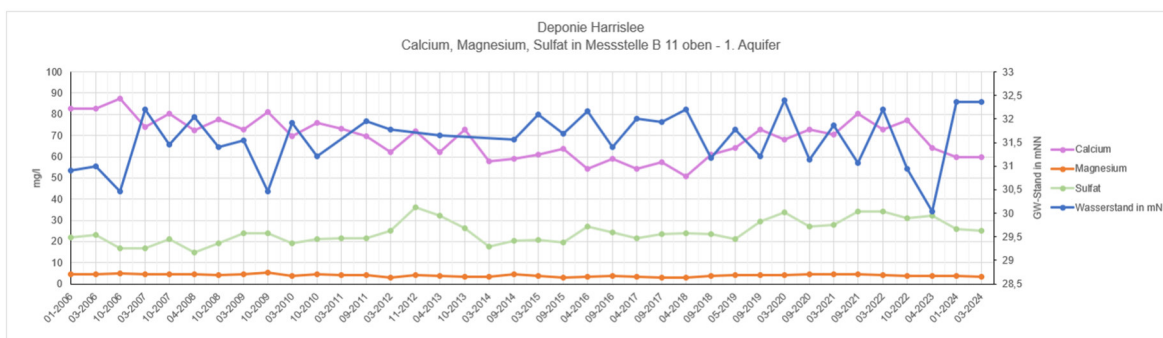
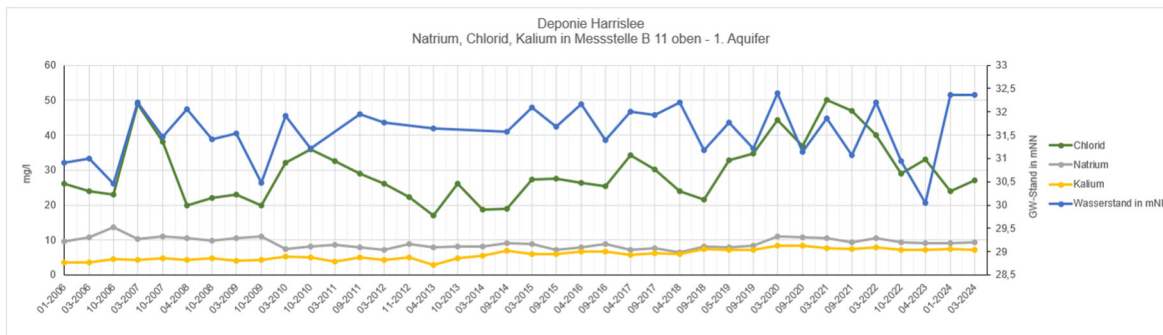
6.1.4 B11o Anstrom südwestlich

Wie aus den folgenden Grafiken (Abb.12) hervorgeht, sind von 2002 bis 2013 fallende Werte der elektrischen Leitfähigkeit zu verzeichnen. Seit 2015 sind wieder leicht ansteigende Salzfrachten zu beobachten. Der TOC-Verlauf ist auf niedrigem Niveau relativ konstant. Schadstoffe wie MKW, PAK, LHKW, BTEX und Phenole waren nicht oder temporär nur in Spuren nachweisbar. Als Ausnahme sind sporadisch auftretende PAK-Gehalte mit einem max. Werte vom 0,563 µg/l im März 2006 und 0,376 µg/l im März 2011 zu nennen. Seit 2011 lagen die PAK-Gehalte meist deutlich unter 0,15µg/l und damit unter dem Prüfwert der BBodSchV (0,2 µg/l).





Optimierung des Einlagervolumens der Deponie Harrislee, DK I Hydrogeologisches Gutachten



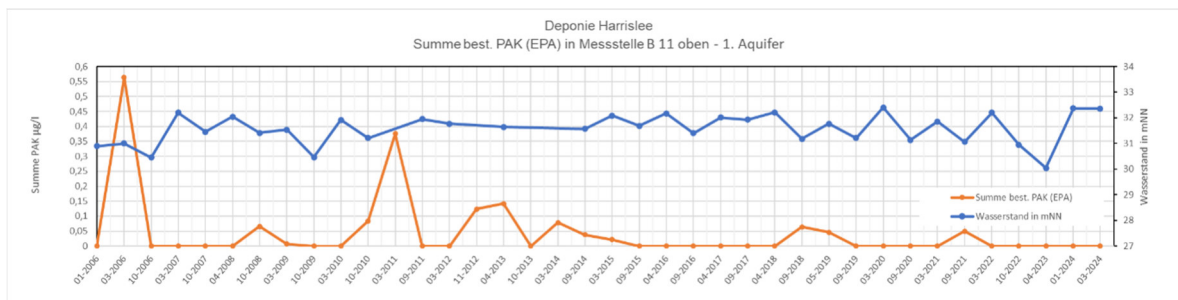


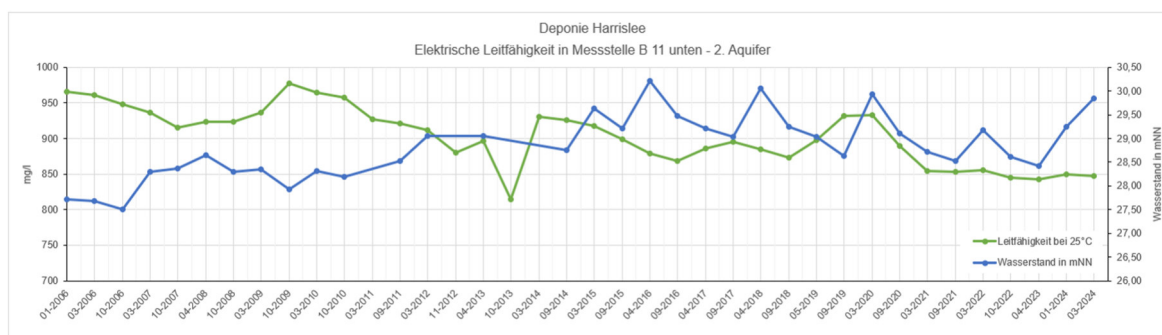
Abbildung 12: Entwicklung der Salzfracht, des TOC und des PAK-Gehaltes in GWM 11o

6.2. 2. Aquifer

Die Grundwasserbeschaffenheit im 2. Aquifer wurde in 5 Messstellen regelmäßig überprüft.

6.2.1 B11u randlicher Anstrom südwestlich

Wie aus den folgenden Grafiken (Abb.13) hervorgeht, sind seit 2006 schwankende und tendenziell leicht fallende Salzfrachten zu beobachten. Die relativ hohe Salzfracht (um 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$) geht einher, vor allem mit den hohen Calciumgehalten. Der TOC-Verlauf ist relativ konstant. Schadstoffe wie MKW, PAK, LHKW, BTEX und Phenole waren nicht oder temporär nur in minimalen Spuren nachweisbar. Als einzige Ausnahme sind die PAK-Gehalte von 0,448 $\mu\text{g}/\text{l}$ im März 2006 und 0,368 $\mu\text{g}/\text{l}$ im März 2011 zu nennen. Alle anderen PAK-Gehalte lagen meist deutlich unter 0,15 $\mu\text{g}/\text{l}$ und damit unter dem Prüfwert der BBodSchV (0,2 $\mu\text{g}/\text{l}$).



Optimierung des Einlagervolumens der Deponie Harrislee, DK I Hydrogeologisches Gutachten

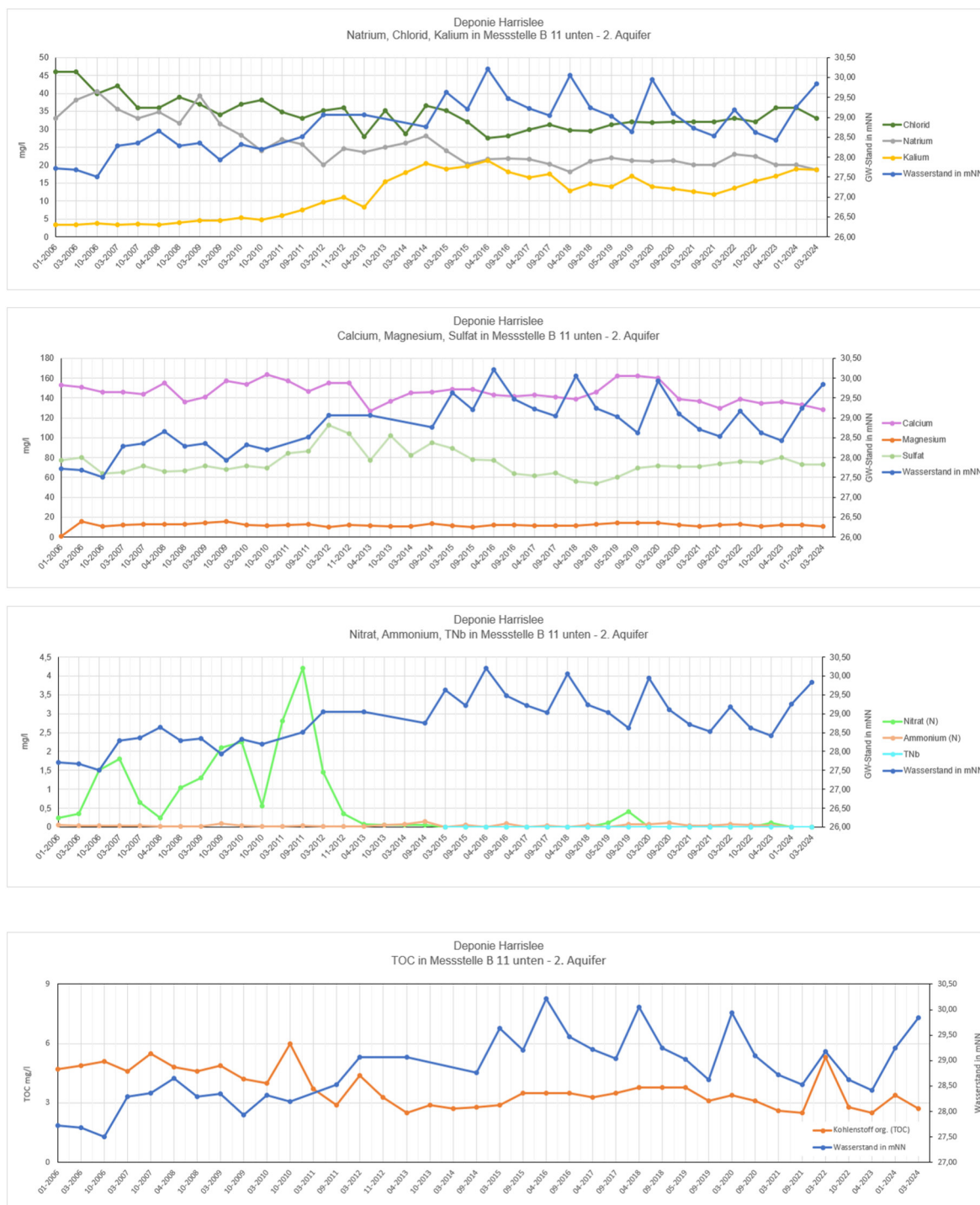


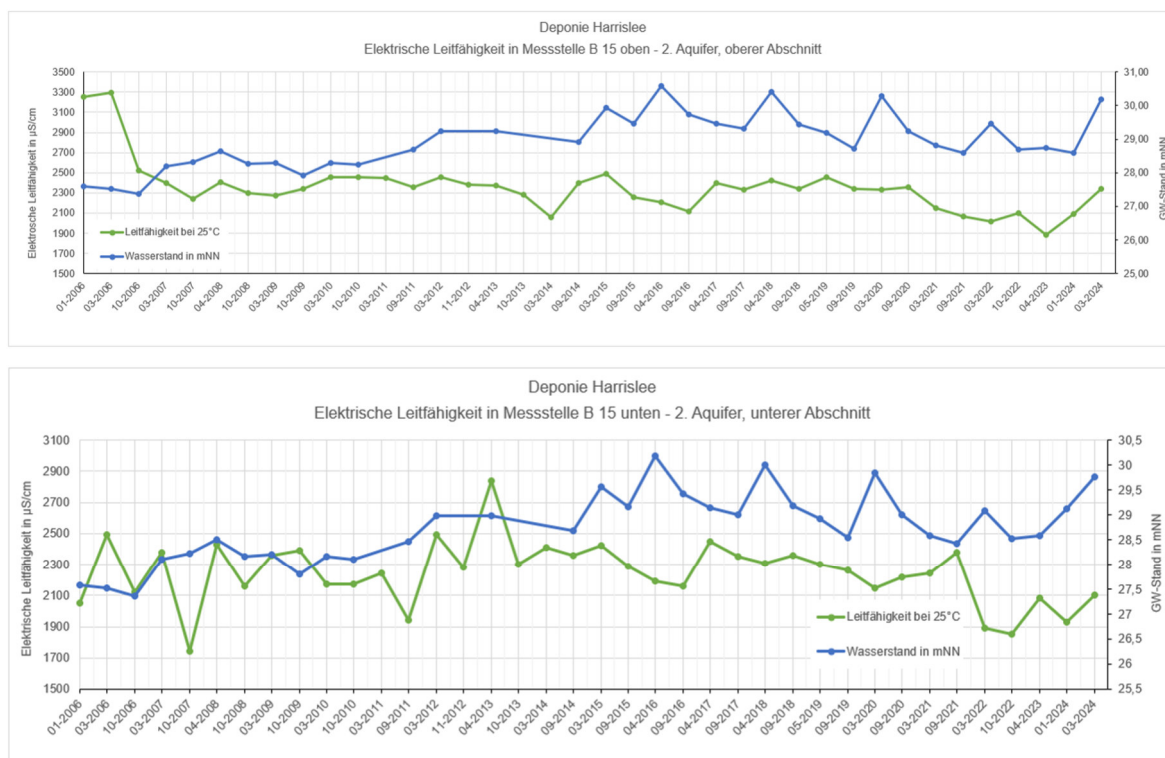
Abbildung 13: Entwicklung der Salzfracht und des TOC in GWM 11u

6.2.2 B150/u innerhalb Deponiefläche, 2. Aquifer am Rand des geol. Fensters

Die Messstellen B150/u stehen außerhalb des geol. Fenster (Westrand). Beide sind im 2. Aquifer unterhalb der nur 20cm mächtigen Trennschicht (zw. 1. und 2. Aquifer)

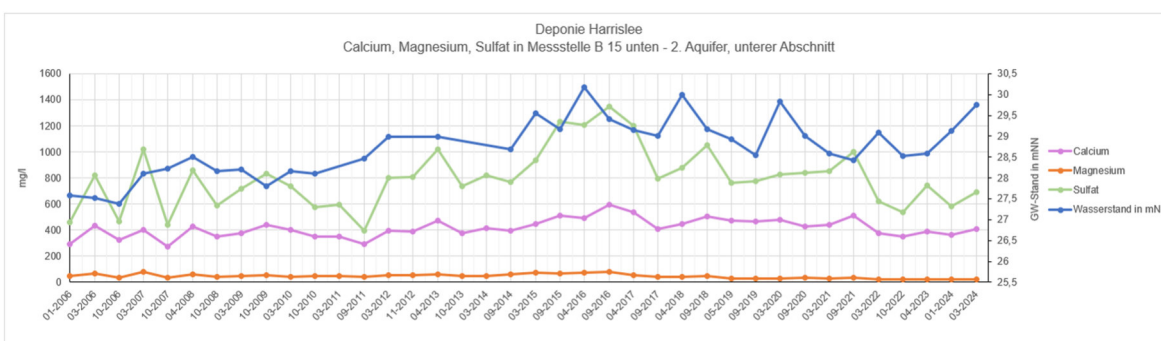
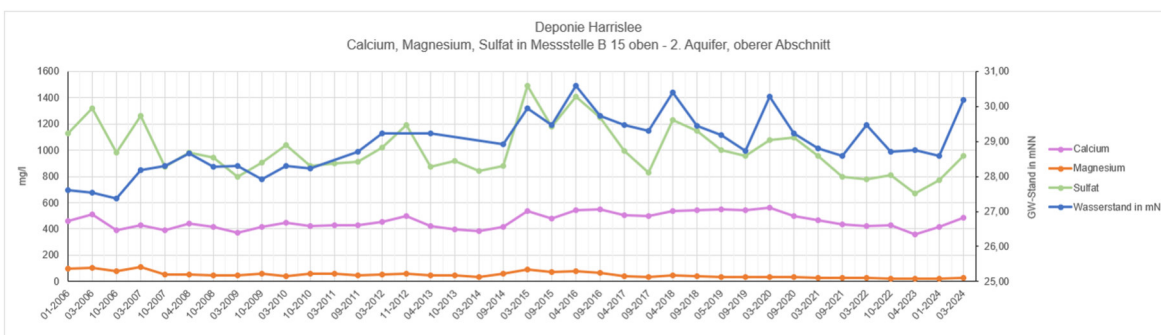
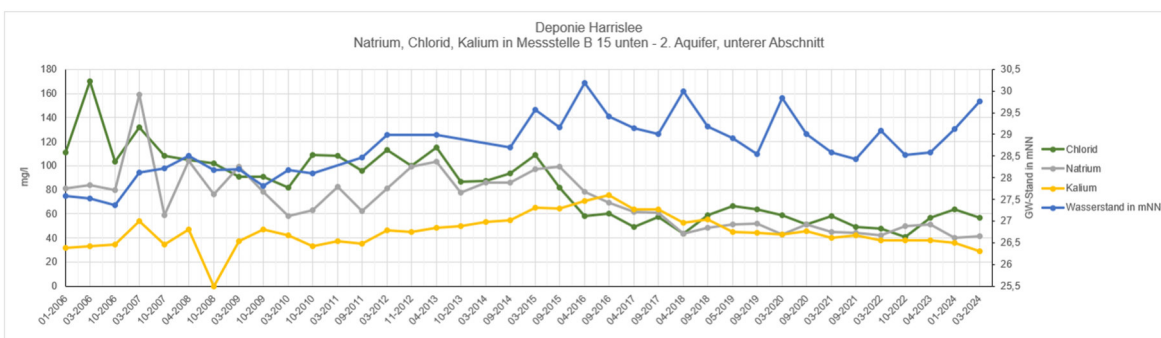
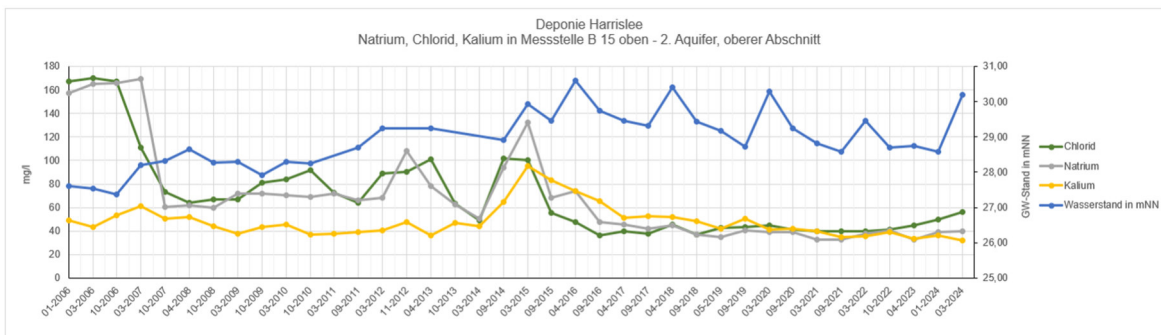
verfiltert. GWM 15o im oberen und GWM B15u im unteren Aquiferabschnitt. Der Anstrom erfolgt vermutlich aus dem 1. Aquifer aus westlicher Richtung und aus dem im 2. Aquifer aus südlicher Richtung.

Wie aus den folgenden Grafiken (Abb.14) hervorgeht, sind seit 2007 sowohl im oberen Aquiferabschnitt als auch im unteren Abschnitt mit Leitfähigkeiten von um 2200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sehr hohe Leitfähigkeiten Tendenz zu beobachten, mit seit 2017 leicht fallender Tendenz. Die hohe Salzfracht ist vor allem auf die hohen Calcium- und Sulfatgehalte zurück. Der TOC (organische Inhaltsstoffe) nimmt über die Jahre tendenziell ab. Schadstoffe wie MKW, PAK, LHKW, BTEX und Phenole waren nicht oder temporär nur in Spuren nachweisbar. Als Ausnahme ist der PAK-Gehalte von 0,409 $\mu\text{g}/\text{l}$ in B15o im März 2006 und die PAK-Gehalte in B15 u im März 2006 (0,481 $\mu\text{g}/\text{l}$), im März 2011 (0,452 $\mu\text{g}/\text{l}$) und Januar 2024 (0,3 $\mu\text{g}/\text{l}$) zu nennen. Alle anderen PAK-Gehalte lagen meist deutlich unter 0,15 $\mu\text{g}/\text{l}$ und damit unter dem Prüfwert der BBodSchV (0,2 $\mu\text{g}/\text{l}$).





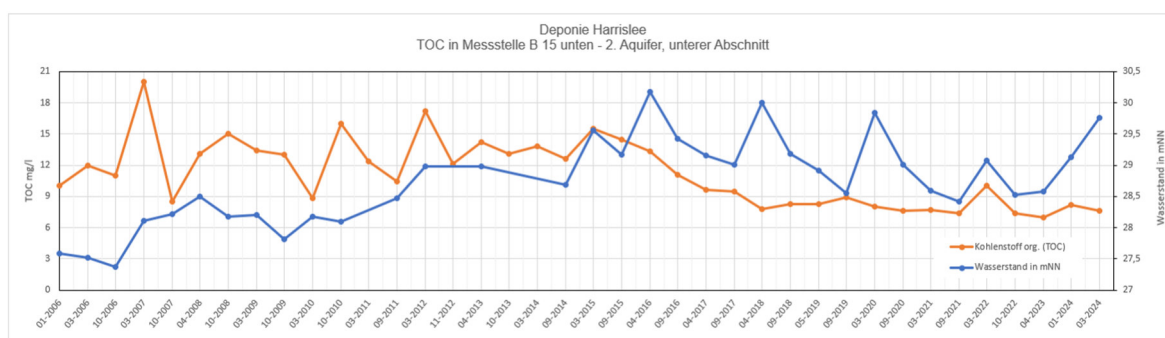
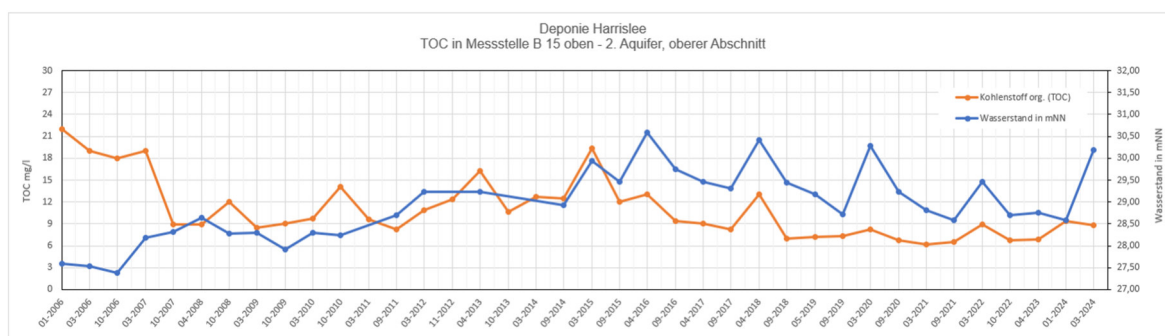
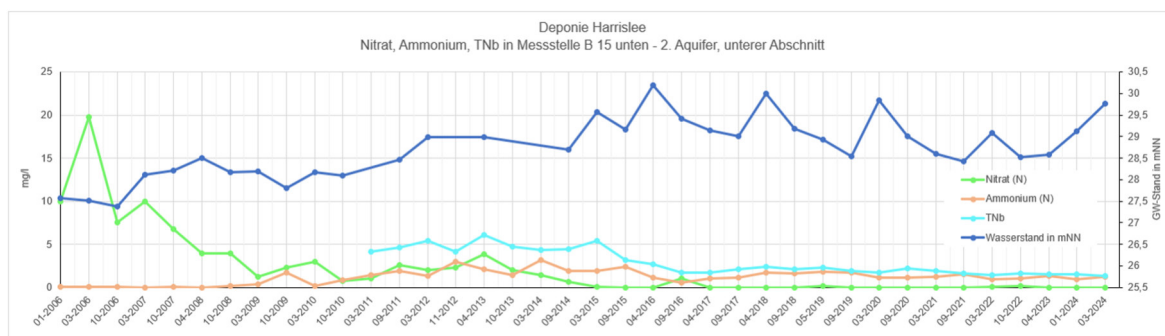
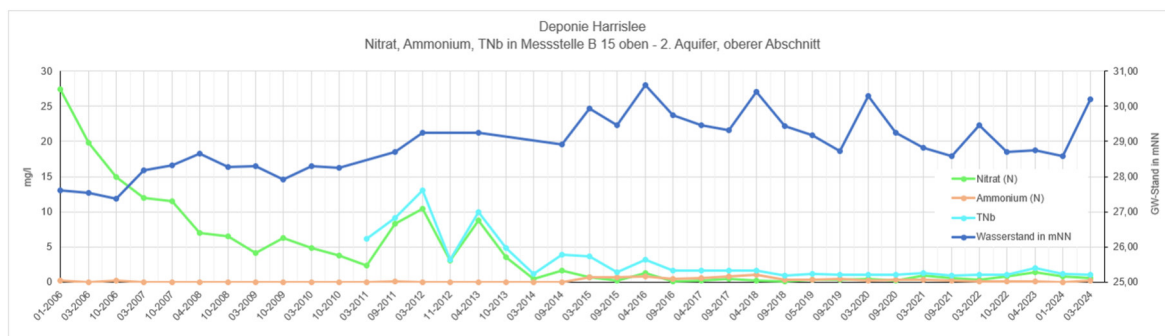
Optimierung des Einlagervolumens der Deponie Harrislee, DK I Hydrogeologisches Gutachten





Optimierung des Einlagervolumens der Deponie Harrislee, DK I

Hydrogeologisches Gutachten



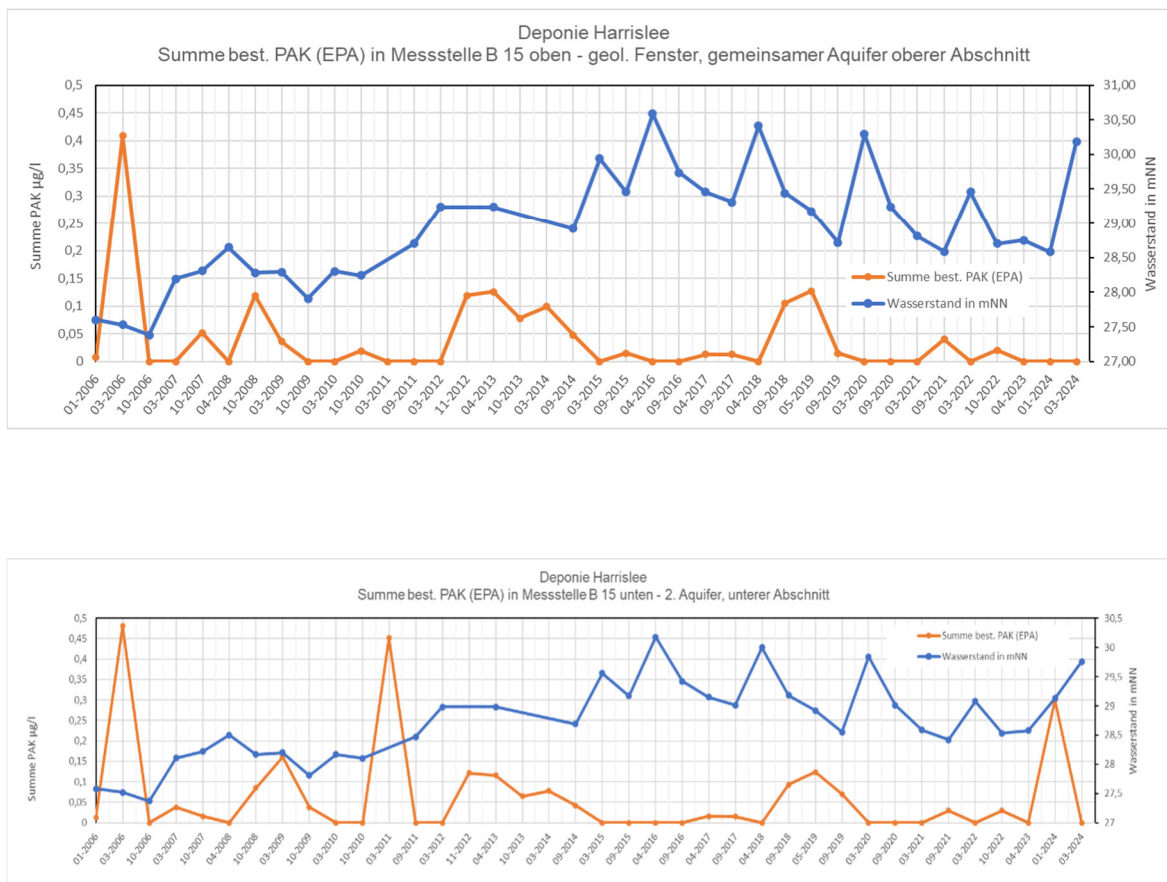


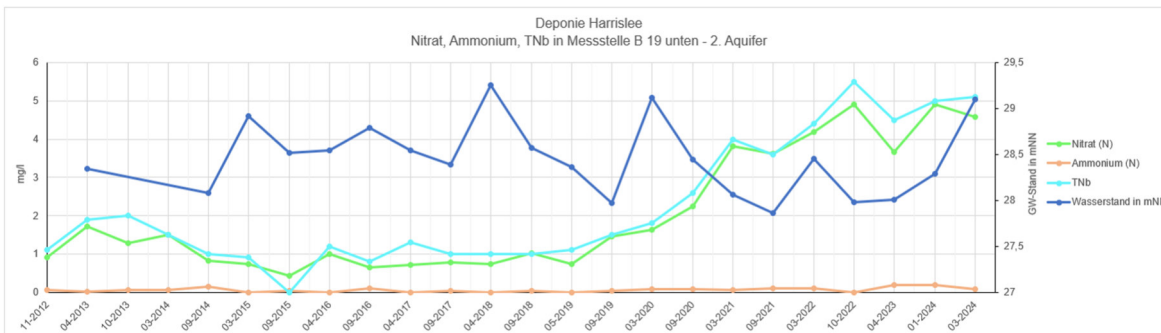
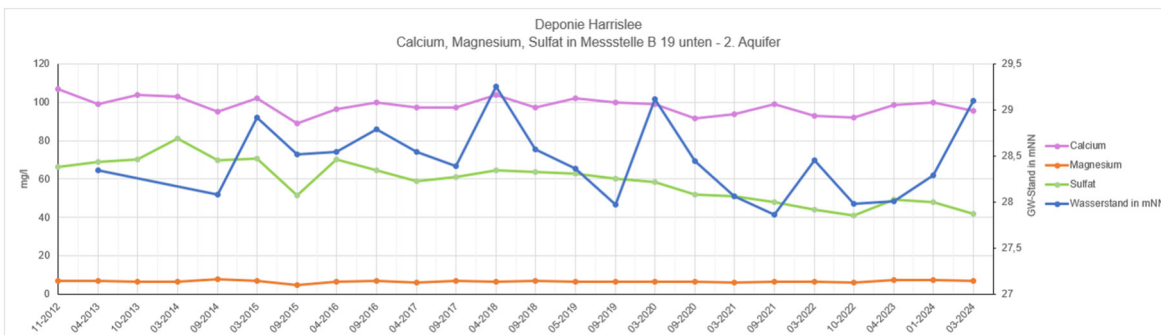
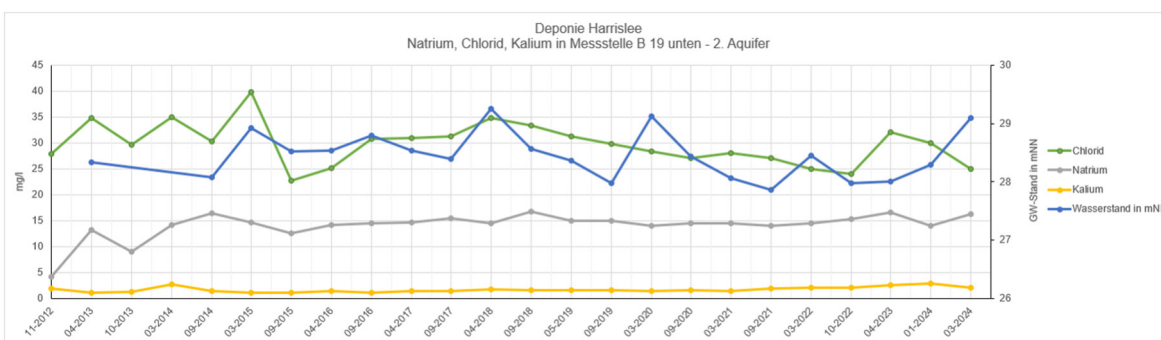
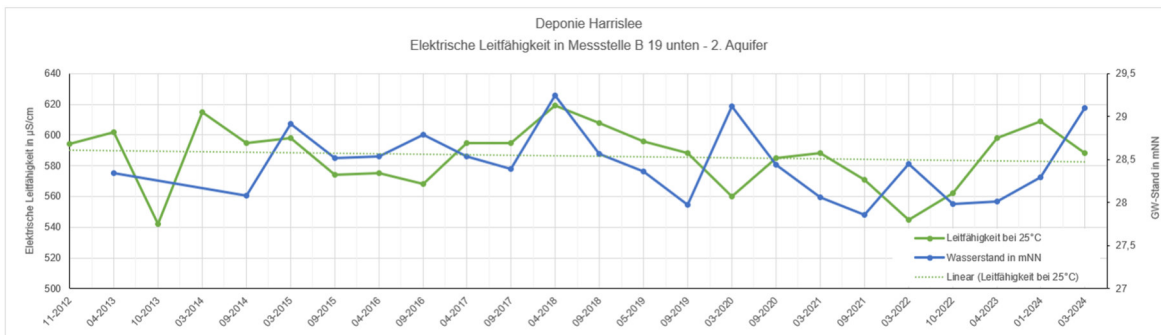
Abbildung 14: Entwicklung der Salzfracht des TOC und des PAK-Gehaltes in GWM 15o und GWM 15u

6.2.3 B19u innerhalb Deponiefläche, Seitenstrom

Die Messstelle B19 u steht im Norden des Standortes 2. Aquifer. Wie aus den folgenden Grafiken (Abb.15) hervorgeht, sind tendenziell fallende Leitfähigkeiten zu beobachten. Die vergleichsweise geringen Salzfrachten nehmen leicht ab und gehen vor allem auf Calcium und Sulfat zurück. Bei den Stickstoffgehalten (Nitrat dominiert) zeigt sich seit 2018 ein kontinuierlicher Anstieg bis auf über 5 mg/l. Der TOC stagniert auf einem niedrigen Niveau. Schadstoffe wie MKW, PAK, LHKW, BTEX und Phenole waren nicht oder temporär nur in minimalen Spuren nachweisbar.



Optimierung des Einlagervolumens der Deponie Harrislee, DK I Hydrogeologisches Gutachten



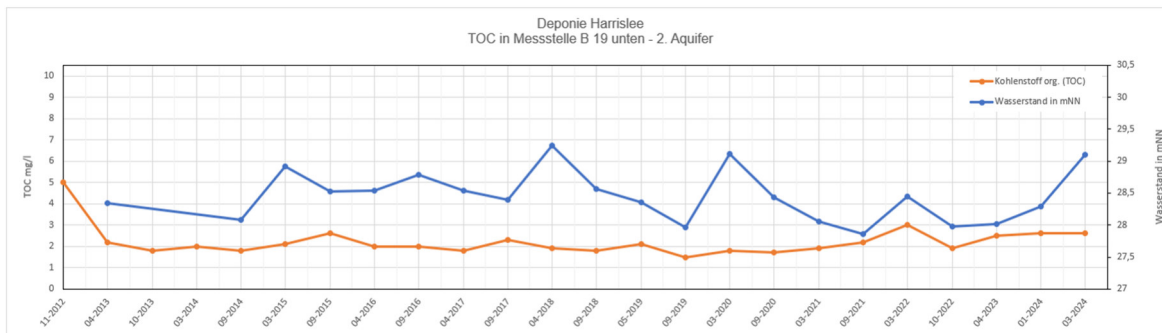


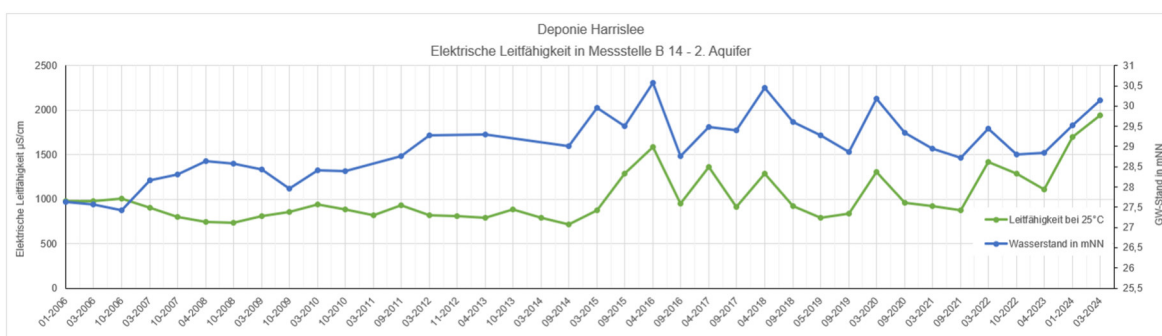
Abbildung 15: Entwicklung der Salzfracht und des TOC in GWM 19u

6.3. Geologisches Fenster

Im Geologischen Fenster stehen die GWM B14 und B 20o/u

6.3.1 B14 innerhalb Deponiefläche, geol. Fenster, westlicher Zustrom aus 1.Aquifer

Wie aus den folgenden Grafiken (Abb.16) hervorgeht, sind seit 2015 schwankende und tendenziell leicht steigende Salzfrachten zu beobachten. Die relativ hohe elektrische Leitfähigkeit (um 1000-1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, max. ca. 1940 $\mu\text{S}/\text{cm}$) geht einher vor allem mit hohen Calcium- und Sulfatgehalten. Der TOC-Gehalt ist leicht fallend. Schadstoffe wie MKW, PAK, LHKW, BTEX und Phenole waren nicht oder temporär nur in Spuren nachweisbar.



Optimierung des Einlagervolumens der Deponie Harrislee, DK I

Hydrogeologisches Gutachten

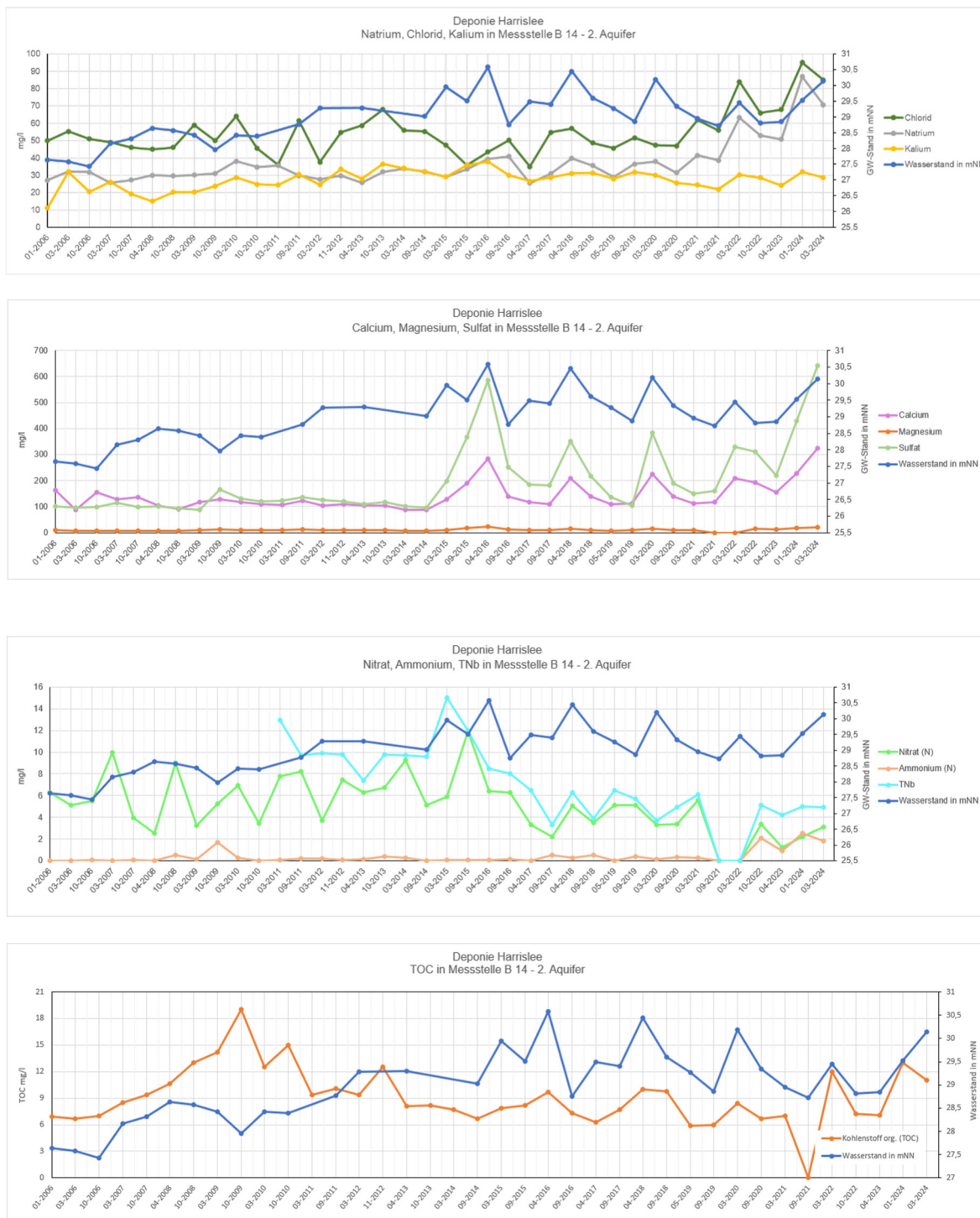


Abbildung 16: Entwicklung der Salzfracht und des TOC in GWM 14

6.3.2 B20o innerhalb Deponie, im geol. Fenster, Zustrom aus Westen (1.Aquifer)

Die GWM B20o steht im oberen Abschnitt des gemeinsamen Aquifers (1.+2. Aquifer). Im Randbereich des geol. Fenster, wenige m westlich der GWM B20o, strömt Grundwasser aus dem 1. Aquifer in den gemeinsamen Aquifer. Der Abstrom im gemeinsamen, 2. Aquifer, erfolgt in nordöstliche Richtung.

Im Vergleich zu den oben beschriebenen Werten der Anstrommessstellen im 1. Aquifer liegen in der GWM B20o deutlich höhere Salzfrachten (Tendenz leicht steigend) vor (Abb.17). Die leicht steigende Leitfähigkeit ist im Wesentlichen auf die Anstiege der Sulfat- und Calciumgehalte zurückzuführen. Leicht sinkende Werte zeigen sich bei Natrium, Chlorid und bei den Stickstoffverbindungen. Der TOC ist unauffällig und mit wenigen Schwankungen relativ konstant, in den letzten Jahren leicht steigend. Schadstoffe wie MKW, PAK, LHKW, BTEX und Phenole waren nicht oder temporär nur in Spuren nachweisbar.

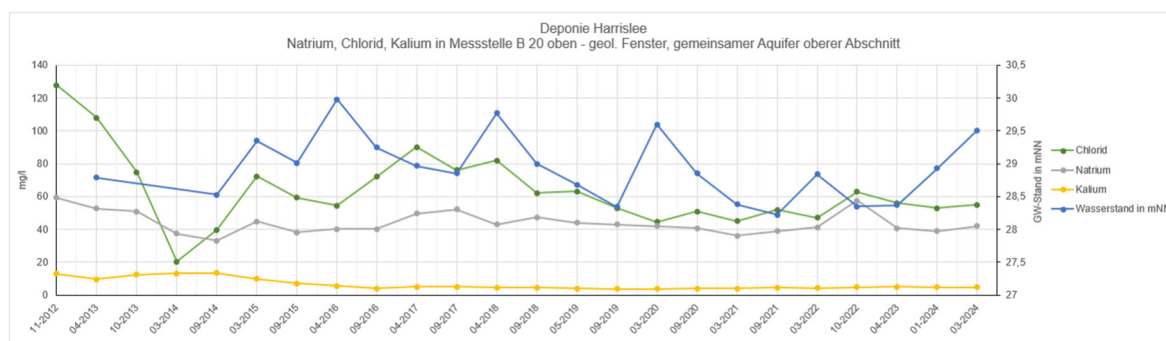
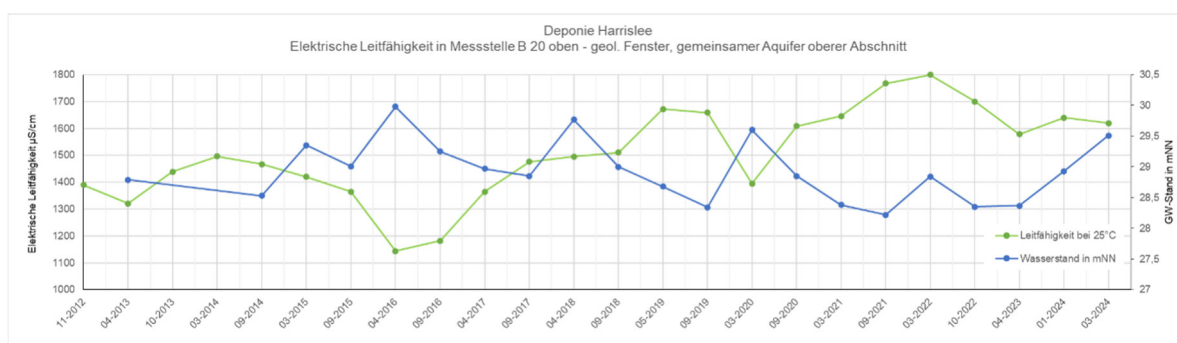




Abbildung 17: Entwicklung der Salzfracht und des TOC in GWM 20o

6.3.3 B20u innerhalb Deponie, im geol. Fenster

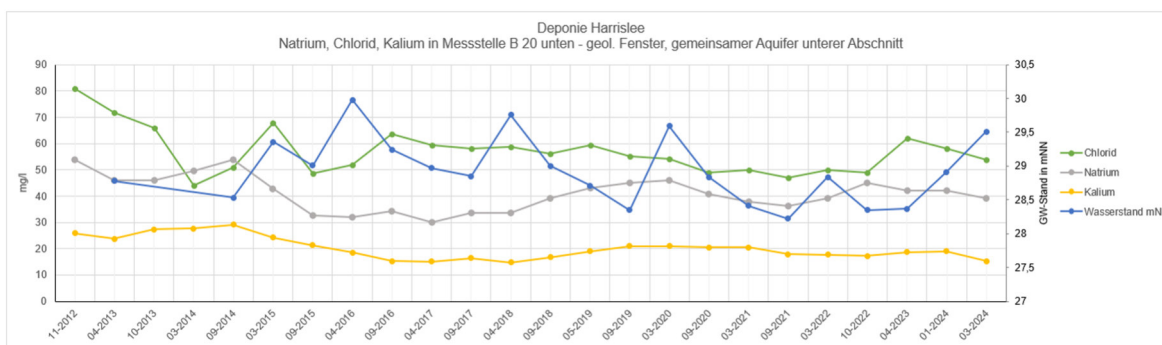
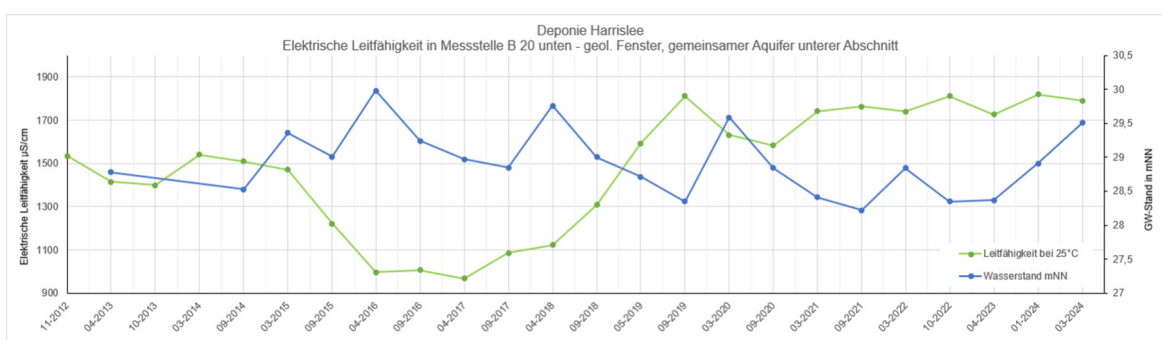
Die GWM B20u steht im unteren Abschnitt des gemeinsamen Aquifers (1.+ 2. Aquifer). Im Randbereich des geol. Fenster, wenige Meter westlich der GWM B20o, strömt Grundwasser aus dem 1. Aquifer in den gemeinsamen Aquifer im geol. Fenster. Der Abstrom im gemeinsamen, 2. Aquifer, erfolgt in nördliche Richtung. Wie aus den folgenden Grafiken (Abb.18) hervorgeht, sind im Vergleich zum oberen Aquiferabschnitt (Abb. 17) ähnliche Salzfrachten zu verzeichnen.

Die, wie in B20o insbesondere seit 2017 steigende Leitfähigkeit ist im Wesentlichen auf die Anstiege der Sulfat- und Calciumgehalte zurückzuführen. Leicht sinkende Werte zeigen sich bei Natrium, Chlorid und bei den Stickstoffverbindungen. Schadstoffe wie



MKW, PAK, LHKW, BTEX und Phenole waren nicht oder temporär nur in minimalen Spuren nachweisbar.

Bei den Stickstoffverbindungen (von Nitrat dominiert) erfolgt anders als in B20o eine Abnahme. Aktuell haben sich die Stickstoffgehalte aus den beiden Aquiferabschnitten angenähert. Der TOC-Gehalt steigt nach einer fallenden Phase ab 2018 wieder leicht an. Schadstoffe wie MKW, PAK, LHKW, BTEX und Phenole waren nicht oder temporär nur in Spuren nachweisbar.



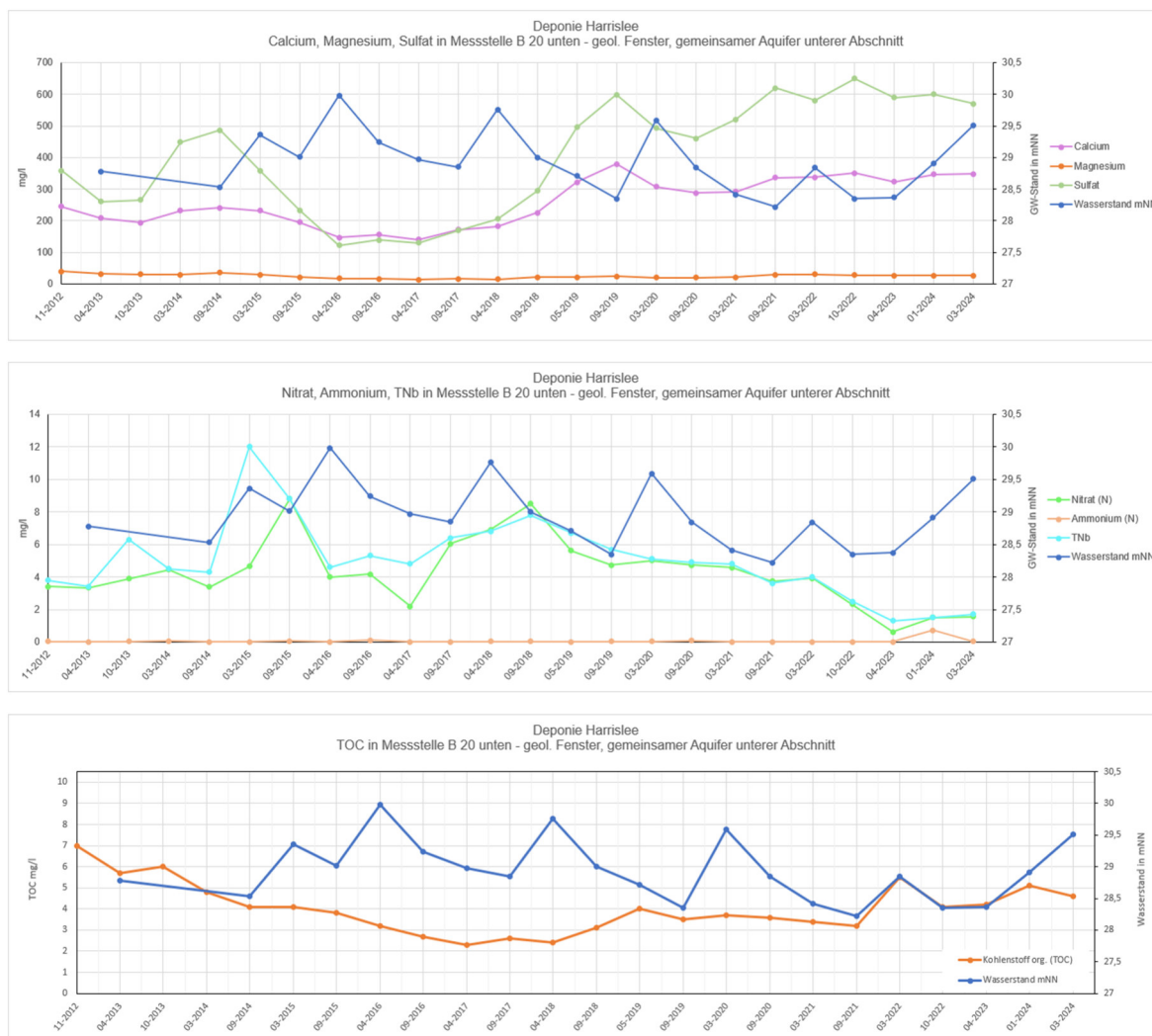


Abbildung 18: Entwicklung der Salzfracht und des TOC in GWM 20u

6.4. Beurteilung der Grundwasserbeschaffenheit

Aus den vorliegenden Analysedaten sind insbesondere in Messstellen GWM B15o (braun), B15u (grün) und GWM B20o (blau), B20u (oliv) und B14 (dunkelblau) hohe Salzfrachteneinen vorliegen. Alle GWM liegen im zentralen Bereich des Deponiestandortes am Rande des, bzw. im geol. Fensters. Im Anstrom, in GWM 11 o / u (gelb und rot) und auch in B3 neu (grün) sind deutlich niedrigere Salzfrachten zu verzeichnen (s.Abb.19).

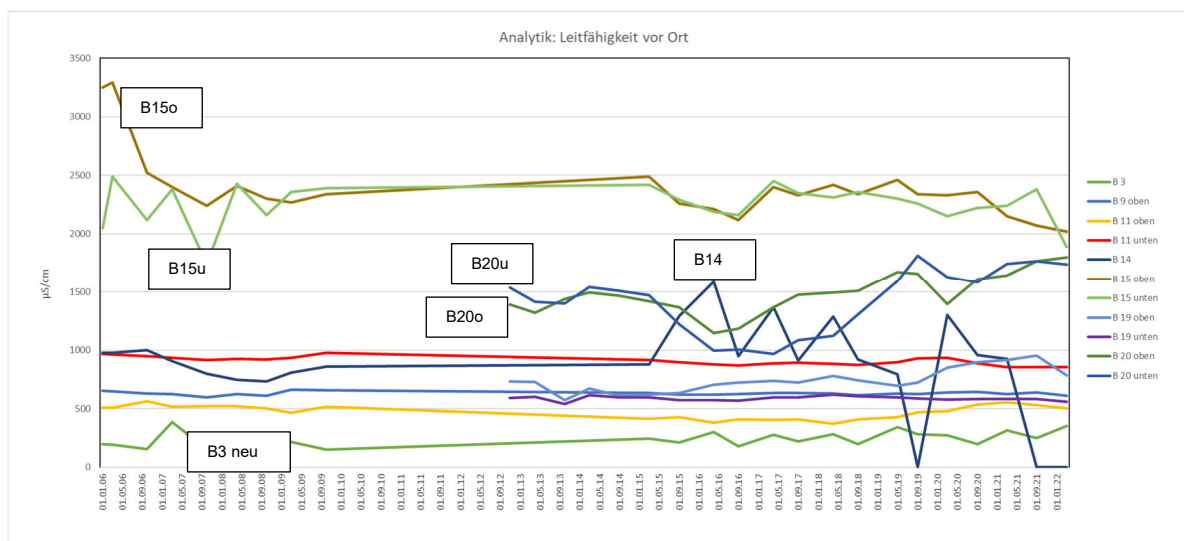


Abbildung 19: Elektrische Leitfähigkeit in den untersuchten GWM

Dies ist u.E. auf einen Eintrag im Bereich des Deponiestandortes und zwar aus der im südwestlichen Bereich liegenden Altablagerung zurückzuführen sein. Es ist aber auch zu beachten, dass insbesondere in GWM B11u (2. Aquifer) mit Leitfähigkeiten um 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bereits eine erhöhte Salzfracht an den Deponiestandort herangetragen wird.

Wie die Abbildung 20 zeigt, sind PAK (EPA) im Grundwasser bereits im Anstrom in den GWM B11o (rot), B3 (grün), B9o (gelb) und B19o (türkis) enthalten, werden also sowohl im 1. Aquifer als auch im 2. Aquifer bereits an den Standort herangeführt.

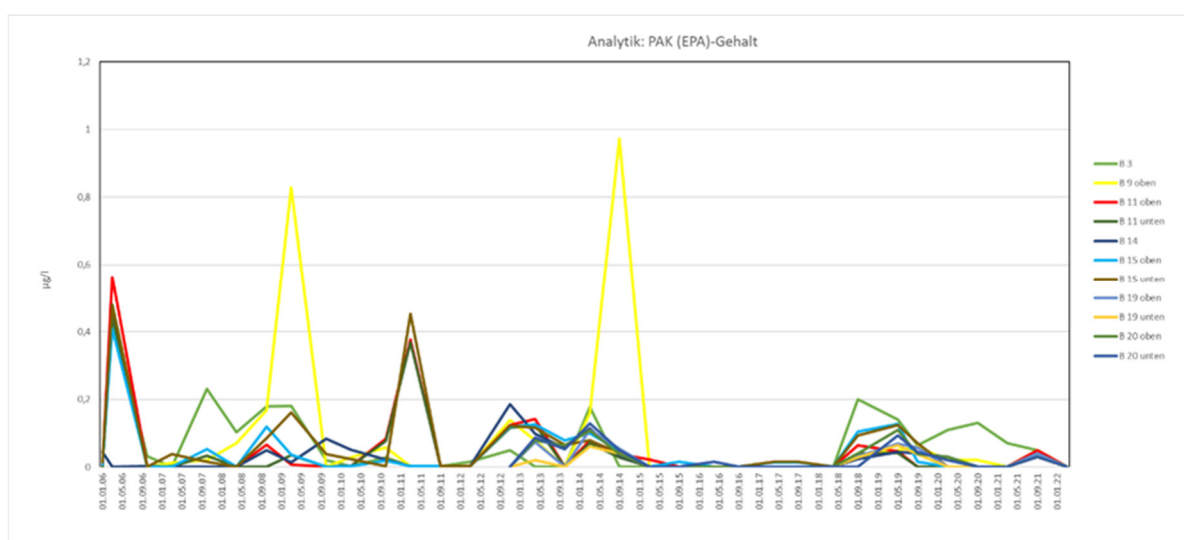


Abbildung 20: PAK (EPA)-Gehalte in den untersuchten GWM



Der Prüfwert der BBodSchV für PAK₁₅ von 0,2 µg/l wird in wenigen GWM max. an vier Tagen überschritten. Seit 2015 liegen keine Prüfwertüberschreitungen für PAK₁₅ mehr vor. Naphthalin ist oft in geringen Konzentrationen enthalten, übersteigt aber nie den Prüfwert der BBodSchV von 2µg/l.

Insgesamt gesehen ist eine Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit insbesondere in den GWM 14, B15 o/u und B20 o/u zu beobachten. Diese wird sichtbar, vor allem mit der gegenüber dem Anstrom deutlich gestiegenen elektr. Leitfähigkeit. Als Ursache, kann die im Südwesten des Standortes liegende Altablagerung vermutet werden, die möglicherweise zumindest zeitweise einen nassen Fuß haben kann, so dass Salze aus dem Deponat nicht nur über Niederschlagswässer mobilisiert werden können. Die mobilisierten Salze gehen in den 1. Aquifer über und werden mit dem Abstrom im 1. Aquifer Richtung geol. Fenster transportiert. Von dort geht der Transport mit dem Abstrom des 2. Aquifer Richtung Nordosten weiter.

Da keine Analysen aus den der Abstommessstelle B8u vorliegen, sind aktuell keine Aussagen z.B. zur Entwicklung der Salzfrachten beim weiteren Transport mit dem Grundwasser möglich. Somit bleibt offen, welche Salzfrachten und auch Schadstoffe den Standort Richtung Nordosten verlassen.

Schadstoffe, wie MKW, PAK sind nur untergeordnet enthalten und werden stellenweise bereits an den Standort herangetragen.

6.5. Auswirkung der Überplanung auf die Grundwasserbeschaffenheit

Mit der Überplanung (Vollversiegelung) der Fläche können Niederschläge nicht mehr wie bisher weitestgehend direkt (mehr oder weniger flächig, je nach Baufortschritt) in den Untergrund gelangen, d.h. die Neubildungsrate im Bereich der Deponiefläche wird stark reduziert. Damit werden auch keine Regen- / Sickerwässer mehr die ungesättigte Bodenzone durchlaufen können.

Mit der abschließenden „Vollversiegelung“ durch die geplante Deponieerweiterung wird sich die Auswaschung von Salzen aus der Altablagerung (ist bereits seit 2015 komplett oberflächenversiegelt) im Westteil der Deponiefläche reduzieren, weshalb eine Abnahme des Eintrages von Salzen ins Grundwasser (hohe Salzfrachten in GWM B15o/u und B20o/u) zu erwarten ist, auch wenn ein direkter



Grundwasserkontakt zeitweise zu Auswaschungen führen kann. Mit der zukünftigen Überwachung des Grundwassers können die Auswirkungen des Deponiestandortes auf die Grundwasserbeschaffenheit überprüft und deren Entwicklung dokumentiert werden.

7 Empfehlungen - Überwachungsprogramm / Messstellen

Mit der Überplanung der Fläche und wegen Defekten gehen zentral gelegene folgende Grundwassermessstellen verloren in:

Aquifer 1

B20 o.

B12 o wird wegen Defekt Ende 2024 zurückgebaut.

Aquifer 2

B14, B15 o, B15 u am westlichen Rand der Deponieerweiterung - können vielleicht erhalten werden.

B20 u

B12 u wird wegen Defekt Ende 2024 zurückgebaut.

Der Rückbau ist ordnungsmäßig von einer Fachfirma, in Abstimmung mit der Wasserbehörde, durchzuführen, um Kurzschlüsse zwischen 1. und 2. Aquifer auszuschließen.

Die entfallenden Messstellen verbleiben bis zu ihrem Rückbau im Untersuchungsprogramm.

Von den vorhandenen Grundwassermessstellen sind für ein zukünftiges Kontrollprogramm die folgenden Messstellen vorgesehen:

Aquifer 1

B3 neu, B8 o, B9 o, B11 o, B19 o

Aquifer 2

B8 u, B 9u, B11 u, B19 u

Aquifer 1/2 (geol. Fenster)

B16, B17, B18



Um zukünftig eine umfängliche Überprüfung der Grundwasserverhältnisse gewährleisten zu können, sind u.E. an mindestens an zwei weiteren Standorten neue Grundwassermessstellen in den Aquiferen 1 und 2 zu installieren:

B 21o/u (Aquifer 1 und /2): im Süden der Deponiefläche (Standort bei Sondierung S26) als Doppelmessstelle (1. und 2. Aquifer). Diese GWM sind insbesondere für die Konstruktion von Grundwassergleichenplänen zur Abdeckung der Deponiefläche wichtig.

B22 u (Aquifer 2): im Norden zwischen B8o/u/t und B19o/u, als Abstrommessstelle.

Da die westliche Teilfläche nicht mit der Deponie überplant wird, können sich dort beim Wegfall der Messstellen B20o/u, B15o/u und B14 Alternativstandorte finden lassen.

In der Anlage 6 sind die Standorte der Überwachungsmessstellen auf der Grundlage der Grundwassergleichenpläne vom 19.07.2012 eingetragen.

8 Literatur - und Quellenverzeichnis

- [1] Hydrogeologisches Gutachten zur Erweiterung des Siebrestelagers in Harrislee - Geologisches Landesamt Schleswig-Holstein, 22.08.1990
- [2] Hydrogeologisches Gutachten zur Erweiterung der Deponie Balzersen in Harrislee - BRUG 18.08.2004
- [3] Hydrogeologische Auswertung (Erweiterung Ost) – Festlegung der Deponiesohle – BRUG 19.11.2008
- [4] Hydrogeologisches Gutachten zur Erweiterung der Deponie Balzersen in Harrislee – BRUG 21.08.2012
- [5] Umweltportal Schleswig-Holstein
- [6] LfU-Vermerk vom 21.03.2024
- [7] Kamerabefahrung 2021- Untersuchungsberichte (Fa. Ivers)
- [8] Kamerabefahrung 2024- Untersuchungsberichte (Fa. Ivers)
- [9] Zustandsdokumentationen der GWM (IPP 2021)
- [10] GWM-Überprüfung (-Reinigung) 2024 - Pumpprotokolle und Ganglinien
- [11] GW-Stände – Messprotokolle von AG Okt. 2024



[12] Prüfberichte und Probenahmeprotokolle des Labors UCL

[13] Vermessungsunterlagen (Ing.-Büro Filpe, 2024)

9 Unterschriften

Ingenieurgesellschaft Possel und Partner GmbH

i.A. Dipl.-Geol. Roland Friedl-Schulz
(Sachbearbeiter)