Gutachten

Begutachtung der Auswirkungen der Schließung der Deponie „Grauer Wall“ in Bremerhaven bis spätestens 2030

für

Entsorgungsbetriebe Bremerhaven
Anstalt öffentlichen Rechts
Grashoffstraße 6
27570 Bremerhaven

von

Institut für Energie und Kreislaufwirtschaft an der Hochschule Bremen GmbH
Prof. Dr. Martin Wittmaier

von der Handelskammer Bremen - IHK für Bremen und Bremerhaven öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Abfallwirtschaft und Biogasanlagen

Neustadtswall 30
28199 Bremen
Tel.: 0421 5905 2311
Mail: wittmaier@hs-bremen.de
Homepage: http://www.IEKrW.de

und

FIDES Treuhand GmbH & Co. KG
Wirtschaftsprüfungsgesellschaft
Steuerberatungsgesellschaft
Ernst-Wilhelm Hoppe

Birkenstraße 37
28195 Bremen
Tel.: 0421 3013-126
Mail: e.hoppe@fides-online.de
Homepage: http://www.fides-online.de

INHALT

Abkürzungsverzeichnis 3

1. Veranlassung und Aufgabenstellung 4

2. Grundlagen der Untersuchungen 4

3. Rechtliche Grundlagen 5

4. Die Deponie „Grauer Wall“ 7

4.1 Beschreibung der Deponie 7

4.2 Parameter (Abfallarten und Mengen), die für die Bearbeitung der Fragestellungen von Bedeutung sind 9

4.3 Im Gutachten zu berücksichtigende Aspekte der technischen Ausführung der geologischen Barriere, der Abdichtungssysteme des Neudeponiekörpers und des Ringgrabens 11

4.3.1 Einwendungen der BIKEG, soweit sie für dieses Gutachten relevant sind 11

4.3.2 Borgehalte an der Grundwassermessstelle GMS1 12

4.3.3 Indikatoren zur Beurteilung des Grundwassers im Bereich der Deponie „Grauer Wall“ 17

4.3.4 Ableitung des Sickerwassers über den Ringgraben 23

4.3.5 Auswirkungen der Erhöhung der Auflast durch den Neudeponiekörper auf den Altdeponiekörper 25

4.3.6 Fazit zur Berücksichtigung von Kosten bei der Ermittlung der wirtschaftlichen Auswirkungen bei einer Stilllegung der Deponie vor 2030 26

4.4 Notwendige Maßnahmen zur Schließung der Deponie 27

4.4.1 Eckpunkte eines Schließungskonzepts 27

4.4.2 Maßnahmen und ihre Kosten bei einer vorzeitigen Schließung der Deponie 28

4.4.3 Alternative Entsorgungsmöglichkeiten und Entsorgungskosten für die Abfälle, die heute auf der Deponie „Grauer Wall“ abgelagert werden 29

5. Abschätzung der Kosten, die bei einer Schließung der Deponie entstehen sowie Abschätzung der Auswirkungen auf klimabezogene Aspekte und die Stadtgesellschaft sowie sonstige Dritte 31

5.1 Rechtliche Grundlage zur Schließung der Deponie 31

5.2 Abschätzung der Kosten, die bei einer Schließung der Deponie für die Stadt Bremerhaven entstehen 32

6. Auswirkungen der Schließung der Deponie auf klimabezogene Aspekte 35

7. Auswirkungen der Schließung der Deponie auf die Stadtgesellschaft und sonstige Dritte 40

7.1 Stadt Bremerhaven 40

7.2 Gewerbe und Industrie 41

7.3 Bürger*Innen der Stadt Bremerhaven 42

7.4 Zusammenfassende Würdigung 43

8. Zusammenfassung 44

9 Literatur- und Quellenverzeichnis 45

Anlagen 49

Abkürzungsverzeichnis

AWK 2016	Abfallwirtschaftskonzept für die Seestadt Bremerhaven
AWP 2017	Abfallwirtschaftsplan für das Land Bremen
AöR	Anstalt des öffentlichen Rechts
BEG	Bremerhavener Entsorgungsgesellschaft mbH, Bremerhaven
BELG	BEG logistic GmbH, Bremerhaven
BremAGKrW-/AbfG bzw. Landesabfallgesetz	Bremisches Ausführungsgesetz zum Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz
EBB	Entsorgungsbetriebe Bremerhaven AöR, Bremerhaven
FHB	Freie Hansestadt Bremen
FIDES	FIDES Treuhand GmbH & Co. KG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft Steuerberatungsgesellschaft, Bremen
IEKrW	Institut für Energie und Kreislaufwirtschaft an der Hochschule Bremen GmbH, Bremen
KrW/AbfG	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (abgelöst durch das KrWG)
KrWG	Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz)
Mg	SI-Einheit für die metrische Gewichtstonne (1.000 kg)
MHKW	Müllheizkraftwerk
örE	öffentlich-rechtlicher Entsorgungsträgers
OVG	Oberverwaltungsgericht
Planfeststellungs-beschluss 2012	Planfeststellungsbeschluss des SUBV vom 8.5.2012 in seiner Eigenschaft als Planfeststellungsbehörde nach § 31 Abs. 2 KrW/AbfG vom 11.8.2010
SKUMS	Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau (auch verwendet für die Bezeichnungen des Umweltressorts aus früheren Legislaturperioden)

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Entsorgungsbetriebe Bremerhaven AöR (EBB) haben das Institut für Energie und Kreislaufwirtschaft an der Hochschule Bremen GmbH (nachfolgend „IEKrW“ genannt) beauftragt, zu ermitteln, unter welchen Bedingungen und mit welchen Kostenfolgen für die Stadt Bremerhaven, die Bürgerinnen und Bürger, die lokale Wirtschaft und den Deponiebetreiber BEG die in Bremerhaven-Speckenbüttel gelegene Deponie „Grauer Wall“ bis spätestens 2030 geschlossen werden kann. Neben der Ermittlung der finanziellen Effekte sollen auch Untersuchungen zu den klimabezogenen Effekten sowie den Auswirkungen einer Deponieschließung unter stadtgesellschaftlichen Aspekten durchgeführt werden. Da nach derzeitigem Stand die Deponie und der Betrieb der Deponie rechtlich zulässig sind und eine Schließung der Deponie aus rechtlichen Gründen daher nicht möglich erscheint, werden bei einer Schließung aus politischen Gründen zivilrechtliche Fragen (Schadenersatz etc.) von Bedeutung sein. Daher soll auch dieser Aspekt in den nachfolgenden Untersuchungen berücksichtigt werden. Da mit diesen Fragestellungen auch rechtliche und vertiefte ökonomische Fragestellungen verbunden sind, die über das IEKrW nicht vollständig abgedeckt werden können, wurde im Unterauftrag eine Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, die FIDES Treuhand GmbH & Co. KG (nachfolgend „FIDES“ genannt), in die Untersuchungen eingebunden. Die Kapitel 3, 5 und 7 wurden federführend durch die FIDES bearbeitet. Für die von FIDES bearbeiteten Abschnitte gelten auch im Verhältnis zu Dritten die als Anlage beigefügten Allgemeinen Auftragsbedingungen für Wirtschaftsprüfer und Wirtschaftsprüfungsgesellschaften Stand Januar 2017.

Basis der Untersuchungen ist ein zu entwickelndes Konzept zur Schließung der Deponie. Da im Rahmen des beauftragten Gutachtens aus Kostengründen kein detailliertes technisches Konzept zur Deponieschließung erarbeitet werden kann und soll, wird lediglich ein indikatives Basiskonzept entwickelt, dessen Detailtiefe jedoch für die Abschätzung der finanziellen, klimabezogenen und stadtgesellschaftlichen Auswirkungen ausreicht.

2. Grundlagen der Untersuchungen

Die Bearbeitung der einzelnen Fragestellungen erfolgte auf Basis öffentlich zugänglicher Informationen. Zusätzlich wurden Informationen durch persönliche und telefonische Interviews geführt. Zur Klärung der Fragestellung wurden eine Reihe vertraulicher Gespräche mit Akteuren aus Bremerhaven, Bremen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Mecklenburg-Vorpommern geführt.

Die Begutachtung wurde persönlich durch Prof. Dr. Martin Wittmaier vorgenommen. Für Fragestellungen mit rechtlichem und wirtschaftlichem Fachhintergrund wurde die Expertise von

Herrn Ernst-Wilhelm Hoppe, Wirtschaftsprüfer bei der FIDES Treuhand GmbH & Co. KG, hinzugezogen.

3. Rechtliche Grundlagen

Die Deponie „Grauer Wall“ ist ein wesentlicher Bestandteil der Entsorgungsinfrastruktur der Stadt Bremerhaven

Wesentliche rechtliche Grundlagen für den Deponiebetrieb sind:

KrWG	Bundesgesetz
BremAGKrW-/AbfG	Landesgesetz
Ortsgesetz über die Entsorgung von Abfällen in der Stadt Bremerhaven	Gesetz auf Ebene der Stadt Bremerhaven
AWP 2017	Plan auf Landesebene
AWK 2016	Plan auf Ebene der Seestadt Bremerhaven
Planfeststellungsbeschluss 2012	Genehmigung der wesentlichen Änderungen der Deponie "Grauer Wall" vom 8.5.2012 durch SKUMS als Planfeststellungsbehörde

Aus dem Bremischen Ausführungsgesetz zum Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (BremAKrW-/AbfG), dem Abfallwirtschaftsplan des Landes Bremen und dem Abfallwirtschaftskonzept der Stadt Bremerhaven ergibt sich die Pflicht des öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgers (örE), der Stadt Bremerhaven, die diese Aufgabe dem „Entsorgungsbetriebe Bremerhaven“ übertragen hat, Entsorgungssicherheit sicherzustellen. Die Schließung der Deponie „Grauer Wall“ würde dazu führen, dass für die Abfälle, die dort heute entsorgt werden, keine Entsorgungssicherheit besteht. Zur Übersicht sollen im Folgenden die relevanten Aspekte aus den genannten Gesetzen usw. besprochen werden, die für das vorliegende Gutachten relevant sind:

KrWG:

Gemäß § 20 Abs. 1 KrWG haben „*die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger die in ihrem Gebiet angefallenen und überlassenen Abfälle aus privaten Haushaltungen und Abfälle zur Beseitigung aus anderen Herkunftsbereichen nach Maßgabe der §§ 6 bis 11 zu verwerten oder nach Maßgabe der §§ 15 und 16 zu beseitigen*“.

Gemäß § 30 KrWG stellen die Länder für ihr Gebiet Abfallwirtschaftspläne auf, die folgendes ausweisen:

1. die zugelassenen Abfallentsorgungsanlagen im Sinne des Satzes 2 Nummer 4 sowie
2. die Flächen, die für Deponien, für sonstige Abfallbeseitigungsanlagen sowie für Abfallentsorgungsanlagen im Sinne des Satzes 2 Nummer 4 geeignet sind.

Gemäß § 21 KrWG stellen die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger Abfallwirtschaftskonzepte und Abfallbilanzen über die Verwertung, insbesondere die Vorbereitung zur Wiederverwendung und das Recycling, und die Beseitigung der in ihrem Gebiet anfallenden und ihnen zu überlassenden Abfälle auf.

BremAGKrW-/AbfG:

Die vorstehenden Regelungen des KrWG werden in diversen Paragraphen dieses Gesetzes für die Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven konkretisiert.

Ortsgesetz über die Entsorgung von Abfällen in der Stadt Bremerhaven (2020):

Die Stadt Bremerhaven ist als kreisfreie Stadt für die Entsorgung der auf ihrem Gebiet anfallenden Abfälle zuständig. Im Ortsgesetz heißt es hierzu in § 2:

„(1) Die Stadt betreibt die Abfallentsorgung als öffentliche Einrichtung durch die "Entsorgungsbetriebe Bremerhaven" Anstalt des öffentlichen Rechts als zuständige Behörde, soweit nicht in den nachfolgenden Vorschriften etwas anderes geregelt ist."

„(2) Die "Entsorgungsbetriebe Bremerhaven" Anstalt des öffentlichen Rechts (Anstalt) entsorgt die im Gebiet der Stadt Bremerhaven anfallenden Abfälle nach Maßgabe dieses Ortsgesetzes und wirkt im Rahmen ihrer rechtlichen Möglichkeiten darauf hin, dass die Entstehung von Abfällen soweit wie möglich vermieden wird."

„(4) Die Stadt kann sich zur Durchführung dieser Aufgabe Dritter bedienen."

Abfallwirtschaftsplan (AWP) 2017:

Der AWP stellt ausführlich auf den S. 15 bis 17 den Deponieaufbau, die Nutzung der einzelnen Deponieabschnitte sowie die angelieferten Abfallarten von 1958 bis 2016 dar (siehe Abschnitt 2.3)

Abfallwirtschaftskonzepts (AWK) 2016:

Das Abfallwirtschaftskonzept beschreibt auf S.17, dass gemäß Koalitionsvereinbarung aus SPD und CDU 2015-2019 u.a. Filterstäube und Asbest nicht mehr auf der Deponie abgelagert werden sollen.

Planfeststellungsbeschluss 2012:

Der Planfeststellungsbeschluss stellt den Plan der Bremerhavener Entsorgungsgesellschaft mbH (BEG) zu den wesentlichen Änderungen der Deponie „Grauer Wall“ fest.

Neben umfangreichen Beschreibungen der Deponie setzt sich der Planfeststellungsbeschluss mit den 22 Einwendungen und den Stellungnahmen der Gemeinde Langen, des Nabu und des BUND auseinander. Bezüglich der Umweltverträglichkeitsprüfung wird zusammenfassend festgehalten, dass die Deponie so errichtet und betrieben wird, dass die Umwelt nicht erheblich beeinträchtigt wird. Nicht vermeidbare Beeinträchtigungen von Pflanzen und Landschaftsbild werden kompensiert. Der Bau und der Betrieb der Deponie ist gemäß Planfeststellungsbeschluss genehmigungsrechtlich zulässig.

Fazit:

Die Deponie „Grauer Wall“ ist aktuell ein fester Bestandteil des Entsorgungskonzepts der Stadt Bremerhaven. Der Betrieb der Deponie ist aus genehmigungsrechtlicher Sicht zulässig.

4. Die Deponie „Grauer Wall“

4.1 Beschreibung der Deponie

Über die Deponie „Grauer Wall“ im Stadtteil Speckenbüttel, Bremerhaven, werden u. a. auf der Web-Site der Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau der Freien Hansestadt Bremen (SKUMS, kein Datum) umfängliche Informationen zum Download zur Verfügung gestellt.

Wie den auf der Web-Site bereitgestellten Unterlagen zu entnehmen ist, lässt sich die Deponie „Grauer Wall“ grob in die Bereiche „Altdeponiekörper“, „Neudeponiekörper“, „Zwischenlager“ und „Infrastruktur“ (Fahrwege, Eingangsbereich mit Gebäuden etc.) unterteilen (siehe auch Anlage 1, Draufsicht Deponie „Grauer Wall“).

Mit der Befüllung des Altdeponiekörpers, der ohne Basisabdichtung und ohne Drainageschicht zur Erfassung von Sickerwässern errichtet wurde, ist in den 1950er Jahren begonnen worden. Auf dem Altdeponiekörper wurde bis 2009 Abfall abgelagert. Es lässt sich nicht mehr ermitteln, welche Abfallarten in welcher Menge wo in dem Altdeponiekörper abgelagert wurden.

Um den Altdeponiekörper mit einer Oberflächenabdichtung zu versehen und gleichzeitig neuen Deponieraum zu schaffen, wurde im westlichen Teil neben und auf dem Altdeponiekörper der aktuell in Betrieb befindliche Neudeponiekörper errichtet, auf dem in verschiedenen Deponieabschnitten nicht gefährliche Abfälle (Deponieklasse (DK I) und gefährliche Abfälle (DK III) abgelagert werden dürfen. Der Neudeponiekörper wurde mit (Planfeststellungsbeschluss,

2012) vom 08.05.2012 festgestellt. Der Beschluss wurde beklagt, die Klage wurde mit dem Urteil des Oberverwaltungsgerichts abgewiesen (OVG, 2014), eine Revision wurde nicht zugelassen. Soweit den Verfassern bekannt, sind keine Klagen zur Deponie „Grauer Wall“ anhängig, die in Bezug auf die im vorliegenden Gutachten zu bearbeitenden Fragestellungen relevant sind.

Gemäß Abfallwirtschaftsplan des Landes Bremen (AWP, 2017) umfasst das Gesamtgelände der Deponie 34,2 ha. Die Ablagerungsfläche des Deponiekörpers beträgt ca. 20 ha. Auf dem Gelände befindet sich neben der eigentlichen Deponie ein Zwischenlager des Müllheizkraftwerks (MHKW), um Abfälle, die aus betrieblichen Gründen nicht sofort einer thermischen Behandlung unterzogen werden können, für max. 12 Monate zwischenzulagern (siehe Abb. 1). Aus dem Abfallwirtschaftsplan kann entnommen werden, dass die Menge des zwischengelagerten Abfalls in der Vergangenheit zwischen 15.000 und 25.000 Mg/a schwankte. Das ab 1.1.2024 noch zur Verfügung stehende Deponievolumen beträgt rd. 1,18 Mio. m^3. Dieser Wert ergibt sich anhand der Daten des Planfeststellungsbeschlusses 2012, der Senatsantwort 2015 und den Angaben der im Bundesanzeiger veröffentlichten Lageberichte der BEG (siehe Tab. 1).

Die Deponie dient auch als Annahmestation, an der Bürger*Innen Grün- und Gartenabfall, Asbest etc. und Betriebe, wie z. B. die örtlich tätigen Entsorgungsbetriebe, die in Bremerhaven anfallenden Abfälle entsorgen können (https://beg-bhv.de/buerger/leistungen/wertstoffhoefe/).

Tab. 1: Voraussichtliches Restvolumen der Deponie Grauer Ende 2023 und 2030.

	Volumen in		**Mengen in**
	Mio. m^3	Mio. m^3	Mio. Mg
Gesamtvolumen	5,10		
abzgl. Oberflächenabdichtung	-0,54		
gem. Planfeststellungsbeschluss S. 18 Pkt 2.8		4,56	
Eingelagert bis Ende 2014 gem. Drucksache der Bremischen Bürgerschaft 19/59 vom 8.9.2015	2,90		
Mio. m^3 p.a. gem. den im Unternehmensregister veröffentlichten Lageberichten der BEG	0,06		
Eingelagerung 2015-2023 angenommene Dichte 1,8 Mg/m^3	0,48		0,86
Einlagerungen gesamt bis Ende 2023		3,38	
Restvolumen ab einer angenommenen Stilllegung Ende **2023**		1,18	2,12
Einlagerung 2023 bis 2030 angenommene Dichte 1,8 Mg/m3		0,42	0,76
Restvolumen ab einer angenommenen Stilllegung Ende **2030**		0,76	1,37

Abb. 1: Zwischenlager auf der Deponie „Grauer Wall“, eine Ortsbegehung erfolgte am 20.05.2021.

4.2 Parameter (Abfallarten und Mengen), die für die Bearbeitung der Fragestellungen von Bedeutung sind

Gemäß den im Bundesanzeiger veröffentlichten Lageberichten der BEG wurden in den Jahren 2014 bis 2019 die in Tab. 2 dargestellten Abfallmengen pro Jahr auf der Deponie abgelagert. Wie der Tabelle zu entnehmen ist, wurden seit 2014 nur noch ca. 5.000 Mg/a an Abfällen aus dem MHKW angeliefert. Die restlichen 5.000 Mg aus dem MHKW wurden anderweitig (unter Tage) entsorgt. Die sonstigen Mengen setzen sich gemäß den aus dem AWP abgeleiteten Berechnungen zu ca. 65 % aus Schlacken aus dem MHKW und zu 35 % aus sonstigen Abfällen zusammen. Das beanspruchte Deponievolumen betrug im Mittel der letzten 6 Jahre (2014 – 2019) ca. 57.840 m^3 (siehe Tab. 2).

Tab. 2: Abfallmengen, die zwischen 2014 und 2019 auf der Deponie „Grauer Wall“ abgelagert wurden.

Quelle: Lageberichte der BEG 2014 bis 2019 gemäß Bundesanzeiger

Jahr	Abgelagerte Abfälle	Beanspruchtes Deponievolumen
	[Mg]	[m^3]
2019	118.727	53.829
2018	114.202	89.160
2017	94.236	47.865
2016	108.135	62.526
2015	113.006	45.695
2014	143.917	47.965
Mittelwert 2014-2019	115.371	57.840
Annahme für weitere Berechnungen	**115.000**	**60.000**

Für die weiteren Berechnungen werden gerundete Mittelwerte der Jahre 2014 bis 2019 angesetzt. Lediglich beim Volumen wird ein leicht höheres jährliches Volumen für die Zukunft angenommen, da für die Berechnungen davon auszugehen ist, dass künftig ein wesentlicher Teil der Schlacken als Bauersatzstoff verwendet wird und durch andere Abfallarten ersetzt werden kann (ursächlich hierfür ist auch die eingetretene Klarheit bezüglich der Schlackeverwertung durch die am 16. Juli 2021 veröffentlichte Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung-Mantelverordnung).

Die angelieferten Mengen lassen sich anhand der Angaben des AWP 2017 weiter aufschlüsseln (siehe Tab. 3). Für die nachfolgenden Berechnungen wurde von einer durchschnittlichen Anlieferung von Abfällen zur Deponie von ca. 115.000 Mg/a ausgegangen. Die in Tab. 3 gemachten Angaben wurden auf Basis der Angaben im Abfallwirtschaftsplan 2017 plausibilisiert.

Tab. 3: Berechnung der zukünftig voraussichtlichen jährlichen Menge an Abfall zur Deponierung.

		Basis 2016	nachhaltig p.a.	davon zur Deponie p.a.
		Mg	Mg	Mg
Verbrennung 2016 aus AWP		307.100	315.000	
Abfallreduktion durch Verbrennung	75%	-229.404	-235.000	
Reste aus MHKW		77.696	80.000	
davon				
deponierbare Rückstände Kategorie 3		-4.872	-5.000	5.000
Rückstände, die anderweitig (unter Tage) zu deponieren sind		-5.128	-5.000	
sonstige Aschen für Deponiebau		67.696	70.000	70.000
Drittanlieferung, Bauschutt, Bauabfälle, Produktionsabfälle				40.000
Gesamtanlieferung an die Deponie				115.000

4.3 Im Gutachten zu berücksichtigende Aspekte der technischen Ausführung der geologischen Barriere, der Abdichtungssysteme des Neudeponiekörpers und des Ringgrabens

4.3.1 Einwendungen der BIKEG, soweit sie für dieses Gutachten relevant sind

In Bezug auf die Ausführung der Abdichtungssysteme des Neudeponiekörpers, der geologischen Barriere und des Ringgrabens zur Ableitung des Sickerwassers aus dem Alt- und Neudeponiekörper hat die Bürgerinitiative „Keine Erweiterung „Grauer Wall““ (BIKEG e.V.) – nachfolgend „BIKEG“ genannt – im Rahmen persönlicher Gespräche, übermittelter Mails und auf Basis eines von ihr beauftragten Gutachtens der melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft GbR nachfolgende Einwendungen vorgebracht (eigene Ausformulierung der Einwendungen), die mit Bezug auf das vorliegende Gutachten relevant sind. Die für das vorliegende Gutachten von der BIKEG vorgetragenen relevanten Punkte sind:

- Der steile Anstieg des Borkonzentration neben der Deponie „Grauer Wall“ seit 2013 liefert im Fall der Deponie „Grauer Wall“ einen Hinweis, dass die Deponie die Quelle der schon jetzt gemessenen Schadstoffverunreinigung ist und damit das Grundwasser jetzt schon negativ beeinflusst.

- In den Grundwassermessstellen um die Deponie werden schon jetzt PAK, AOX, Arsen, Blei, BTEX usw. gemessen, was auf den Austritt von Sickerwasser aus der Deponie hindeutet.

- Aus dem Altdeponiekörper gelangt Sickerwasser in den Ringgraben, der nicht abgedichtet ist, so dass Schadstoffe in den Grundwasserleiter gelangen können.

- Durch die zusätzliche Auflast des Neudeponiekörpers auf den Altdeponiekörper erhöht sich das Risiko eines Sickerwasseraustritts an den Stellen, an denen die geologische Barriere unter dem Altdeponiekörper nicht ausreichend mächtig ist.

- Durch die Erweiterung der Deponie werden sich die bestehenden Probleme (Basis der Deponie ist jetzt schon 3 - 4 m unterhalb des freien Grundwasserspiegels, Sickerwasserblase im unteren Bereich des Deponiealtkörpers, ungenügende geologische Barriere in der Mitte und im Osten der Deponie, Transport von belasteten Sickerwässern durch den nicht abgedichteten Untergrund und in den Ringgraben ins Grundwasser) verschärfen.

- Mit der Erhöhung des Müllbergs auf 50 m wird die Notwendigkeit einer Sanierung der Deponie wahrscheinlicher.

Für die Abschätzung der Kostenfolgen einer Schließung bzw. des Weiterbetriebs der Deponie können potenzielle Kosten durch Sanierungsmaßnahmen relevant werden. Die oben aufgeführten Aspekte sollen daher zumindest in Bezug auf die für dieses Gutachten relevanten Fragestellungen erörtert werden.

4.3.2 Borgehalte an der Grundwassermessstelle GMS1

Wie der Abb. 2 zu entnehmen ist, ist die Konzentration an Bor im Grundwasser an der Messstelle GMS1 (siehe Abb. 2 und 3) seit 2013 signifikant gestiegen und hält sich zwischen 2015 und 2020 auf einem Niveau zwischen 0,4 und 0,46 mg/l.

Dem Grundwasserbericht des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie (Gerdes, 2004) ist zu entnehmen, dass *„Bor geogen im Grundwasser nicht bzw. nur in sehr geringen Konzentrationen vorliegt, so dass dieser Parameter gut geeignet ist als Indikator für anthropogene Beeinflussungen. Borquelle im Siedlungsabfall sind u.a. die Perborate aus Wasch- und Reinigungsmitteln. Grundwässer im Ton enthalten dagegen deutlich höhere geogene Borgehalte (mehrere mg/l), so dass hier Bor als Leitparameter ausscheidet.“*

Bor ist ein natürlich vorkommendes Element, das im Bremerhavener Trinkwasser in Konzentrationen zwischen 0,016 mg/l (Wasserwerk Leherheide) und 0,019 mg/l (Wasserwerk Langen) (swb, 2021) vorliegt, die Konzentration in lokalen Grundwässern kann aufgrund der natürlichen Beschaffenheit der Grundwasserleiter von den genannten Werten stark abweichen.

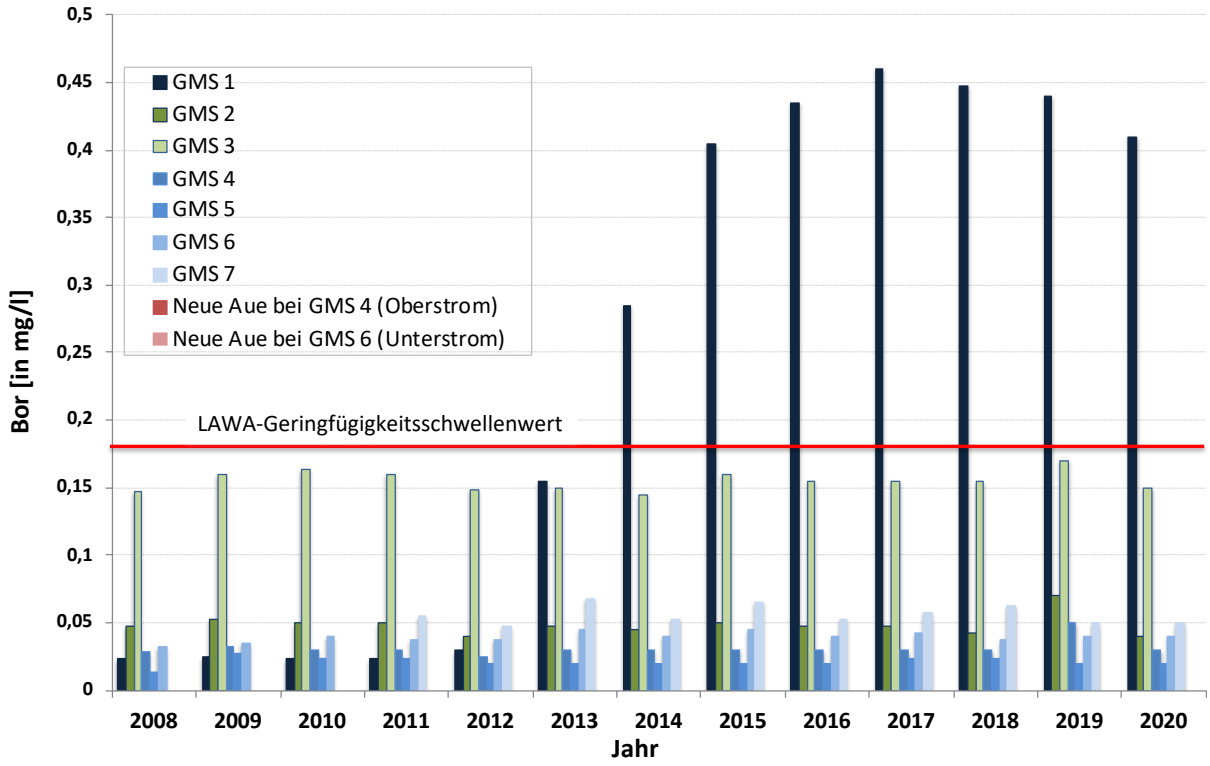


Abb. 2: Borgehalte im Grundwasser im Bereich der Grundwassermessstellen der Deponie „Grauer Wall“ (grün: Grundwassermessstellen im Abstrombereich, blau im Anstrombereich der Deponie). Datenquelle: (UMTEC, 2020)

Wie oben ausgeführt, kann der Borgehalt in Abhängigkeit des Vorliegens von Ton erhöht sein. In Thermalwässern beispielsweise kann Bor in Konzentrationen von 3 mg/l vorkommen (Ramisch, 2013). Der Grenzwert der Trinkwasserverordnung (Trinkwasserverordnung, 2020) für Bor beträgt 1 mg/l, der Geringfügigkeitsschwellenwert[2] zur Beurteilung von lokal begrenzten Grundwasserveränderungen beträgt 0,180 mg/l (LAWA, 2016).

Die Belastung des Grundwassers an der Messstelle GMS1, an der Mitte der Ostflanke der Deponie, in Anstromrichtung des Grundwassers zur Deponie (siehe Abb. 4), mit Borgehalten von max. 0,460 mg/l in 2017, die noch den Grenzwert der Trinkwasserverordnung einhält, ist als gering zu beurteilen. Trotzdem fällt der signifikante Anstieg des Borgehalts von 0,023 bis 0,030 mg/l (in den Jahren 2008 bis 2012) auf den 20-fachen Wert, bis auf 0,460 mg/l in 2017, auf (vergleiche Abb. 2). Die Borgehalte an allen anderen Messstellen sind dabei unauffällig (siehe Abb. 2). Lediglich das Grundwasser an der Messstelle GMS3, im Abstrombereich der Deonie, hat einen im Vergleich zum Grundwasser in den Grundwassermessstellen GMS2, 4, 6 und 7 leicht

2 Umweltbundesamt, Definition Geringfügigkeitsschwellenwert: „*Konzentration, bei der trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber regionalen Hintergrundwerten keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auftreten und bei der gleichzeitig die Anforderungen der Trinkwasserverordnung eingehalten werden*.“ https://sns.uba.de/umthes/de/concepts/_00652218.html, letzter Zugriff 23.07.2021

erhöhten Borgehalt von konstant 0,147 bis 0,160 mg/l. Die Messwerte der Brunnen (bis auf GMS1) überschreiten den Geringfügigkeitsschwellenwert nicht.

Auffällig ist, dass der Borgehalt in der ca. 90 m näher an der Deponie gelegenen Grundwassermessstelle GMS5 keine auffälligen Borgehalte zeigt. Auch bei der naheliegenden Vermutung, dass der Anstieg des Borgehalts in der Grundwassermessstelle GMS1 anthropogenen Ursprungs ist, kann daher kein kausaler Zusammenhang mit einem Schadstoffeintrag aus dem Deponiekörper hergestellt werden.

Lediglich der Borgehalt im Grundwasser der Grundwassermessstelle GMS3, der im Abstrombereich der Deponie liegt und der im Vergleich zu den Grundwassermessstellen GMS2, 4, 5, 6, und 7 einen leicht erhöhten Borgehalt zeigt (siehe Abb. 2), könnte auf einen geringfügigen Einfluss der Deponie auf die stoffliche Zusammensetzung des Grundwassers deuten. Pirwitz (Pirwitz, 2017) erklärt den erhöhten Borgehalt im Grundwasser der Messstelle GMS3 mit der Lage in der salzwasserbeeinflussten Marsch, da nach Pirwitz in allen salzwasserbeeinflussten Grundwässern erhöhte Borgehalte auftreten. Pirwitz schließt eine Verunreinigung des Grundwassers durch die Deponie an den Messstellen aus, da er keine erhöhten Begleitstoffe, die im Sickerwasser von Deponien immer enthalten sind (z. B. Chlorid), nachweisen konnte.

Da Bor in Haushalten, Gewerbe und Industrie eine breite Anwendung findet, schlägt Ramisch (Ramisch, 2013) zur Unterscheidung des Eintrags von Bor vor, z. B. leicht freisetzbare Cyanide und EDTA (Ethylendiamintetraacetat – ein Bestandteil von Waschmitteln) zu bestimmen. Erhöhte Cyanidwerte würden dann eher auf einen Einfluss der Deponie, erhöhte EDTA-Werte auf einen Eintrag über z. B. Abwässer deuten.

Pirwitz (Pirwitz, 2017) hat im Dezember 2016 oder Februar 2017 das Grundwasser auch auf EDTA untersucht und keine erhöhten Werte feststellen können. Eine Belastung des Grundwassers mit Bor durch Abwässer kann daher ausgeschlossen werden.

Die Cyanidgehalte in allen Grundwassermessstellen sind unauffällig (siehe Abb. 5, S. 17). Lediglich im Oberstrom der Neuen Aue, in der Nähe der Grundwassermessstelle GMS4, ist 2014 im Wasser der neuen Aue ein Messwert oberhalb der Nachweisgrenze ermittelt worden, der aber sicher nicht auf einen Einfluss der Deponie zurückzuführen ist, da er im Oberstrombereich ermittelt wurde. Zu beachten ist auch, dass der Borgehalt in der Messstellen GMS3 gering ist und den Grenzwert der Trinkwasserverordnung zu lediglich 15 % ausschöpft.

Fazit:

Die erhöhten Borgehalte im Grundwasser an der Grundwassermessstelle GMS1, im Anstrombereich der Deponie, sind nicht auf den Eintrag von Bor (und anderen Stoffen) aus der Deponie in das Grundwasser zurückzuführen. Der Borgehalt der Grundwassermessstelle GMS3 liegt über die Jahre auf einem konstanten Niveau, die Konzentrationen sind für die Salzwasserbeeinflusste Marsch nicht ungewöhnlich.

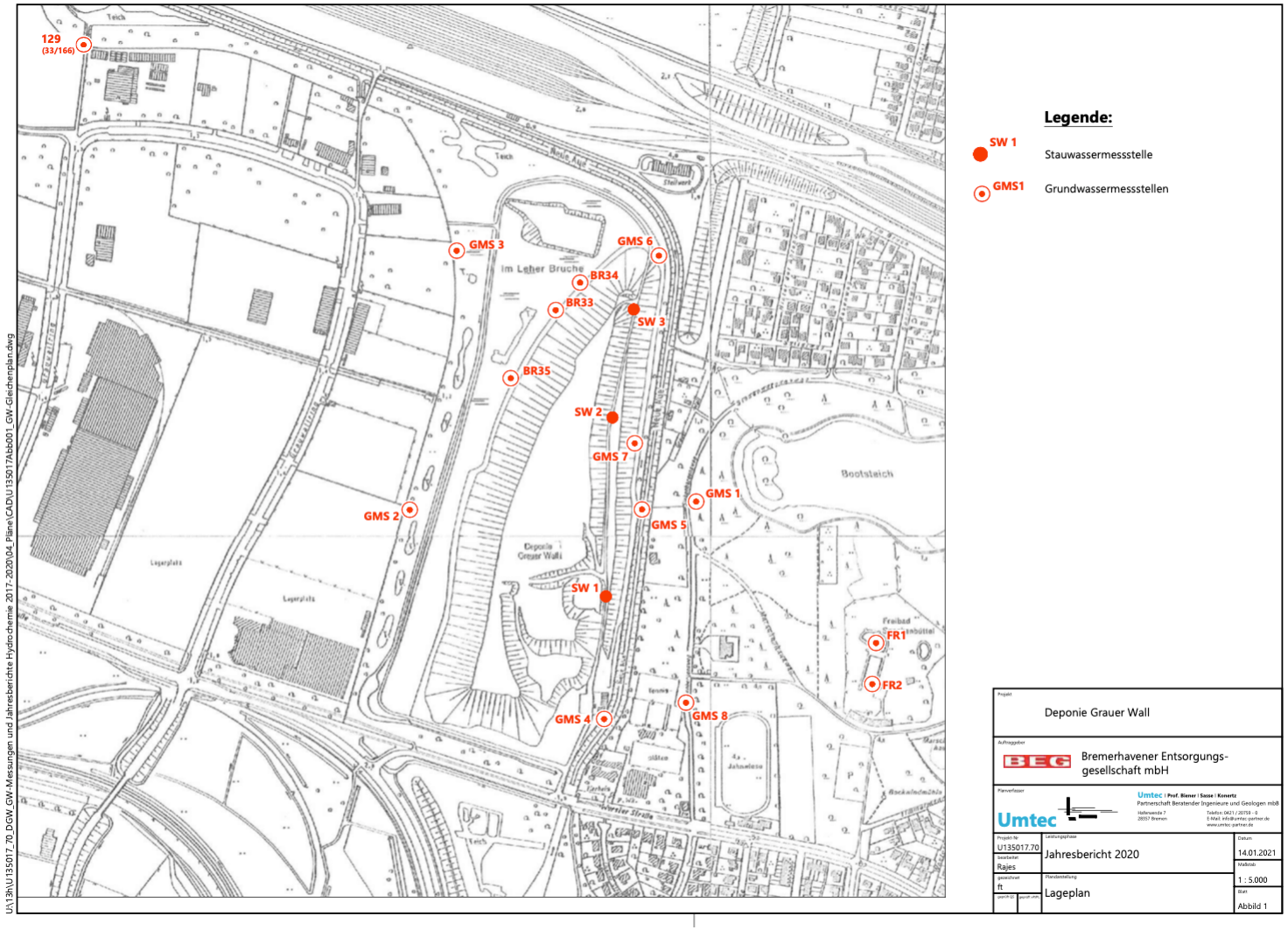


Abb. 3: Grundwassermessstellen im Bereich der Deponie „Grauer Wall“. Datenquelle: (UMTEC, 2020)

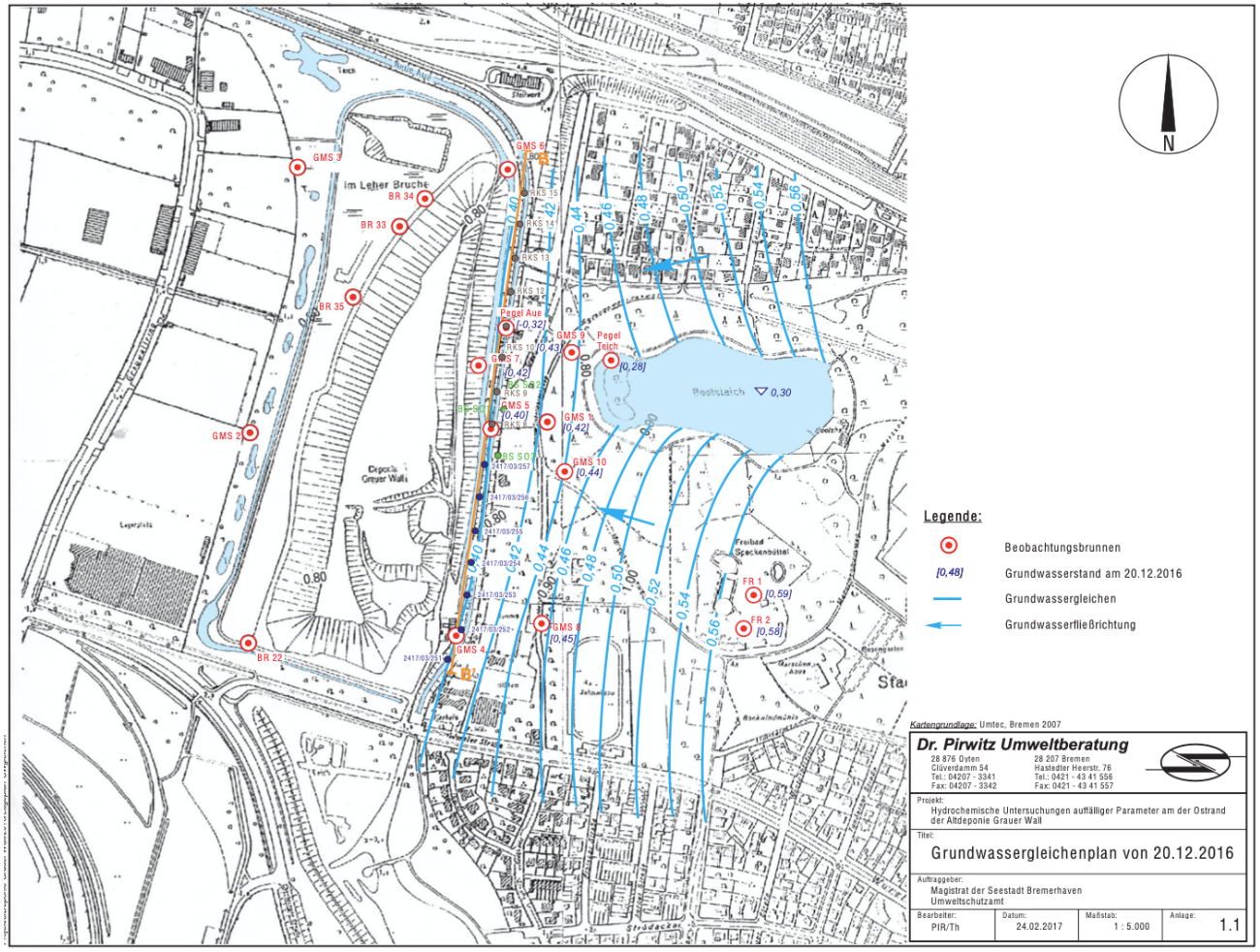


Abb. 4: Grundwassergleichenplan. Datenquelle: (Pirwitz, 2017)

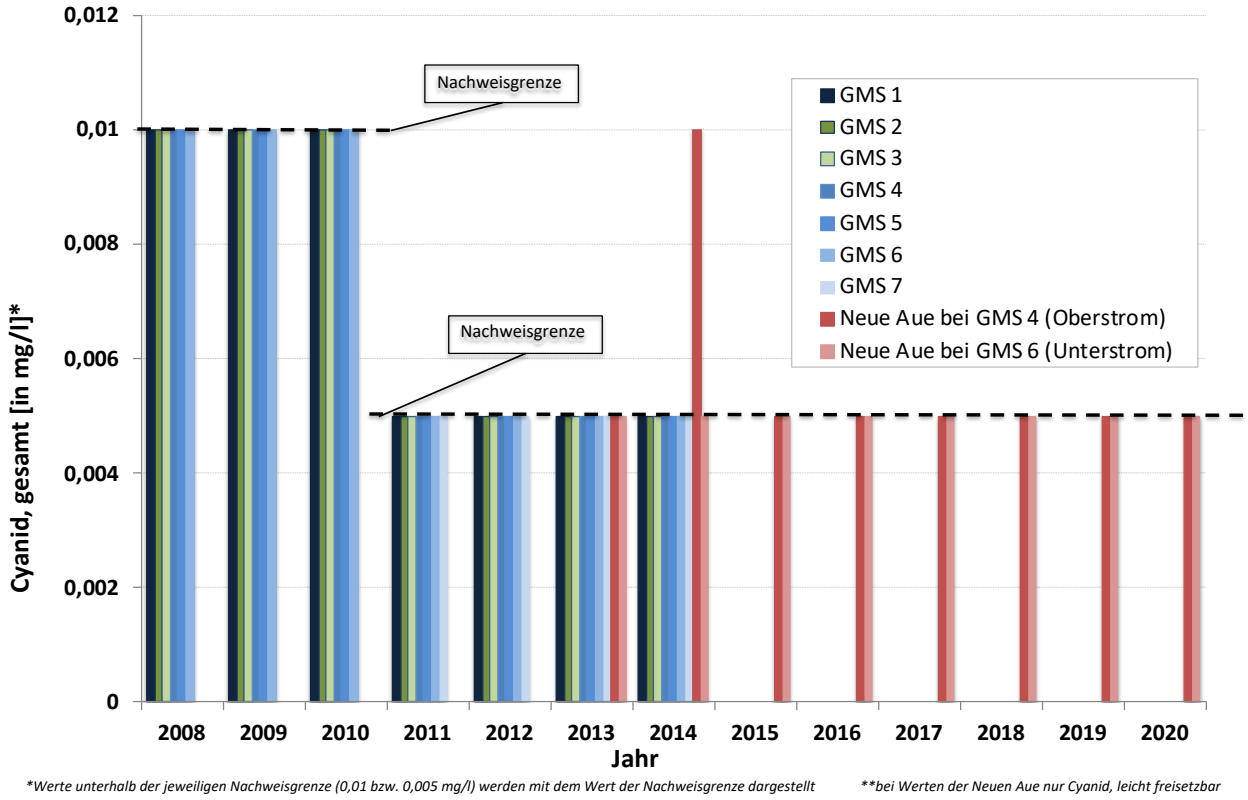
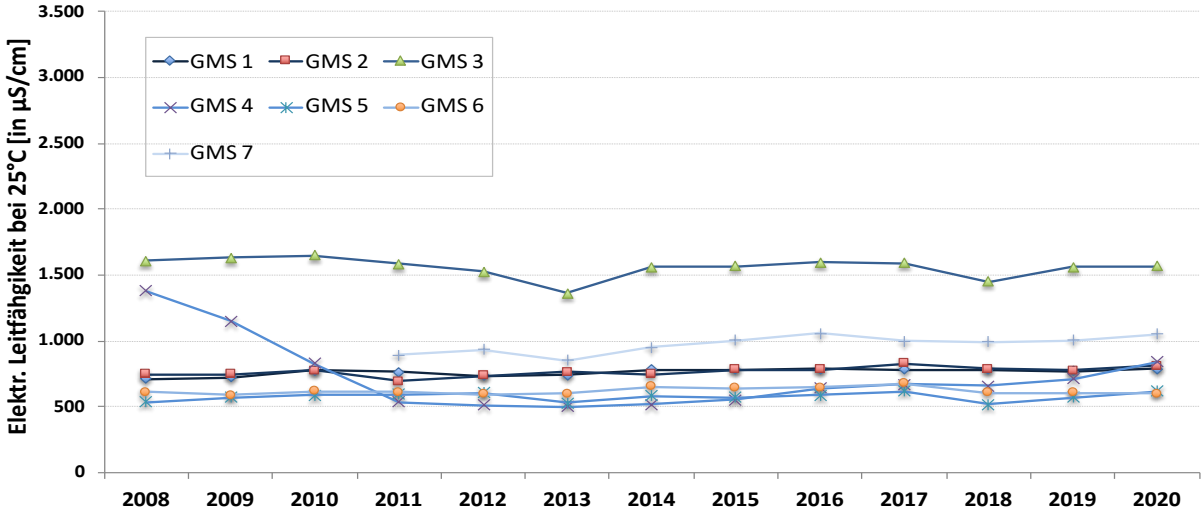


Abb. 5: Cyanidgehalt in den Grundwassermessstellen der Deponie und der Neuen Aue.
Datenquelle: (UMTEC, 2020)

4.3.3 Indikatoren zur Beurteilung des Grundwassers im Bereich der Deponie „Grauer Wall“

Bei der Beurteilung des Einflusses einer Deponie ist es üblich, die Konzentrationen einzelner Schadstoffe im Grundwasser im Anstrom- und Abstrombereich der Deponie zu vergleichen (Gerdes, 2004). Durch den Differenzbetrag für die einzelnen, gemessenen Stoffe lässt sich der Einfluss der Deponie auf das Grundwasser abschätzen – siehe beispielhaft den Verlauf der Leitfähigkeit im An- und Abstrombereich einer Deponie in Niedersachsen und der Deponie „Grauer Wall“ in Abb. 6. In Tabelle 4 sind die Konzentrationsänderungen im An- und Abstrombereich für weitere Stoffe für 12 Deponien aus Niedersachsen angeben. Zum Vergleich und zur weiteren Einordnung sind im Anhang 3 verschiedene Parameter im An- und Abstrombereich von 12 Siedlungsabfalldeponien aus Niedersachsen dargestellt.



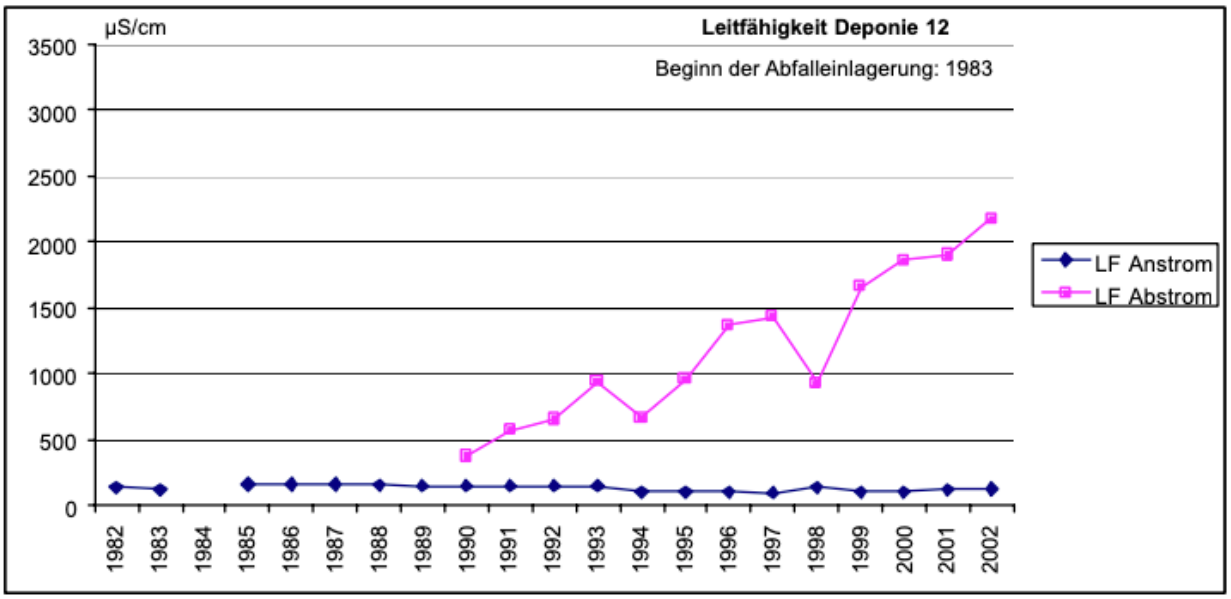


Abb. 6: Oben: Verlauf der elektrischen Leitfähigkeit in den Grundwassermessstellen der Deponie „Grauer Wall“.
Unten: Beispielhafte Ganglinie der Leitfähigkeit im An- und Abstrombereich einer Deponie in Niedersachsen (Jahresmedianwerte) (Gerdes, 2004). Der kontinuierliche Anstieg der Leitfähigkeit zeigt beispielhaft den wachsenden Einfluss der Deponie auf das Grundwasser.

Tab. 4: Konzentrationsänderung und sich daraus ergebener Kontaminationsfaktor im Anstrom- und Abstrombereich von 12 Siedlungsabfalldeponien (NLÖ, 2004).

Deponie Nr.	Deponieart		°C Wassertemperatur	µS/cm Leitfähigkeit	pH-Wert	mg/l O2 Sauerstoff	mmol/l Säurekapazität	mg/l N Ammonium	mg/l N Nitrat	mg/l C DOC/TOC	µg/l Cl AOX	mg/l Kohlenwasserstoffe	mg/l Calcium	mg/l Magnesium	mg/l Natrium	mg/l Kalium
1	Siedlungsabfalldeponie	Konz.änd.		1074	-0,6	-2,0	6,6	0,1	-0,3	12,6	50	<BG	82	39	69	5
		KF		4,7	0,9		4,5		0,3	9,7	11,0		2,7	25,3	10,3	5,8
2	Siedlungsabfalldeponie	Konz.änd.	1,2	597	0,9	-0,2		11,7		31,8					32	26
		KF	1,1	3,0	1,2	0,6		36,4		7,1					3,9	12,7
3	Siedlungsabfalldeponie	Konz.änd.	2,5	1200	-0,6	-0,1	3,4	18,4	18,8	6,6	22	<BG	93	17	109	25
		KF	1,3	4,2	0,9	0,8	2,1	50,7		4,7			2,8	3,6	8,3	12,9
4	Siedlungsabfalldeponie	Konz.änd.	2,0	627	1,6	-9,4	11,2	12,8	-23,9	15,4	55	<BG	80	15	21	27
		KF	1,2	2,6	1,3	0,04	57,0		0,004	11,2			3,3	2,4	2,2	6,8
5	Siedlungsabfalldeponie	Konz.änd.	2,4	501	-0,5	-0,6	4,6	7,7	-9,2	9,8	30	<BG	6	10	41	28
		KF	1,2	1,6	0,9	0,6	2,7		0,1	8,0	5,2		1,0	1,8	2,9	11,1
6	Siedlungsabfalldeponie	Konz.änd.	1,7	992	-0,6	-7,3	8,1	16,0	-22,2	33,6	92		17	29	142	31
		KF	1,2	2,5	0,9	0,05	5,1		0,0	25,0	8,1		1,2	3,6	8,9	13,8
7	Siedlungsabfalldeponie	Konz.änd.	0,5	1476	-0,3	-0,7	9,8	38,5	0,2	29,8	117		143	22	106	9
		KF	1,0	3,0	1,0	0,4	2,7	227,6		5,1	6,3		2,1	3,0	4,1	3,8
8	Siedlungsabfalldeponie	Konz.änd.	4,1	1765	0,8	-0,2	15,3	7,3	0,1	59,5			88	19	213	5
		KF	1,4	4,8	1,1	0,7	22,9	3,0		3,0			5,4	4,1	10,7	2,2
9	Siedlungsabfalldeponie	Konz.änd.	-1,7	758	1,2	0,4	4,8	38,2	0,2	78,0	170	<BG	25	11	19	55
		KF	0,8	4,8	1,2	1,4	31,1	16,9		8,1	5,2		5,5	5,2	2,1	19,7
10	Siedlungsabfalldeponie	Konz.änd.	2,5	2525	0,0	-0,5	17,6	43,3	-0,1	50,0	184	<BG	25	30	170	49
		KF	1,2	5,4	1,0	0,6	8,0	5,0	0,3	6,2	5,4		1,6	5,2	6,6	4,9
11	Siedlungsabfalldeponie	Konz.änd.	3,4	6116	<BG	-0,6		289,6	0,4	212,0	727	<BG	32	49	710	270
		KF	1,3	5,4	1,0	0,5		690,5	1,4	27,5	9,8		1,2	3,9	8,1	28,0
12	Siedlungsabfalldeponie	Konz.änd.	4,7	1917	1,0	-0,3		67,1	1,7	56,0	227		37	9	179	59
		KF	1,5	16,6	1,2	0,6		48,9		6,6	8,9		5,7	9,0	29,4	35,9

In Abb. 7 ist der Parameter Leitfähigkeit in den Grundwassermessstellen der Deponie „Grauer Wall“ als Balkendiagramm dargestellt. An der Grundwassermessstelle GMS3 im Abstrombereich ist die Leitfähigkeit im Grundwasser über die Jahre auf konstantem Niveau, jedoch über den Werten der andere Messstellen und der neuen Aue. Aufgrund der sich im Bereich der Deponie verändernden Bodenverhältnisse (Übergang von der Geest in die Marsch) ist der erhöhte Wert für die Leitfähigkeit auf den hier vorliegenden Marschboden zurückzuführen. Die Werte liegen in einem für die Bodenverhältnisse typischen Bereich. Leitfähigkeitswerte, wie sie beispielhaft für von Deponien beeinflusste Grundwasserleiter in Niedersachsen in Abb. 6 und Anhang 3 mit Werten von deutlich über 2.000 µS/cm, und in einem Fall von über 8.000 µS/cm (siehe Anhang 3), dargestellt sind, finden sich im Bereich der Deponie „Grauer Wall“ nicht.

Organische Halogenverbindungen (AOX) kommen auch in der Natur vor, sind jedoch häufig anthropogenen Ursprungs und können aus Deponien ausgetragen werden. Im von den Deponien unbeinflussten Grundwasser im Anstrombereich der beispielhaft genannten Deponien aus Niedersachsen (siehe Anlage 3) schwanken die AOX-Gehalte zwischen 5 und 80 µg/l, im zum Teil von Deponien beeinflussten Abstrombereich zwischen 28 und 963 µg/l.

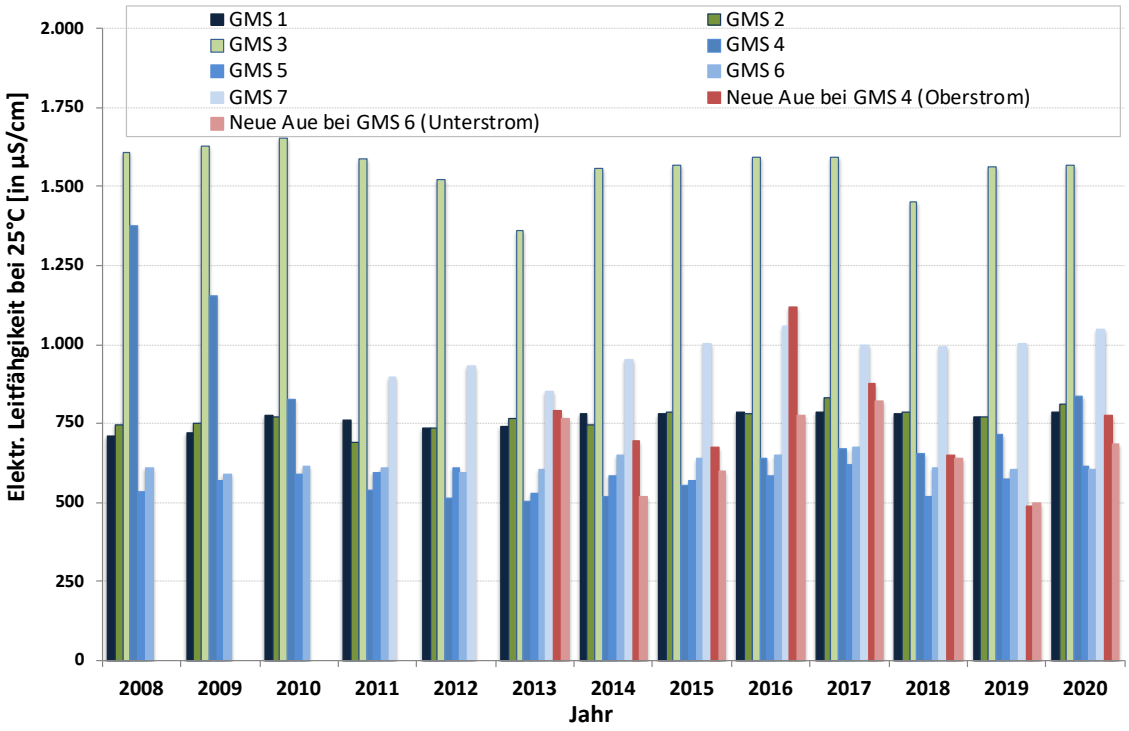


Abb. 7: Leitfähigkeit im Grundwasser im Bereich der Grundwassermessstellen der Deponie „„Grauer Wall“ und der Neuen Aue (grün: Grundwassermessstellen im Abstrombereich der Deponie, blau: Grundwassermessstellen im Anstrombereich). Datenquelle: (UMTEC, 2020)

In Abb. 8. sind die AOX-Gehalte[3] im Grundwasser im Bereich der Deponie „Grauer Wall“ dargestellt. Zunächst fällt auf, dass die AOX-Gehalte ab 2013 in allen Grundwassermessstellen angestiegen sind. Zum Teil sind die AOX-Gehalte im Abstrombereich höher als im Anstrombereich (2013, 2014, 2019), zum Teil bewegen sich die AOX-Gehalte in Messstellen im An- und Abstrombereich auf ähnlichem Niveau (2016, 2017, 2018, 2020) und zum Teil haben Messstellen im Anstrombereich höhere AOX-Gehalte als im Abstrombereich (2015). Obwohl zu vermuten ist, dass die erhöhten Werte anthropogenen Ursprungs sind, ist das Bild uneinheitlich und lässt keinen eindeutigen Schluss auf eine Verunreinigung durch die Deponie erkennen. Für einen eindeutigen Nachweis eines Einflusses der Deponie wären umfänglichere Untersuchungen notwendig. Insbesondere auch, weil andere Leitparameter wie die Leitfähigkeit, anders als bei

[3] AOX = Adsorbierbare organische Halogenide = Summe der an Aktivkohle adsorbierbaren organsichen Hanogenide (z.B. Chloressigsäuren, Chlorphenole, Tetrachlorkohlenstoff, Chloroform, 1,1,2-Trichlorethan etc.)

den in Anhang 3 gezeigten Messwerten von Deponien in Niedersachsen, keinen Beleg für den Einfluss der Deponie liefern.

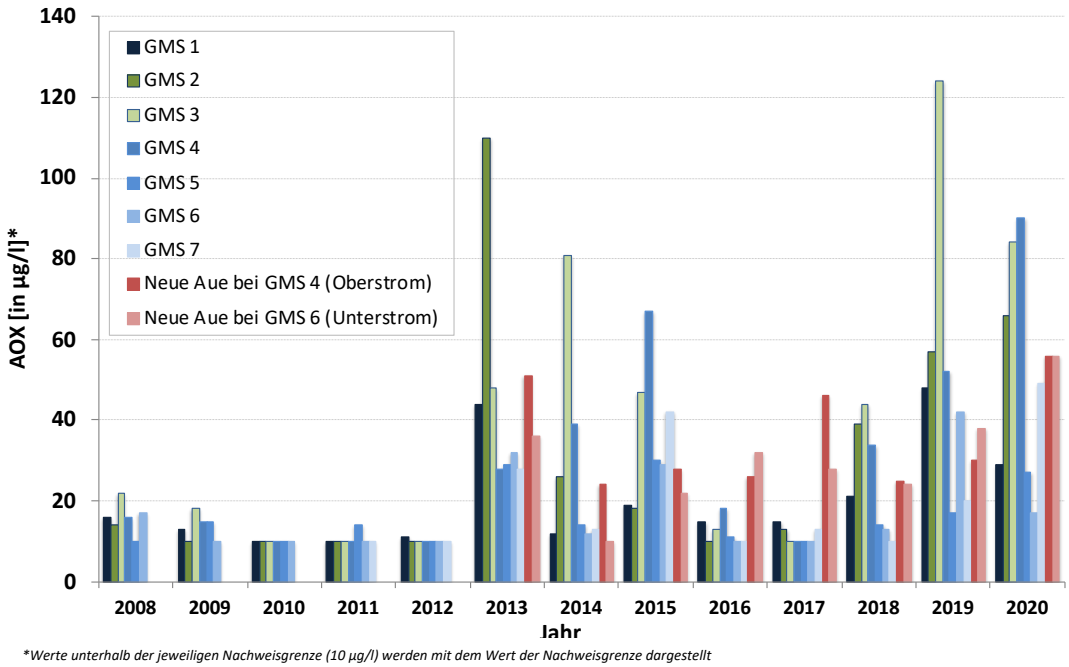


Abb. 8: AOX im Grundwasser im Bereich der Grundwassermessstellen der Deponie „Grauer Wall“ und der Neuen Aue (grün: Grundwassermessstellen im Abstrombereich der Deponie, blau: Grundwassermessstellen im Anstrombereich). Datenquelle: (UMTEC, 2020)

In Abb. 9 sind die Arsengehalte im Grundwasser an den Messstellen im Bereich der Deponie dargestellt. In den Messstellen GMS4 und 6 sind erhöhte Arsengehalte zu erkennen. Da die Arsengehalte in zwei Brunnen im Anstrombereich des Grundwassers zur Deponie, jedoch nicht im Abstrombereich erhöht sind, deutet dies nicht auf eine negative Beeinflussung des Grundwassers durch die Deponie hin. Ähnliches gilt für BTEX (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol; siehe Abb. 10), das sowohl in Messstellen im An- und Abstrombereich des Grundwassers detektiert wurde und auch für die Bleigehalte (siehe Abb. 11) im Grundwasser der Messstellen. Obwohl es eine einmalige Überschreitung des Geringfügigkeitsschwellenwerts für Blei im Grundwasser der Messstelle GMS2 (Abstrombereich) in 2011 gegeben hat, ist aufgrund der in allen anderen Jahren geringen Bleigehalte (unterhalb der Nachweisgrenze) keine Beeinflussung des Grundwassers durch die Deponie zu erkennen.

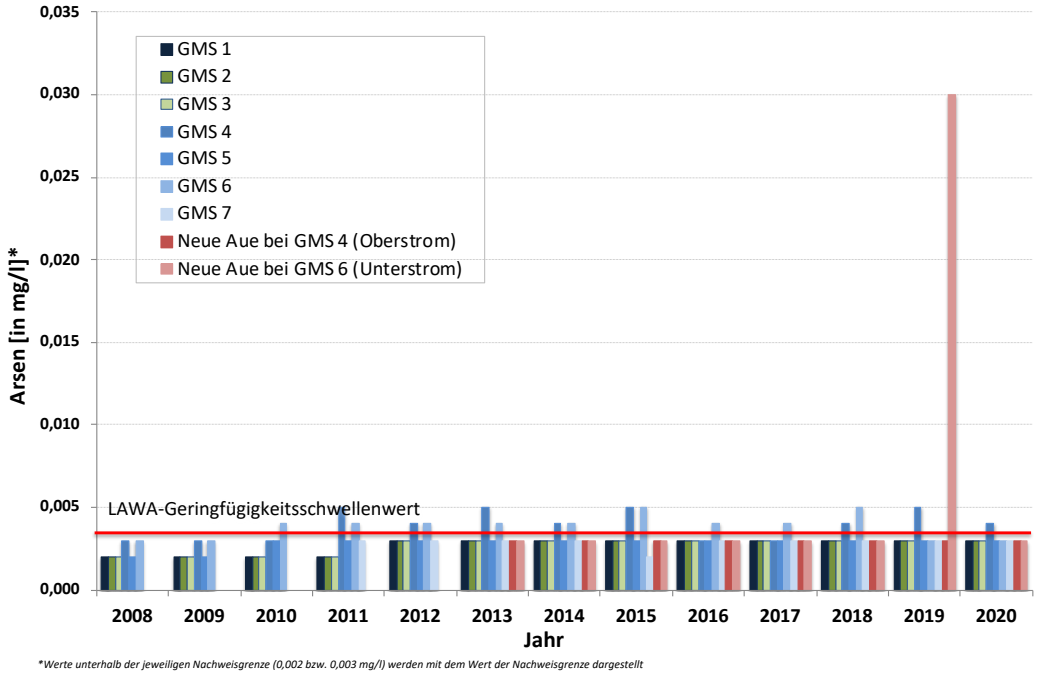


Abb. 9: Arsen im Grundwasser im Bereich der Grundwassermessstellen der Deponie „Grauer Wall“ und der Neuen Aue (grün: Grundwassermessstellen im Abstrombereich der Deponie, blau: Grundwassermessstellen im Anstrombereich). Datenquelle: (UMTEC, 2020)

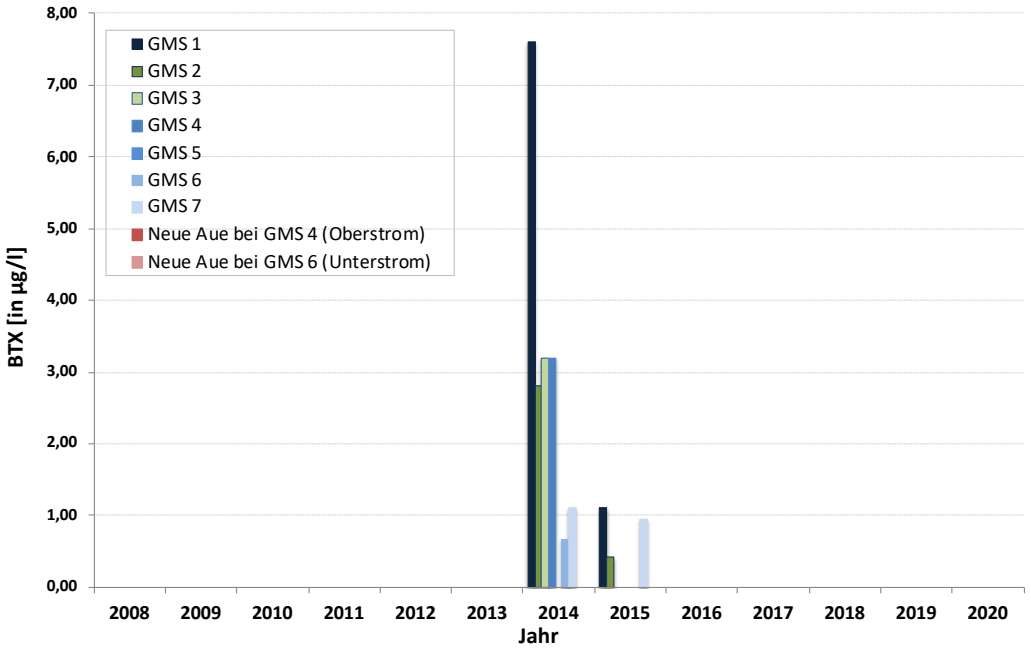


Abb. 10: BTEX im Grundwasser im Bereich der Grundwassermessstellen der Deponie „Grauer Wall“ und der Neuen Aue (grün: Grundwassermessstellen im Abstrombereich der Deponie, blau: Grundwassermessstellen im Anstrombereich). Datenquelle: (UMTEC, 2020)

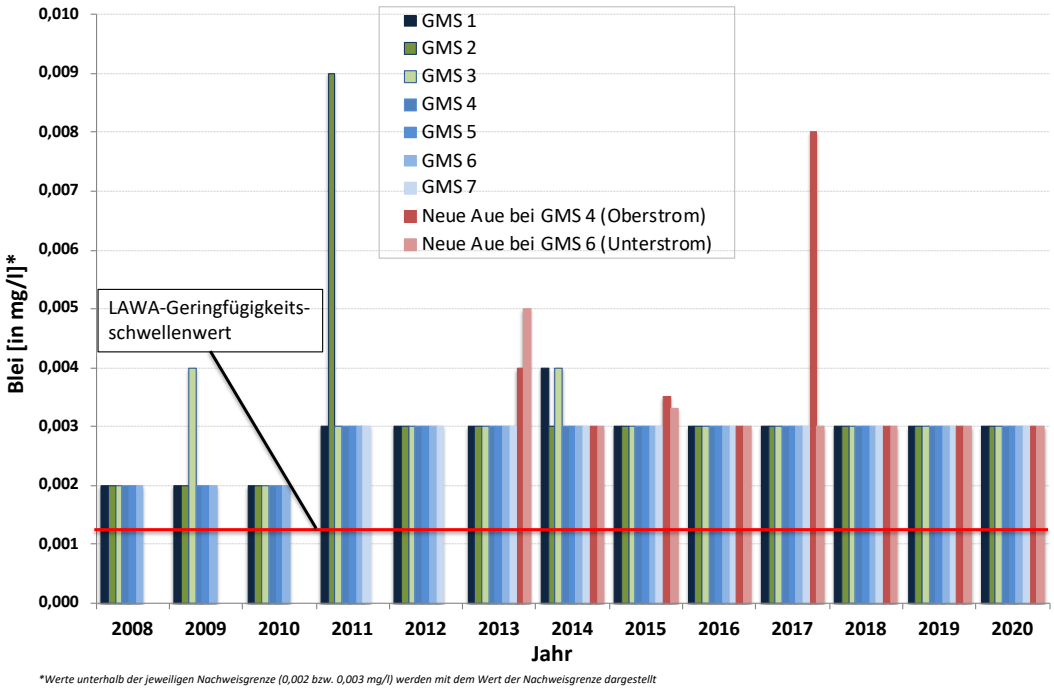


Abb. 11: Blei im Grundwasser im Bereich der Grundwassermessstellen der Deponie „Grauer Wall“ und der Neuen Aue (grün: Grundwassermessstellen im Abstrombereich der Deponie, blau: Grundwassermessstellen im Anstrombereich). Datenquelle: (UMTEC, 2020)

Fazit:

Obwohl im Grundwasser im Anstrom- und Abstrombereich der Deponie Schadstoffe wie Blei, BTEX, Arsen etc. detektiert wurden, lässt sich aus der Höhe und dem zeitlichen Verlauf der Schadstoffkonzentrationen keine Beeinflussung des Grundwassers durch die Deponie erkennen.

4.3.4 Ableitung des Sickerwassers über den Ringgraben

Wie Pirwitz berichtet, liegt der mittlere Chloridgehalt des Wassers im Ringgraben bei ca. 4.500 mg/l (Pirwitz, 2017). Der Chloridgehalt im Grundwasser der Messstellen liegt deutlich darunter. Im Anstrombereich sind die Chloridgehalte in der Messstelle GMS4 mit bis zu 320 mg/l am höchsten. Die Chloidgehalte sind von 2008 bis 2011 von 320 mg/l auf 53,5 mg/l in 2011 gesunken und stiegen seit 2014 kontinuierlich auf 138 mg/l in 2020 an (siehe Abb. 12). Im Abstrombereich liegen die höchsten Werte im Grundwasser der Messstelle GMS3 vor. Die Werte schwanken zwischen 305 mg/l in 2009 und 196,7 mg/l in 2010. In den letzten 5 Jahren schwankten die Werte zwischen 240 und 287 mg/l. Die Chloridgehalte in den anderen Brunnen im An- und Abstrombereich der Deponie schwanken weniger, liegen aber deutlich unterhalb der Chloridgehalte im Sickerwasser im Ringgraben. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus

Abschnitt 3.1.1 und 3.1.2 kann davon ausgegangen werden, dass die Chloridgehalte nicht durch den Eintritt von Sickerwasser in das Grundwasser herrühren. Da Überschreitungen des Geringfügigkeitsschwellenwerts und Schwankungen im An- und Abstrombereich der Deponie gleichermaßen vorkommen, ist davon auszugehen, dass die Chloridgehalte im Grundwasser nicht durch die Deponie, sondern auf die wechselnden Bodenverhältnisse im Übergangsbereich von der Geest in die Marsch zurückzuführen ist.

Der Borgehalt des Wassers im Ringgraben beträgt laut Pirwitz (Pirwitz, 2017) ca. 4.000 µg/l. Das Wasser des Ringgrabens wird demnach wesentlich durch den Eintritt von Sickerwasser aus der Deponie beeinflusst. Der Borgehalt liegt damit signifikant über dem Niveau der Borgehalte des Grundwassers im An- und Abstrombereich der Deponie (vergleiche auch Abschnitt 3.1.1).

Fazit:

Die Deponie entwässert offensichtlich in den Ringgraben. Einen Beleg für den Eintrag von Schadstoffen in das Grundwasser über den Ringgraben liegt derzeit nicht vor.

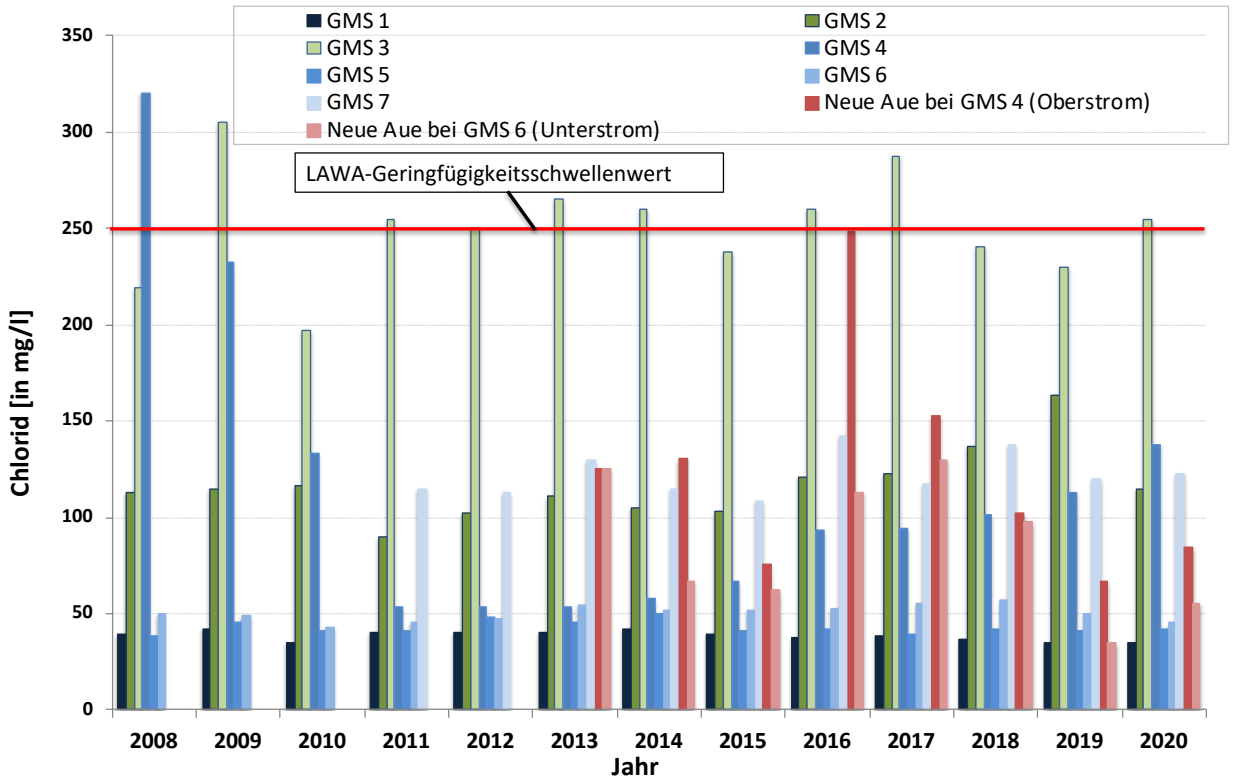


Abb. 12: Chloridgehalt im Grundwasser im Bereich der Grundwassermessstellen der Deponie „Grauer Wall“ und der Neuen Aue (grün: Grundwassermessstellen im Abstrombereich der Deponie, blau: Grundwassermessstellen im Anstrombereich). Datenquelle: (UMTEC, 2020)

4.3.5 Auswirkungen der Erhöhung der Auflast durch den Neudeponiekörper auf den Altdeponiekörper

Im Bereich des Altdeponiekörpers der Deponie „Grauer Wall“ wurden bereits seit den 1950er Jahren Abfälle abgelagert. Dem Erläuterungsbericht zum Antrag auf Änderung der Planfeststellung (UMTEC, 2010) ist zu entnehmen, dass der Altdeponiekörper über „keine künstliche Basisabdichtung verfügt“. Laut Erläuterungsbericht ist jedoch davon auszugehen, dass eine „funktionierende geologische Barriere“ vorliegt. Melchior (Melchior, 2014) zeigt in seinem Gutachten, dass die geologische Barriere nicht in allen Bereichen der Deponie gleichermaßen ausgebildet ist. Insbesondere an der Ostflanke der Deponie, die heute als Altlast dem Bodenschutzrecht unterliegt, ist die geologische Barriere schwach ausgebildet und würde den heutigen Ansprüchen an eine geologische Barriere gemäß Deponieverordnung (DepV, 2009) nicht genügen. Hierzu sei angemerkt, dass heute eine neu zu genehmigende Deponie, die über keine Basisabdichtung und kein Entwässerungssystem verfügt, grundsätzlich nicht genehmigungsfähig wäre. Hieraus kann jedoch nicht geschlussfolgert werden, dass Altdeponien grundsätzlich zurückgebaut oder saniert werden müssen. Altdeponien wurden und werden zum weitaus überwiegenden Teil nicht zurückgebaut.

Im Rahmen der Nachsorge sind Deponien zu überwachen (Kranert, 2018). In Bezug auf das Grundwasser werden Überwachungsbrunnen im An- und Abstrombereich einer Deponie errichtet. Im Rahmen regelmäßiger Beprobungen werden Grundwasserproben gezogen und auf relevante chemisch-physikalische Parameter untersucht. Durch den Vergleich der Konzentration von relevanten Parametern kann der Einfluss einer Deponie auf das Grundwasser abgeschätzt werden (Gerdes, 2004).

Aus den Ergebnissen der Untersuchungen an den Grundwassermessstellen im An- und Abstrombereich der Deponie „Grauer Wall“ lässt sich keine signifikante Kontamination des Grundwassers durch aus der Deponie oder dem Ringgraben in das Grundwasser eintretendes Sickerwasser erkennen (vergleiche Abschnitt 4.3.1 bis 4.3.4).

Grundsätzlich kann angenommen werden, dass durch eine erhöhte Auflast die Anforderungen an die Standfestigkeit der Deponie und die geologische Barriere steigen.

Die aktuell in Betrieb befindliche Deponie „Grauer Wall“ wurde auf dem Altdeponiekörper errichtet. Die geologische Barriere unterhalb des Altdeponiekörpers ist, wie oben beschrieben, insbesondere an der Ostflanke der Deponie geschwächt (Melchior, 2014). Wie der Abbildung in Anhang 2 zu entnehmen ist, werden durch den Betrieb des Neudeponiekörpers auf der Ostflanke der Deponie keine Abfälle abgelagert, die Auflast gerade in diesem Bereich, in dem die geologische Barriere geschwächt ist, wird nicht erhöht.

Es wurde vermutet, dass auch in den westlich gelegenen Bereichen der Deponie die geologische Barriere Schwächen aufzeigt. Ob und in welchem Maße bei einer erhöhten Auflast und bei

potenziell vorhandenen Schwachstellen der geologischen Barriere das Risiko einer Grundwasserverunreinigung steigt, und ob eine Grundwasserverunreinigung durch eine Stilllegung der Deponie verhindert werden kann, ist höchst spekulativ.

Die Überwachung des Grundwassers im An- und Abstrombereich der Deponie zeigt über die Jahre 2008 - 2020, gut 70 Jahre nach dem Beginn der ersten Ablagerung von Abfällen, keine signifikante Verunreinigung des Grundwassers an (vergleiche Abschnitt 4.3.1 bis 4.3.3). Anthropogen verursachte Schadstoffeinträge in das Grundwasser, wie beispielsweise Bor in der Grundwassermessstelle GMS1, liegen in einem Konzentrationsbereich vor, der unterhalb der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung liegt und die Borkonzentration der Messstelle GMS1 lässt sich nicht auf einen Einfluss der Deponie zurückführen (vergleiche Abschnitt 4.3.2).

Fazit:

Auf Basis der vorliegenden Informationen kann ein erhöhtes Risiko, dass sich signifikant auf die Kosten des Weiterbetriebs bzw. einer Schließung der Deponie auswirkt, derzeit nicht erkannt werden.

4.3.6 Fazit zur Berücksichtigung von Kosten bei der Ermittlung der wirtschaftlichen Auswirkungen bei einer Stilllegung der Deponie vor 2030

Würde durch einen Weiterbetrieb der Deponie „Grauer Wall“ das Risiko notwendiger Sanierungsmaßnahmen oder gar eines notwendigen Rückbaus der Deponie signifikant erhöht, so könnte dies erhebliche Kosten verursachen. Würde im Extremfall, durch eine kurzfristige Stilllegung der Deponie, eine Sanierung vermieden, durch den Weiterbetrieb der Deponie jedoch verursacht, so müsste dies bei der Abschätzung der Kostenfolgen im Rahmen des vorliegenden Gutachtens berücksichtigt werden.

Wie den Ausführungen in den vorangegangenen Kapiteln zu entnehmen ist, kann auf Basis der vorliegenden Informationen nicht davon ausgegangen werden, dass durch den Weiterbetrieb der Deponie ein signifikant erhöhtes, in den nachfolgenden Kostenschätzungen zu berücksichtigendes Sanierungsrisiko entsteht. Das bedeutet nicht, dass auszuschließen ist, dass beispielsweise Sanierungsmaßnahmen notwendig werden (z. B. für eine Abdichtung des Ringgrabens etc.). Es bedeutet aber, dass die Sanierungsmaßnahmen aller Wahrscheinlichkeit nach in gleichem Umfang bei einer zeitnahen Stilllegung und gleichermaßen bei einem Weiterbetrieb der Deponie notwendig würden

4.4 Notwendige Maßnahmen zur Schließung der Deponie

4.4.1 Eckpunkte eines Schließungskonzepts

Mit dem vorliegenden Gutachten soll die Frage beantwortet werden, welche Folgen die Schließung der Deponie „Grauer Wall“ bis spätestens 2030 zu Folge hätte. Die Fragestellung impliziert, dass die Schließung der Deponie zum nächst möglichen Zeitpunkt, spätestens aber 2030 erfolgen soll. Im Folgenden soll davon ausgegangen werden, dass in einem Zeitraum von 2 bis 8 Jahren ab Ende 2021 die rechtlichen, technischen und organisatorischen Voraussetzungen für die Schließung der Deponie geschaffen werden können.

Aus technischer Sicht kann grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass die Deponie, wie jede andere auch, geschlossen werden kann. Natürlich ergibt sich aus einer Schließung der Deponie die Notwendigkeit, die Funktionen, welche die Deponie erfüllt, an anderer Stelle zu erfüllen. Hierzu sind insbesondere folgende Aspekte zu berücksichtigen:

1. Entsorgungssicherheit: Für Abfälle, die heute auf der Deponie abgelagert werden und für Abfälle, die heute nicht abgelagert werden, die im Rahmen der Genehmigung jedoch abgelagert werden dürfen und die in Zukunft anfallen können, beispielsweise durch neu angesiedelte Betriebe, müssen alternative Entsorgungswege entwickelt werden.

2. Annahmestation: Heute werden auf der Deponie Abfälle von privaten und gewerblichen Anlieferern angenommen. Die Annahmestation muss entweder weiter betrieben werden oder eine alternative Annahmestation muss errichtet werden. Die angenommenen Abfälle müssen zwischengelagert und für einen Transport zu externen Entsorgungsanlagen auf LKWs geladen werden.

3. Zwischenlager: Auf dem Gelände der Deponie existiert für Havarie- und Revisionsarbeiten des Müllheizkraftwerks der BEG ein Abfallzwischenlager mit einer Kapazität von 25.000 Mg. Das Zwischenlager muss entweder weiterbetrieben werden oder es muss in Abstimmung mit der BEG ein neues Zwischenlager errichtet werden oder der finanzielle Schaden, den die BEG durch die Schließung hat, muss kompensiert werden.

4. Stilllegung: In der Stilllegungsphase wird die Endkubatur des Deponiekörpers hergestellt und nach Abschluss der Setzungen die Oberflächenabdichtung hergestellt. Die Aufwendungen hierfür werden unabhängig vom Schließungszeitpunkt anfallen. Eine Verminderung der gesamten Stilllegungs- und Nachsorgekosten ist nicht zu erwarten.

4.4.2 Maßnahmen und ihre Kosten bei einer vorzeitigen Schließung der Deponie

Im Rahmen der Erstellung des vorliegenden Gutachtens konnte und sollte kein abschließendes technisches Konzept zur Schließung der Deponie „Grauer Wall“ erarbeitet werden. Mit dem vorliegenden Gutachten sollen jedoch u. a. die Kosten einer Schließung der Deponie abgeschätzt werden. Im Folgenden sollen daher die Grundannahmen in Bezug auf die Beantwortung der Fragestellungen des vorliegenden Gutachtens transparent dargelegt werden.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass bei einer vorzeitigen Schließung der Deponie oder der Schließung der Deponie nach vollständiger Verfüllung eine Endkubatur hergestellt, eine Oberflächenabdichtung gemäß Deponieverordnung erstellt und die Deponie am Ende rekultiviert werden muss. Je größer die Oberfläche der Deponie ist, desto höher werden die Kosten für die entsprechenden Arbeiten sein. Bei einer vorzeitigen Schließung, bei der der Deponiekörper aufgrund der geringeren Höhe und Ausdehnung eine geringere Oberfläche hat, sollten die Kosten für die Oberflächenabdichtung und die Rekultivierung geringer sein als bei einer Verfüllung des gesamten zur Verfügung stehenden Deponievolumens.

Bei der Erstellung der Endkubatur, die im Wesentlichen mit den abzulagernden Abfällen hergestellt wird, verhält es sich andersherum. Je früher die Deponie geschlossen wird, desto schwieriger wird es sein, die Endkubatur der Deponie mit den noch abzulagernden Abfällen herzustellen. Durch die bei einer vorzeitigen Schließung notwendigen Arbeiten zur Aufnahme bereits abgelagerter Abfälle, um diese zur Herstellung der Endkubatur erneut einzubauen, werden die Kosten bei einer vorzeitigen Schließung für diese Arbeiten höher ausfallen.

Für die Ermittlung der für die vorzeitige Schließung zu erwartenden Kosten soll davon ausgegangen werden, dass die Deponie Ende 2023 oder alternativ 2030 geschlossen wird. Der verbleibende Zeitraum sollte theoretisch ausreichen, alle notwendigen Maßnahmen, die für eine vorzeitige Schließung der Deponie notwendig sind, durchzuführen (politische Beschlüsse fassen; Entsorgungsmöglichkeiten bei Dritten finden, verhandeln und vertraglich sichern; Verhandlung mit direkt Betroffenen wie der BEG führen und abschließen; Planungen zu organisatorischen, rechtlichen und technischen Maßnahmen zur Schließung der Deponie durchführen usw.).

Es wird vereinfachend davon ausgegangen, dass die Planungskosten für die Erstellung der Endkubatur, die Errichtung der Oberflächenabdichtung und der Rekultivierungsmaßnahmen bei einer vorzeitigen Schließung der Deponie und einer Schließung nach vollständiger Verfüllung der Deponie gleich hoch sind. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass die zu erwartenden höheren Kosten für die Erstellung der Endkubatur und für die zusätzlich anfallenden organisatorischen Maßnahmen durch die geringeren Kosten für die Oberflächenabdichtung und der Rekultivierung kompensiert werden.

4.4.3 Alternative Entsorgungsmöglichkeiten und Entsorgungskosten für die Abfälle, die heute auf der Deponie „Grauer Wall“ abgelagert werden

Grundvoraussetzung für eine Schließung der Deponie ist die Schaffung von Entsorgungssicherheit. Zur Klärung der Fragestellung wurden eine Reihe vertraulicher Gespräche mit Akteuren aus Bremerhaven, Bremen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Mecklenburg-Vorpommern geführt. Aufgrund des Fehlens eines Verhandlungsmandats konnte die Frage nach alternativen Entsorgungsmöglichkeiten für die Abfälle, die heute auf der Deponie „Grauer Wall“ abgelagert werden, nicht abschließend und sicher geklärt werden. Dies ist bei der Bewertung der nachfolgenden Ausführungen zu berücksichtigen.

Im Rahmen der Recherche konnten keine Ansatzpunkte zu ortsnahen Entsorgungsmöglichkeiten für die Abfälle identifiziert werden, die derzeit auf der Deponie „Grauer Wall“ abgelagert werden. Bei Akteuren von weiter entfernt gelegenen Entsorgungsanlagen war jedoch Bereitschaft zu erkennen, die vermuten lässt, dass die derzeit in Bremerhaven abgelagerten Abfälle bei Dritten mit mittelfristiger Entsorgungssicherheit entsorgt werden können. Die Aussage ist jedoch mit Vorsicht zu bewerten und müsste vor einer Entscheidung zur Schließung der Deponie „Grauer Wall“ durch konkrete Verhandlungen verifiziert werden.

Für die nachfolgenden Betrachtungen und zur Abschätzung der Kostenfolgen soll davon ausgegangen werden, dass die betreffenden Abfälle bei Akteuren in 250 km bis 300 km Entfernung umweltgerecht entsorgt werden können. Die Kosten, die für die Entsorgung der Abfälle anfallen, sind schwer abzuschätzen. Es soll daher davon ausgegangen werden, dass marktübliche Preise für die Entsorgung gezahlt werden müssen. Für die relevanten Abfälle sollen daher folgende Entsorgungskosten frei Entsorgungsanlage (Preisbasis 2021) zur Ermittlung der Kostenfolgen berücksichtigt werden. Preissteigerungen sind über die Jahre zu erwarten.

- Boden und Steine 85,- bis 105 €/Mg
- Schlämme, Sandfangrückstände 90,- bis 110,- €/Mg
- Siebsande, Absiebungen 85,00 bis 105,- €/Mg
- Schlacken 70,- bis 90,- €/Mg
- Aschen 90,- bis 110,- €/Mg
- Asbest 120,- bis 140,- €/Mg
- Künstliche Mineralfasern (KMF) 380,- bis 420,- €/Mg
- asbesthaltige Dachpappen 380,- bis 420,- €
- Brandabfälle 250,- bis 300,- €/Mg
- Straßenaufbruch 85,- bis 105,- €/Mg

Alle Preise verstehen sich als netto-Preise, ohne Berücksichtigung der Umsatzsteuer.

Den Autoren sind die tatsächlichen Kosten des Einbaus der verschiedenen Abfallarten auf der Deponie „Grauer Wall“ nicht bekannt. Auch kann die mengenmäßige Aufteilung der Abfallarten, die bis zur Endverfüllung auf der Deponie entsorgt werden würden, nur grob geschätzt werden. Für die Ermittlung der Kostenfolgen einer vorzeitigen Schließung der Deponie soll daher davon ausgegangen werden, dass jährlich 115.000 Mg Abfälle entsorgt werden müssen (siehe Tab. 2 und 3 in Abschnitt 4.2) und die Entsorgung der Abfälle durch externe Entsorgungsanlagen im Mittel 100,- €/Mg kosten würde.

Da die Kosten für die Beschaffung des Deponieraums auf der Deponie „Grauer Wall“ bereits angefallen sind, sind die anfallenden Entsorgungskosten den Kosten für die Schließung der Deponie hinzuzurechnen. Da bei einer Schließung der Deponie Kosten für den Einbau und die Bewirtschaftung der Deponie entfallen, reduziert sich der Schaden um ca. 20,- €/Mg (grobe Schätzung, da den Autoren die tatsächlichen Kosten für den Einbau von Abfällen und die Bewirtschaftung der Deponie „Grauer Wall“ nicht bekannt sind). Der finanzielle Schaden, der durch die Schließung der Deponie zu erwarten ist, beträgt demnach netto ca. 80,- €/Mg Abfall, der extern entsorgt werden muss. Bei einem Restdeponievolumen von 1,18 Mio. m^3 Ende 2023 bzw. von 0,76 Mio. m^3 bei einer Schließung nach 2030 und einer geschätzten Einbaudichte des Materials von 1,8 Mg/m^3 Deponievolumen könnten nach 2023 noch ca. 2,12 Mio. Mg Abfälle abgelagert werden. Dies bedeutet, dass zusätzliche Kosten von bis zu 169,6 Mio. € anfallen. Bei einer Schließung der Deponie Ende 2030 würde Deponieraum für ca. 1,37 Mio. Mg Abfall aufgegeben, die hierdurch anfallenden zusätzlichen Kosten würden ca. 109,44 Mio. € betragen. Hinzu kommen Kosten für den Transport. Kosten für den Umschlag sollen vernachlässigt werden, da sie nur für geringe Mengen anfallen, die direkt auf der Deponie angeliefert werden und umgeschlagen werden müssten. Da die Kostenbasis das Jahr 2021 ist, müssen zu erwartende Preissteigerungen zusätzlich berücksichtigt werden (siehe Abschnitt 5).

Im Rahmen der Untersuchungen wurden auch Gespräche mit Verwaltungen auf Landesebene geführt. Hier ist insbesondere anzumerken, dass bei allen Ansprechpartnern deutliches Unverständnis geäußert wurde. Die vorzeitige Schließung der genehmigten Deponie mit einem noch verfügbaren Deponievolumen von über 1 Mio. m^3 wurde angesichts knapper Deponiekapazitäten und den konzertierten Bemühungen der norddeutschen Bundesländer zur Entwicklung neuer Deponiestandorte als nicht zielführend gewertet. Es muss davon ausgegangen werden, dass die betreffenden Verwaltungen der Länder und auch der entsorgungspflichtigen Körperschaften die Suche nach alternativen Entsorgungsmöglichkeiten nicht unterstützen, sondern eher kritisch begleiten werden.

5. Abschätzung der Kosten, die bei einer Schließung der Deponie entstehen sowie Abschätzung der Auswirkungen auf klimabezogene Aspekte und die Stadtgesellschaft sowie sonstige Dritte

5.1 Rechtliche Grundlage zur Schließung der Deponie

Bei der Genehmigung zum Betrieb einer Deponie handelt es sich um einen begünstigenden Verwaltungsakt.

Ein Verwaltungsakt kann ganz oder teilweise mit Wirkung für die Zukunft oder für die Vergangenheit zurückgenommen werden, sofern er von Beginn an rechtswidrig gewesen ist (§ 48 VwVfG (VwVfG, 2003)). Dies ist vorliegend nicht der Fall (siehe auch OVG-Urteil 2014 (OVG, 2014)).

Also könnte die Genehmigung allenfalls noch gem. § 49 Abs. 2 (VwVfG, 2003) ganz oder teilweise mit Wirkung für die Zukunft widerrufen werden,

a. wenn der Widerruf durch Rechtsvorschrift zugelassen oder im Verwaltungsakt vorbehalten ist;
b. wenn mit dem Verwaltungsakt eine Auflage verbunden ist und der Begünstigte diese nicht oder nicht innerhalb einer ihm gesetzten Frist erfüllt hat;
c. wenn die Behörde auf Grund nachträglich eingetretener Tatsachen berechtigt wäre, den Verwaltungsakt nicht zu erlassen, und wenn ohne den Widerruf das öffentliche Interesse gefährdet würde;
d. wenn die Behörde auf Grund einer geänderten Rechtsvorschrift berechtigt wäre, den Verwaltungsakt nicht zu erlassen, soweit der Begünstigte von der Vergünstigung noch keinen Gebrauch gemacht oder auf Grund des Verwaltungsaktes noch keine Leistungen empfangen hat, und wenn ohne den Widerruf das öffentliche Interesse gefährdet würde;
e. um schwere Nachteile für das Gemeinwohl zu verhüten oder zu beseitigen.

Der Planfeststellungsbeschluss lässt derartige Widerrufsmöglichkeiten zu a. und zu b. nicht erkennen, außer unter Ziff. 7.4 im Hinblick auf den Wegfall der Voraussetzungen der Erlaubnis für den Betrieb der Abscheideranlage. Gegenwärtig liegt kein Widerrufskriterium vor. Es gibt keine Anzeichen, dass die Auflagen von der BEG nicht erfüllt werden bzw. bei Nichterfüllung keine unverzügliche Heilung erfolgt. Die Buchstaben c. bis e. geben der Behörde zwar ein wenig Spielraum, allerdings ist dabei zu beachten, dass die Behörde den Betroffenen im Falle eines auf die Buchstaben c. bis e. gestützten Widerrufs auf Antrag für den Vermögensnachteil zu entschädigen hat, den dieser dadurch erleidet, dass er auf den Bestand des Verwaltungsaktes vertraut hat, soweit sein Vertrauen schutzwürdig ist (Schadensersatz).

Abgesehen davon, dass die Schließung der Deponie nicht ganz einfach durchsetzbar sein wird, dürften sich im Falle einer Schließung tatsächlich nicht unerhebliche Schadensersatzforderungen seitens BEG ergeben. Da eine rechtliche Grundlage für die Deponieschließung nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand nicht vorliegt, sind die Schadenersatz- oder Ausgleichszahlungen durch denjenigen vorzunehmen, der die Schließung veranlasst. Dies wäre die Stadt Bremerhaven.

Eine Weiterbelastung an die Gebührenzahler scheidet aus, da gem. § 12 (BremGebBeitrG, 2014) die Gebühr nach betriebswirtschaftlichen Grundsätzen ansatzfähige Kosten decken soll. Gemäß (Driehaus, 2021) zu § 6 Tz 69 ff. sind überflüssige bzw. übermäßige Kosten nicht ansatzfähig. Bei dem Schadenersatz handelt es sich um solche überflüssigen Kosten, da sie bei Fortbetrieb der Deponie „Grauer Wall“ nicht anfallen würden.

Für die Abfälle, die nicht über den Gebührenhaushalt abgerechnet werden, sondern für die privatrechtliche Entgelte erhoben werden, wird für die nachfolgenden Berechnungen angenommen, dass sich Nachteile durch die Schließung der Deponie für anliefernde Bürger*Innen und Gewerbetreibende nicht ergeben sollen. Etwaige Mehrkosten durch eine anderweitige Entsorgung sollen annahmegemäß nicht in die Entgelte einkalkuliert werden. Der hieraus entstehende Schaden ist bei einer Schadenersatzzahlung zu berücksichtigen.

5.2 Abschätzung der Kosten, die bei einer Schließung der Deponie für die Stadt Bremerhaven entstehen

Nach dem vorstehenden Schließungskonzept nimmt die BEG die Abfälle aus Bremerhaven und von Dritten zu den bisherigen Konditionen auch nach einer Deponieschließung an. Die Erlöse erhält die BEG weiterhin. Die Nachsorge- und Stilllegungskosten fallen in unveränderter Höhe weiterhin an. Sie können bei einer vorzeitigen Schließung lediglich eher anfallen. Aufgrund des gegenwärtigen Zinsniveaus von um 0% wird auf die Ermittlung eines Zinsschadens verzichtet. Ersparte Abdeckungskosten werden annahmegemäß durch höhere Kosten für die Herstellung der Endkubatur bei einer vorzeitigen Schließung kompensiert.

Die bisherigen laufenden Einbringungskosten in der Deponie werden durch Annahme und Umschlagkosten aufgrund der “neuen” Verfahrensweise kompensiert.

Folgende Kosten fallen zusätzlich an für:

- Bau- bzw. Umrüstung des Zwischenlagers ggf. an einem anderen Standort
- Transport der Abfälle zu einer anderen Deponie (oder zu mehreren Deponien)
- Annahme und Einbringung der Abfälle auf der anderen Deponie

Bau bzw. Umrüstung des Zwischenlagers

Durch die Schließung entstehen der BEG zusätzliche Kosten für den Bau bzw. die Umrüstung des Zwischenlagers ggf. an einem anderen Ort. Hierfür wird in Anlehnung an die öffentlich zugänglichen Kosten für Kaiserslautern ein Investitionskostenwert angesetzt. Gemäß (Rheinpfalz, 2019) vom 3.1.2019 kostet ein Zwischenlager für 7,5 Tsd. Mg ca. 7 Mio. €. In das Zwischenlager „Grauer Wall“ werden gemäß (Drucksache_20/843, 23.02.2021), S. 13 zwischen 8 und 22 Tsd. Mg p.a. eingelagert. Demzufolge wird mit Investitionskosten für ein zu errichtendes Zwischenlager von EUR 8 Mio. und EUR 22 Mio. gerechnet. Die Kosten für den Unterhalt (R+E) werden mit 1% p.a. der Investitionssumme angenommen.

Transport

Es wird angenommen, dass die Abfälle zwischen 250 km und 300 km transportiert werden müssen. Für die Kostenberechnung wird davon ausgegangen, dass die Fahrzeuge zu 10% (in einer Alternativberechnung zu 50%) leer zurückfahren. Der durchschnittliche Fracht-km-Satz von EUR 1,96 (Mittelwert) ergibt sich aus dem (BME, 23.06.2021) (siehe Tab. 5).

Die Transportkosten p.a. werden somit zwischen ca. EUR 3 Mio. und EUR 4 Mio. p.a. liegen.

Tab. 5: Zu erwartende Kosten für Abfalltransporte

Nr.	Beschreibung	Zeilenformel	Einheit	Variante 1 Worst Case	Variante 2 Best Case
1	Entfernungskilometer		km einfach	300	250
2	Anlieferung		Mg	115.000	115.000
3	Nutzlast je LKW		Mg/LKW	25	25
4	Anzahl der LKWs für den Transport	= 2/3	Anzahl	4.600	4.600
5	Rückladungsfaktor (angenommene Transporte, die leer zurückfahren)			90%	50%
6	gefahrene Kilometer für den Abfalltransport unter Berücksichtigung des Rückladungsfaktors	1+1*5	km	570	375
7	insgesamt zu fahrende km	= 4*6	km* Anzahl	2.622.000	1.725.000
8	Preis je LKW km		EUR/km	1,96	1,96
9	**Transportkosten p.a.**	**= 7*8**	**EUR p.a.**	**5.139.120**	**3.381.000**
	Transportkosten p.a.		**Mio. EUR p.a.**	**5,1**	**3,4**

(hellgrau unterlegt sind die alternativ eingesetzten Parameter.)

Annahme und Einlagerung der Abfälle

Die für die Berechnungen fortgeschriebenen, insgesamt durch die BEG zu entsorgenden Mengen von rd. 115 Tsd. Mg p.a. sind auf anderen Deponien unterzubringen. Die Durchschnittskosten pro Mg hängen davon ab, wie sich die Abfallsorten zusammensetzen und im Zeitablauf ändern können. Bei einem Fortbetrieb der Deponie „Grauer Wall“ könnte die BEG einen Teil der MHKW-Aschen und Schlacken voraussichtlich aufgrund der in Kraft getretenen Mantelverordnung als

Ersatzbaustoff veräußern und höherpreisige Abfälle annehmen. Es wurden Preise zwischen EUR 10,-/Mg und EUR 245,-/Mg denen Berechnungen zugrunde gelegt Diese Preise ergeben sich aus den veröffentlichten Preislisten der BEG und anderer Deponien. Für die nachfolgenden Berechnungen wurden abgeleitet aus den genannten Preisen durchschnittliche Entsorgungskosten für die gesamte Abfallmenge von EUR 100,-/Mg bis EUR 120,-/Mg ermittelt. Von diesen Entsorgungskosten sind die bei der BEG im Rahmen einer Schließung eingesparten Einbaukosten von ca. EUR 20,-/Mg abzuziehen. D.h. es werden EUR 80,-/Mg bis EUR 100,-/Mg angesetzt.

Für die Ermittlung einer einmal fälligen Schadenersatzzahlung wird auf eine Preisindexierung verzichtet, da angenommen wird, dass die Inflation durch einen Abzinsungseffekt kompensiert wird.

Tab. 6: Ermittlung der Kosten für eine vorzeitige Schließung der Deponie.

				Schließung 31.12.2023	Schließung 31.12.2030
rechnerische Restnutzungsdauer in Jahren				20	13
		Wert p.a.			
Restvolumen	Mio m^3	0,06		1,18	0,76
Restmenge	Mio Mg	0,11		2,12	1,37

			Vorspalte (Jahreswerte) Bandbreite		Gesamtwerte Bandbreite		Gesamtwerte Bandbreite	
			Best Case	Worst Case	Best Case	Worst Case	Best Case	Worst Case
			Mio EUR	Mio EUR	Mio EUR	Mio EUR	Mio EUR	Mio EUR
Investitionskosten Zwischenlager	einmalig		10,0	50,0	10,0	50,0	10,0	50,0
Unterhaltskosten Zwischenlager		1%	0,1	0,5	2,0	9,8	1,3	6,3
Transportkosten	Mio. EUR		3,4	5,1	66,9	100,3	43,1	64,6
Entsorgungskosten netto	EUR/Mg	80,00	8,6		169,9		109,4	
	EUR/Mg	100,00		10,8		212,4		136,8
rechnerischer Schadenersatz					248,8	372,5	163,8	257,7
Haushaltsvolumen der Stadt Bremerhaven 2020				787,0				
Anteil am Haushaltsvolumen der Stadt Bremerhaven					31,6%	47,3%	20,8%	32,7%

Die Gesamtkosten ergeben sich je nach Schließungsszenario wie vorstehend in Tab. 6 aufgeführt. Je nach Schließungszeitpunkt ergeben sich erhebliche Schadenersatzverpflichtungen zwischen EUR 164 Mio. und EUR 373 Mio. Da - wie oben dargestellt - kein Rechtsanspruch auf eine Deponieschließung besteht, dürfte sich die Schadenersatzzahlung voraussichtlich an den oberen Werten von EUR 258 Mio. bis EUR 373 Mio. orientieren. Um die Bedeutung einer solchen Schadenersatzzahlung zu erkennen, die wie bereits erwähnt, aus dem Haushalt der Stadt zu leisten wäre, wird sie in Relation zum Haushaltsvolumen 2020 gesetzt. Der Anteil am Haushaltsvolumen liegt zwischen 21 % und 47 %. Soll die Schadenersatzzahlung ratierlich über mehrere Jahre verteilt geleistet werden, wäre diese zu indexieren.

6. Auswirkungen der Schließung der Deponie auf klimabezogene Aspekte

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass die Entsorgung der Abfälle, die heute auf der Deponie „Grauer Wall“ abgelagert werden, bei einer Schließung der Deponie auf anderen Deponien entsorgt werden müssen und bei der Entsorgung durch Dritte auf deren Deponien mit den gleichen klimaschädlichen Emissionen zu rechnen ist, wie heute auf der Deponie „Grauer Wall“. Der in Bezug auf klimaschädliche Emissionen bestehende Unterschied ist im Wesentlichen durch den zusätzlich notwendigen Transport von Abfällen zu weiter entfernten Deponien und die Errichtung und den Betrieb eines neuen Zwischenlagers zu sehen.

Weiterhin fallen zusätzliche Emissionen durch den Umschlag von Abfällen an, die heute an der Deponie „Grauer Wall“ von Kleinanlieferern angenommen und anschließend in die Deponie eingebaut werden. Aufgrund der meist für einen wirtschaftlichen Streckentransport zu geringen Mengen bzw. Gewichte der einzelnen Anlieferungen müssen diese für einen Transport gebündelt und umgeschlagen werden. Da es sich hierbei im Vergleich zur gesamten Menge an Abfällen, die heute jährlich auf der Deponie abgelagert werden (ca. 115.000 Mg/a – vergleiche Abschnitt 4.2) um eher geringere Mengen an Abfällen handelt, können die klimaschädlichen Emissionen aus dem Umschlag der Abfälle vernachlässigt werden. Es wird auch davon ausgegangen, dass diese Abfälle, wie auch die Grün- und Gartenabfälle, weiterhin auf der Deponie angenommen und umgeschlagen werden können und hierfür keine neuen Einrichtungen errichtet werden müssen, mit deren Errichtung und Nutzung zusätzliche klimaschädliche Emissionen verbunden wären.

Es wird weiterhin davon ausgegangen, dass es nach einer Schließung der Deponie „Grauer Wall“ dort keine Anlieferungen mehr von z. B. Entsorgern, Containerdiensten etc. gibt, die heute Abfälle (Bodenaushub, KMF, Asbest etc.) in kleineren, für einen wirtschaftlichen Streckentransport zu geringen Gewichten anliefern. Es wird davon ausgegangen, dass diese Abfallmengen durch die gewerblichen Anlieferer in ihren eigenen Anlagen für einen Streckentransport gebündelt und umgeschlagen werden. Die hierbei entstehenden klimaschädlichen Emissionen sind zu vernachlässigen.

Es wird davon ausgegangen, dass das Zwischenlagern auf der Deponie für den Betrieb des Müllheizkraftwerks der BEG unerlässlich ist. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass für das Zwischenlager Ersatz geschaffen werde muss. Da ein offenes Zwischenlager, wie auf der Deponie, an anderer Stelle in Bremerhaven sicher nicht errichtet werden kann, wird davon ausgegangen, dass ein geschlossenes Zwischenlager mit einer maximalen Lagerkapazität von 25.000 Mg errichtet werden muss. Mit der Errichtung des Zwischenlagers sind durch vor- und nachgelagerte Prozesse (beispielsweise durch die Produktion von Beton und Eisen) klimaschädliche Emissionen verbunden. Da ohne eine konkrete Planung eines Zwischenlagers (ohne Kenntnis über die Baugrundbeschaffenheit, zu berücksichtigende Wind- und Schneelasten, notwendige Bodenbewegungen etc.) keine genaue Ermittlung der damit verbundenen Emissionen möglich ist, sollen die mit dem Bau und Betrieb des Zwischenlagers zu erwartenden

Emissionen indikativ abgeschätzt werden, indem von der Errichtung eines eingehausten Flachbunkers ausgegangen wird, der mit Radladern zu bewirtschaften ist. Die für die Bewirtschaftung notwendigen Radladertätigkeiten sollen nicht berücksichtigt werden, da sie mit zu den heutigen Tätigkeiten auf dem Zwischenlager der Deponie „Grauer Wall“ gleichzusetzen sind.

Es wird von einem Flachbunker mit einer Grundfläche von 12.500 m^2, mit umliegenden Anschüttwänden von 4 m Höhe ausgegangen (bei einer Dichte des Abfalls von 0,5 kg/l und einer Schütthöhe von 4 m entspricht dies einer Lagerkapazität von 25.000 Mg). Es wird davon ausgegangen, dass die Bodenplatte und die Anschüttwände in Ortbetonbauweise mit einer Stärke der Bodenplatte und der Anschüttwand von 20 cm erstellt werden (geringstmögliche Abmessung, in Abhängigkeit des Baugrundes können deutlich größere Wandstärken erforderlich werden). Um die Emissionen aus dem Bunker zu fassen, wird von einer Hallenabdeckung des Flachbunkers ausgegangen. Die Traufhöhe der Halle, die den Flachbunker umgibt, soll 8 m betragen. Die Halle soll mit verzinktem, beschichtetem Stahlblech ohne Isolierung verkleidet werden. Nebenanlagen (Zaun, Beleuchtung, Hallentor etc.) sollen durch einen Zuschlag von 10 % pauschal berücksichtigt werden.

Um in der Halle ein für die dort arbeitenden Menschen zuträgliches Klima zu schaffen, ist davon auszugehen, dass die Halle mit einem 2-fachen Luftwechsel bewettert wird (250.000 m^3/h). Die Luft wird über elektrisch betriebene Ventilatoren abgesaugt und zur Desodorierung über einen offenen Biofilter mit einer Grundfläche von 2.500 m^2 emittiert (100 m^3 Abluft je Stunde und m^2 Biofilterfläche). Die aus dem Bau des Biofilters resultierenden klimaschädlichen Emissionen werden überschlägig ermittelt, indem die Emissionen für eine Bodenplatte mit einer Grundfläche von 2.500 m^2 und einer Wandstärke von 20 cm ausgegangen wird. Der Biofilter soll von Seitenwänden mit einer Höhe von 2,5 m und einer Wandstärke von 20 cm umgeben werden (beides in Ortbetonbauweise). Die Befüllung des Biofilters mit Wurzelholz und die Nebenanlagen (Rohrleitungen, Luftbefeuchter etc.) sollen durch einen pauschalen Zuschlag von 10 % berücksichtigt werden. Es wird von einer durchschnittlich 50 %igen Belegung der Halle ausgegangen. Durch eine Segmentierung der Halle und eine Befüllung des nächsten Segments erst nach vollständiger Befüllung eines Segments kann die Abluftmenge reduziert werden. Es wird davon ausgegangen, dass im Mittel nur 50 % der Lagerfläche durch einen 2-fachen Luftwechsel bewettert werden muss, wodurch klimaschädliche Emissionen aus dem Betrieb der Lüftungstechnik reduziert werden können. Dies erscheint sinnvoll, da der größte Teil der klimaschädlichen Emissionen aus der Bewetterung des Lagers entsteht (vergleiche Tab. 7, in der die Teilergebnisse der Berechnungen dargestellt sind).

Da bei der offenen Lagerung der Abfälle, wie sie heute praktiziert wird, mit den gleichen Emissionen aus dem Abfall zu rechnen ist wie bei der Lagerung in dem zu errichtenden Zwischenlager, werden Emissionen aus dem Abfall nicht berücksichtigt. Gleiches gilt für das Befüllen und Entleeren des Zwischenlagers durch Radlader – wie oben bereits erwähnt. Es werden daher nur die vor- und nachgelagerten Emissionen aus der Errichtung und späteren

Entsorgung des Zwischenlagers und die für die Bewetterung notwendige elektrische Energie berücksichtigt. Für den Bezug der elektrischen Energie soll von der Verwendung von Strom entsprechend dem deutschen Strommix ausgegangen werden (Basis: Schätzwerte des Umweltbundesamts für klimaschädliche Emissionen aus der Stromproduktion für 2021).

Die bei einer Schließung der Deponie aus der Errichtung und dem Betrieb des Zwischenlagers zu erwartenden Emissionen betragen bei einer technischen Nutzungsdauer des Zwischenlagers von 20 Jahren voraussichtlich ca. 8,7 Mio. kg $CO_{2Äq.}$, bzw. 436.659 kg $CO_{2Äq.}$/a bzw. 34 kg $CO_{2Äq.}$/kg Abfall (siehe Tab. 7).

Wie oben bereits beschrieben, wird ein großer Unterschied in Bezug auf klimabezogene Emissionen durch die zusätzlich notwendigen Verkehre entstehen. Üblicherweise werden Abfälle mit geringer Dichte in großvolumigen LKWs mit einem Ladevolumen von bis knapp 100 m^3 und Abfälle mit großer Dichte in z. B. Schwerlastmulden transportiert. Unabhängig von der Dichte der Abfälle ist die max. zulässige Zuladung der LKW ausschließlich durch die zulässigen Gesamtgewichte der Fahrzeuge von 40 Mg begrenzt. In Abhängigkeit des Eigengewichts der LKW soll unabhängig von der Art der LKW von einer durchschnittlichen Zuladung von 25 Mg Abfall je LKW ausgegangen werden. Da viele Entsorgungsanlagen keine Anbindung an die Bahn haben, soll davon ausgegangen werden, dass Transporte bei einer Schließung der Deponie ausschließlich per LKW zu externen Entsorgungsanlagen transportiert werden.

Wie der Tab. 2 in Abschnitt 3.2 zu entnehmen ist, wurden im Mittel der Jahre ca. 115.000 Mg/a Abfälle auf der Deponie abgelagert. Es wird daher davon ausgegangen, dass in Zukunft im Mittel 115.000 Mg/a Abfälle zu Entsorgungsanlagen von Dritten transportiert werden müssen.

Da durch eine Rückladung der LKW die spezifischen Emissionen für den transportierten Abfall geringer werden, sollen zwei Varianten betrachtet werden. In Variante a) wird davon ausgegangen, dass Rückfahrten von den Deponien Dritter nach Bremerhaven zu 50 % und b) zu 10 % mit Fracht ausgelastet werden können.

Da die vorliegenden Informationen und Annahmen für fallbezogene ökobilanzielle Untersuchungen zu unspezifisch sind, soll die Abschätzung der mit dem Verkehr verbundenen klimaschädlichen Emissionen auf Basis gebräuchlichen Kennwerten erfolgen (siehe Tab. 8).

Transporte werden heute überwiegend mit LKWs mit Dieselmotoren durchgeführt. Da aber auch mit Erdgas bzw. Biogas (flüssig mit hoher Energiedichte oder gasförmig mit geringer Energiedichte und begrenzter Reichweite) betriebene LKW dem Stand der Technik entsprechen, soll angemerkt werden, dass die klimaschädlichen Emissionen durch den Einsatz von gasbetriebenen LKW reduziert werden können. Gleiches gilt für den Einsatz von wasserstoffbetriebenen LKW. Diese entsprechen heute nicht dem Stand der Technik, können aber zu einem späteren Zeitpunkt (wahrscheinlich spätestens nach 2030) dazu beitragen, die Emissionen aus Transporten zu reduzieren.

Da davon ausgegangen werden muss, dass der Abfall über eine Strecke von vermutlich 300 km transportiert werden muss, wird von LKW-Transporten von Bremerhaven zu externen Deponien von 600 km (Hin- und Rückfahrt) ausgegangen. Erfolgt der Transport der Abfälle nur über 150 km (einfache Fahrt), so müssen die angegebenen Werte lediglich halbiert werden – für andere Transportentfernungen gilt das Gleiche (linearer Zusammenhang zwischen Transportentfernung und klimaschädlichen Emissionen).

Wie der Tab. 8 zu entnehmen ist, betragen die zu erwartenden, klimaschädlichen Emissionen durch Transporte bei Schließung der Deponie 2023 ca. 950 Mio. kg $CO_{2Äq.}$ bis 1.2 Mrd. kg $CO_{2Äq.}$. Bei einer Schließung der Deponie 2030 betragen die zu erwartenden, klimaschädlichen Emissionen durch Transporte ca. 600 Mio. kg $CO_{2Äq.}$ bis 800 Mio. kg $CO_{2Äq.}$. Hinzu kommen ca. 9,6 Mio. kg $CO_{2Äq.}$ aus der Errichtung und dem Betrieb des Zwischenlagers (siehe Tab. 7).

Zum Vergleich: Personen in einem 2-Personenhaushalt haben 2019 im Mittel 1.598 kWh elektrische Energie verbraucht (Statistisches Bundesamt, 2021). Wird von klimaschädlichen Emissionen ausgegangen, die dem deutschen Strommix 2018 entsprechen (Umweltbundesamt, Mai 2021), so würden durch die Schließung der Deponie zusätzlich klimaschädliche Emissionen entstehen, die den klimaschädlichen Emissionen des Jahresstrombedarfs von ca. 1 bis 2,1 Mio. Personen aus 2-Personenhaushalten entspricht.

Tab. 7: Grobe Abschätzung der voraussichtlichen klimaschädlichen Emissionen aus der Errichtung eines neuen Zwischenlagers. Tabelle im A3-Vormat im Anhang 4

Pos.	Spezifikation	Einheit	Wert
	Allg. Annahmen		
1	Grundfläche Zwischenlager	[m^2]	12.500
2	Zufahrt und Umfahrung	[m^2]	5.000
3	Gesamtfläche	[m^2]	17.500
	Klimaschädliche Emissionen aus Beton (ohne Bewehrungsstahl) für Fahrwege, Bodenplatte, Anschüttwand		
4	Volumen Fundament, Bodenplatte und Fahrweg bei 20 cm Dicke der Bodenplatte	[m^3]	3.500
5	Umlaufende Anschüttwand	[m]	500
6	Volumen Anschüttwand bei 20 cm Wandstärke und 4 m Höhe	[m^3]	400
7	Beton für Bodenplatte, Fahrwege und Anschüttwand gesamt	[m^3]	3.900
8	Klimaschädliche Emissionen Beton (C30/37)[1], ohne Bewehrung (A1-A3, A4, A5, B1, C1, C2, C3, D)	[kg $CO_{2Äq.}$/m^3 Konstruktionsbeton]	212
9	Klimaschädliche Emissionen Stahlbeton Beton (ohne Bewehrungsstahl) über 20 Jahre Nutzungsdauer	[kg $CO_{2Äq.}$]	827.931
	Klimaschädliche Emissionen aus Bewehrungsstahl für Fahrwege, Bodenplatte, Anschüttwand		
11	Klimaschädliche Emissionen Bewehrungsstahlmatten (A1-A4)[2]	[kg $CO_{2Äq.}$/kg]	0,827
12	Klimaschädliche Emissionen Bewehrungsstahlmatten (A5) - geschätzt, in Anlehnung den Einbau von Beton[1]	[kg $CO_{2Äq.}$/kg]	0,0042
13	Klimaschädliche Emissionen Bewehrungsstahlmatten gesamt	[kg $CO_{2Äq.}$/kg]	0,8312
14	Bewehrungsstahl in Anschüttwand, Bodenplatten, Fahrwege (abgeleitet aus Quelle 3)	[kg/m^3 Beton]	100
15	Bewehrungsstahl gesamt	[kg]	390.000
16	Klimaschädliche Emissionen Betonstahlmatten gesamt über 20 Jahre Nutzungsdauer	[kg $CO_{2Äq.}$]	324.171
	Klimaschädliche Emissionen aus Beton für Fundamente Leichtbauhalle (Traufhöhe 8 m)		
17	Grundfläche Leichtbauhalle	[m^2]	12.500
18	Volumen Beton für Fundamente	[m^3]	500
19	Klimaschädliche Emissionen Beton (C30/37)[1], ohne Bewehrung (A1-A3, A4, A5, B1, C1, C2, C3, D)	[kg $CO_{2Äq.}$/m^3 Konstruktionsbeton]	212
20	Klimaschädliche Emissionen Beton	[kg $CO_{2Äq.}$]	106.145
	Klimaschädliche Emissionen aus Bewehrungsstahl für Fundamente Leichtbauhalle		
21	Klimaschädliche Emissionen Bewehrungsstahlmatten (A1-A4)[2]	[kg $CO_{2Äq.}$/kg]	0,827
22	Klimaschädliche Emissionen Bewehrungsstahlmatten (A5) - geschätzt, in Anlehnung den Einbau von Beton	[kg $CO_{2Äq.}$/kg]	0,0042
23	Klimaschädliche Emissionen Bewehrungsstahlmatten gesamt	[kg $CO_{2Äq.}$/kg]	0,8312
24	Bewehrungsstahl in Fundament	[kg/m^3 Beton]	200
25	Bewerhrungsstahl gesamt	[kg]	100.000
26	Klimaschädliche Emissionen Betonstahlmatten gesamt über 20 Jahre Nutzungsdauer	[kg $CO_{2Äq.}$]	83.121
	Klimaschädliche Emissionen aus Tragwerk Halle aus Stahl (Leichtbauhalle)		
27	Grundfläche Leichtbauhalle	[m^2]	12.500
28	Stahl für Tragwerk	[kg]	1.143.750
29	Klimaschädliche Emissionen aus Stahl für Tragwerk Halle[3] (A1 - A3, C3, D)	[kg $CO_{2Äq.}$/kg]	0,7188
30	Klimaschädliche Emissionen Stahl für Tragwerk gesamt über 20 Jahre Nutzungsdauer	[kg $CO_{2Äq.}$]	822.173
	Klimaschädliche Emissionen aus Außenverkleidung Halle (Leichtbauhalle)		
31	Grundfläche Leichtbauhalle	[m^2]	12.500
32	Oberfläche Leichtbauhalle	[m^2]	17.750
33	Klimaschädliche Emissionen je m^2 Stahlprofileblech[4] (A1-A3, C2, C4, D - A4 und A5 abgeleitet aus Quelle 6)	[kg $CO_{2Äq.}$/m^2]	7,74
34	Klimaschädliche Emissionen Außenverkleidung über 20 Jahre Nutzungsdauer	[kg $CO_{2Äq.}$]	137.301
	Klimaschädliche Emissionen Beton für Biofilter		
35	Bodenplatte Biofilter	[m^2]	2.500
36	Volumen Bodenplatte bei 20 cm Wandstärke	[m^3]	500
37	Volumen Seitenwände bei 20 cm Wandstärke und 2,50 m Höhe	[m^3]	100
38	Klimaschädliche Emissionen Beton (C30/37)[1] (A1-A3, A4, A5, B1, C1, C2, C3, D)	[kg $CO_{2Äq.}$/m^3 Konstruktionsbeton]	212
39	Klimaschädliche Emissionen Beton für den Biofilter über 20 Jahre Nutzungsdauer	[kg $CO_{2Äq.}$]	127.374
	Klimaschädliche Emisssionen aus Bewehrung für Biofilter		
40	Bewehrungsstahl in Seitenwände und Bodenplatten	[kg/m^3 Beton]	100
41	Volumen Beton	[kg Stahl]	600
42	Klimaschädliche Emissionen Bewehrungsstahl[2]	[kg $CO_{2Äq.}$/kg]	0,827
43	Klimaschädliche Emissionen Bewehrungsstahl	[kg $CO_{2Äq.}$]	496
	Klimaschädliche Emissionen aus Elektroenergie für den Luftwechsel der Leichtbauhalle		
44	Verdichterleistung für den Luftwechsel (max, bei Vollbelegung)	[m^3/h]	250.000
45	Elektrische Leistung Verdichter (geschätzt, bei 50 % Belegung des Zwischenlagers)	[kW]	100
46	Verbrauch elektrischer Strom p.a.	[kWh]	876.000
47	Klimaschädliche Emissionen Deutscher Strommix[5] (werte für 2021 wurden geschätzt).	[kg $CO_{2Äq.}$/kWh]	0,366
48	Klimaschädliche Emissionen Luftwechsel Zwischenlager über 20 Jahre Nutzungsdauer	[kg $CO_{2Äq.}$]	6.412.320
49	Klimaschädliche Emissionen aus Errichtung und Betrieb Zwischenlager (Zwischensumme)	[kg $CO_{2Äq.}$]	8.841.032
50	10 % Aufschlag pauschal für Sonstiges	[kg $CO_{2Äq.}$]	884.103
51	**Klimaschädliche Emissionen aus Errichtung und Betrieb des Zwischenlagers über 20 Jahre bei durchschnittlich 50 %iger Belegung**	**[kg $CO_{2Äq.}$]**	**9.725.135**
52	**Klimaschädliche Emissionen aus Errichtung und Betrieb des Zwischenlager pro Jahr bei durchschnittlich 50 %iger Belegung**	**[kg $CO_{2Äq.}$]**	**486.257**
53	**Klimaschädliche Emissionen aus Errichtung und Betrieb Zwiischenlagers je Mg Abfall bei durchschnittlich 50 %iger Belegung**	**[kg $CO_{2Äq.}$/a]**	**39**

Quellen

1) ÖKOBAUDAT. Prozess-Datensatz: Beton der Druckfestigkeitsklasse C 30/37 (de) de. https://www.oekobaudat.de, letzter Zugriff 22.09.2021

2) Umwelt-Produktdeklaration (2017, gültig bis 2022) nach ISO 14025 und EN 15804 für "Cold-rolled reinforcing steel and electrowelded mesh". DeAlfa Acciai, Registration number MR-ENV-EPD-ALF-20170004-EN, Programmhalter: Institut für Bauen und Umwelt e.V., Berlin

3) Umwelt-Produktdeklaration (2018, gültig bis 2023) nach ISO 14025 und EN 15804 für Structural Steel: Sections and Plates. Declaration number EPD-BFS-20180116-IBG2-EN

4) Umwelt-Produktdeklaration (2017, gültig bis 2022) nach ISO 14025 und EN 15804+A1 für organisch beschichtetes Stahlblech zur Aussenfassadenverkleidung. Voestalpine Stahl GmbH, Deklarationsnummer EPD-KAL-20160282-IBC1-DE, Programmhalter: Institut für Bauen und Umwelt e.V., Berlin

5) Umweltbundesamt (Mai 2021): Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid- Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 - 2020. CLIMATE CHANGE 45/2021, Eigenverlag, Dessau-Roßlau, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-26_cc-45-2021_strommix_2021_0.pdf, letzter Download 24.09.2021

6) Umwelt-Produktdeklaration (2017, gültig bis 2022) nach ISO 14025 und EN 15804+A1 für Stehfalzsysteme für Dachbedeckung und Wandbekleidung aus Aluminium. Kalzip GmbH, Deklarationsnummer EPD-KAL-20160282-IBC1-DE, Programmhalter: Institut für Bauen und Umwelt e.V., Berlin

Anmerkung

C1-C3 = Herstellung / A4 = Transport / A5 = Einbau / B1 = Nutzung / C2 = Transport / C3 = Abfalllbehandlung / D = Recyclingpotenzial

Tab. 8: Klimaschädliche Emissionen durch Transporte, die bei einer Schließung der Deponie anfallen.

Spezifikation	Einheit	Wert
Zu transportierende Abfallmenge	[Mg/a]	115.000
Zu transportierende Abfallmenge für das aufgegebene Deponievolumen bei Schließung 2023	[Mg]	2.120.000
Zu transportierende Abfallmenge für das aufgegebene Deponievolumen bei Schließung 2030	[Mg]	1.370.000
Klimaschädliche Emissionen je Mg[1)] inkl. Vorketten	[kg $CO_{2Äq.}$/tkm]	0,0505
Transportleistung bei 50 %iger Auslastung der LKW durch Rücktransport	[tkm/a]	51.750.000
Klimaschädliche Emissionen bei 50 %iger Auslastung der LKW durch Rücktransport	[kg $CO_{2Äq.}$/a]	2.613.375
Klimaschädliche Emissionen bei 50 %iger Auslastung der LKW durch Rücktransport und Schließung der Deponie 2023	[kg $CO_{2Äq.}$]	954.000.000
Klimaschädliche Emissionen bei 50 %iger Auslastung der LKW durch Rücktransport und Schließung der Deponie 2030	[kg $CO_{2Äq.}$]	616.500.000
Transportleistung bei 10 %iger Auslastung der LKW durch Rücktransport	[tkm/a]	65.550.000
Klimaschädliche Emissionen bei 10 %iger Auslastung der LKW durch Rücktransport	[kg $CO_{2Äq.}$/a]	3.310.275
Klimaschädliche Emissionen bei 10 %iger Auslastung der LKW durch Rücktransport und Schließung der Deponie 2023	[kg $CO_{2Äq.}$]	1.208.400.000
Klimaschädliche Emissionen bei 10 %iger Auslastung der LKW durch Rücktransport und Schließung der Deponie 2030	[kg $CO_{2Äq.}$]	780.900.000
Quelle		
1) ProBas - Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagementsysteme, Prozesskette LKW/Sattelzug, LKW-Diesel-25m-40t-Zug-2020, Umweltbundesamt, https://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php, letzter Zugriff 22.09.2021		

7. Auswirkungen der Schließung der Deponie auf die Stadtgesellschaft und sonstige Dritte

Auswirkungen auf die Stadtgesellschaft sind auf folgende Akteure in ihren unterschiedlichen Funktionen zu betrachten:

- Stadt Bremerhaven
- Gewerbe und Industrie
- Bürger der Stadt Bremerhaven

Soweit die nachfolgenden Akteure nicht Bürger*Innen Bremerhavens sind, sind deren Interessen ebenfalls zu betrachten. Sie überschneiden sich in den Fällen mit den Interessen Bremerhavener Bürger*Innen, für die die gleichen Funktionen vorliegen

- Arbeitnehmer*Innen
- Anwohner*Innen an alternativen Entsorgungsstrecken, an denen Abfälle bei einer Schließung der Deponie „Grauer Wall“ zu anderen Deponien transportiert würden.

7.1 Stadt Bremerhaven

Der stadtgesellschaftliche Akteur Stadt Bremerhaven wird betrachtet in seiner Funktion als

- BEG-Gesellschafter
- Entsorgungsverpflichteter
- Verantwortlicher für das Wohlergehen der Bürger
- Verantwortlicher für die Standortsicherung

Eine Schließung der Deponie würde auf die Stadt Bremerhaven in ihrer **Funktion als BEG-Gesellschafter** keine Auswirkungen haben, da nach dem dargestellten Schließungskonzept und Konzept zur Schadenersatzzahlung, sich durch die Schließung keine wertmäßigen Konsequenzen ergeben.

Die Stadt Bremerhaven verfolgt in ihrer **Funktion als Entsorgungsverpflichteter** das Ziel, eine langfristige Entsorgungssicherheit zu gewährleisten. Eine Schließung der Deponie 2023 bzw. 2030 würde diesem Ziel entgegenstehen, da davon auszugehen ist, dass für zukünftige Entsorgungstätigkeiten die Abhängigkeit von Dritten (z. B. Deponiebetreiber und Landesbehörden) steigt, wodurch zusammenfassend die Entsorgungssicherheit insgesamt sinkt. Alternativ gewährleistet die Deponie „Grauer Wall“ die Entsorgungssicherheit rechnerisch bis in die Anfänge der 40er Jahre des 21. Jahrhunderts.

Weiterhin ist festzuhalten, dass die Stadt Bremerhaven als **Verantwortlicher für das Wohlergehen** der Bürger Bremerhavens anzusehen ist. Aufgrund der potenziell zu leistenden Schadensersatzzahlungen werden die finanziellen Möglichkeiten der Stadt Bremerhaven erheblich eingeschränkt, weshalb mit wesentlichen Angebots- und Leistungskürzungen der Stadt Bremerhaven gegenüber den Bürgern*Innen zu rechnen ist.

Darüber hinaus ist die Stadt Bremerhaven bei einer vorzeitigen Schließung verantwortlich für die zusätzlichen klimaschädlichen Emissionen und verkehrssicherheitstechnischen Belastungen (siehe Abschnitt 6).

Die Standortsicherung ist weiterhin dem Verantwortungsbereich der Stadt Bremerhaven zuzuordnen. Eine Schließung der Deponie würde zu einem Verlust von Fachwissen im Bereich der Entsorgungswirtschaft führen, welcher sich negativ auf die langfristige Standortsicherung auswirkt.

7.2 Gewerbe und Industrie

Bezüglich des stadtgesellschaftlichen Akteurs „Gewerbe und Industrie“ ist festzuhalten, dass dieser insbesondere in der Eigenschaft als Abfallproduzent sowie Entgeltzahler von einer Schließung der Deponie betroffen wäre.

Gewerbe- und Industrieunternehmen **als Abfallproduzent** würden von den sich durch eine vorzeitige Schließung ergebenden Unsicherheiten bezüglich der alternativen Entsorgungswege negativ beeinflusst werden. Die Unsicherheiten betreffen sowohl die nicht erkennbare Bereitschaft anderer Bundesländer die Abfallmengen aus Bremerhaven anzunehmen und die zeitlichen Limitierungen bei anderen Deponien.

Als **Entgeltzahler** besteht das Risiko, dass trotz möglicher Regelungen zu einer inflationsbereinigten Entgeltkonstanz aufgrund der Schadenersatzzahlung für in der Zukunft neu entstehende Entsorgungsaufgaben mit steigenden Entgelten zu rechnen ist, die bei einer Fortführung der Deponie nicht anfallen würden. Dadurch ergeben sich für die Gewerbe- und Industrieunternehmen finanzielle Einbußen.

7.3 Bürger*Innen der Stadt Bremerhaven

In ihrer Eigenschaft als **Gebührenzahler** wären die Bürger*Innen Bremerhavens von einer Schließung der Deponie nicht betroffen. Grund hierfür ist zusammenfassend, dass Mehrkosten, die sich aus einer rechtlich nicht gebotenen Deponieschließung ergeben, aufgrund des „Erforderlichkeitsprinzips“ nicht bei der Gebührenkalkulation zu berücksichtigen sind.

Für die Bürger*Innen Bremerhavens in ihrer Eigenschaft als **Abfallproduzent bzw. Entgeltzahler** würden sich aus der Schließung der Deponie unter Umständen steigende Kosten ergeben. Trotz möglicher Regelungen zu einer inflationsbereinigten Entgeltkonstanz aufgrund der Schadenersatzzahlung können in der Zukunft neu entstehende Entsorgungsaufgaben zu steigenden Entgelten führen, die bei einer Fortführung der Deponie nicht anfallen würden.

Für die Bürger*Innen in der Eigenschaft **als Anwohner in Speckenbüttel** ist festzuhalten, dass gemäß den Ausführungen des Planfeststellungsbeschlusses und des OVG Urteils 2014 (OVG, 2014) keine Beeinträchtigung im Rahmen der vorgeschriebenen Grenzwerte vorliegt. Ggf. kurzfristig auftretende Belästigungen durch Brände auf dem Deponiegelände würden bei einer Schließung in andere Stadtteile oder Regionen verlagert.

Bezüglich der tatsächlichen Belastung wird auf die Senatsantwort 2021 (Drucksache_20/843, 2020) verwiesen. Danach findet eine Belastung bei Bränden nur unter bestimmten Windkonstellationen statt. Vor eventuellen Risiken warnen die dafür vorgesehenen Institutionen und schlagen Verhaltensmaßnahmen vor. Nur drei Warnungen innerhalb von acht Jahren sind gemäß der Senatsantwort 2021 (Drucksache_20/843, 23.02.2021) zwischen dem 27.10.2012 und dem 4.9.2020 erforderlich gewesen. Dabei durchgeführte Messungen führten nicht zur Feststellung gesundheitsgefährdender Stoffe. In einem Fall wurden lediglich an einen Messpunkt Werte für einen Stoff festgestellt, dessen Konzentrationen weit unterhalb des Störfallbeurteilungswertes lagen.

Die Attraktivität des Wohnstandorts Speckenbüttel hat nicht gelitten, wie dies anhand der Grundstückspreisentwicklung 2016/2017 bis 2018/2019 des Gutachterausschusses ablesbar ist (Grundstücksmarktbericht, 2021). Die Grundstückspreise für individuellen Wohnungsbau sind gem. (Gutachterausschuss, 2018) und (Gutachterausschuss, 2020) um 17% gestiegen. Für den individuellen Wohnungsbau in Bremerhaven insgesamt betrugen die Steigerungsraten für den Vergleichszeitraum rd. 11% (Grundstücksmarktbericht 2021, S. 29)

In der **Eigenschaft als Anwohner entlang der Entsorgungsstrecke** wären die Bürger*Innen Bremerhavens dahingehend von einer Schließung der Deponie betroffen, dass der zusätzliche Transport zu einer **klimatischen Belastung** durch Schadstoffemissionen, Kraftstoffverbrauch und Reifenabrieb führt. Mittel- bis langfristig könnten die klimaschädlichen Belastungen durch die Nutzung alternativer Kraftstoffe (wie z.B. Biogas oder Wasserstoff) reduziert werden.

Eine Schließung der Deponie würde u.U. einen Verlust von Arbeitsplätzen zur Folge haben, soweit die Mitarbeiter*Innen nicht für den künftigen Abfallumschlag eingesetzt werden können. Folglich sind die Interessen der Bürger*Innnen in ihrer Eigenschaft **als Arbeitnehmer** betroffen.

Die sich potenziell aus einer Schließung der Deponie ergebenden Aufwendungen für die Stadt Bremerhaven führen zu einem geringeren Haushaltsvolumen, das eine reduzierte Bereitstellung von Leistungen der Daseinsvorsoge nach sich zieht. **Als Begünstigter von Angeboten und Leistungen der Stadt Bremerhaven** steht auch dies den Interessen der Bürger*Innen entgegen.

7.4 Zusammenfassende Würdigung

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass sich bei einer Schließung erhebliche Auswirkungen auf die Stadtgesellschaft und sonstige Dritte in vielfältiger Hinsicht ergeben können. Der vorstehenden Übersicht ist zu entnehmen, dass gemäß den Unterlagen des Planfeststellungsbeschlusses, des OVG Urteils und den Antworten des Senatsantworten 2021 auf die kleine Anfrage der CDU-Fraktion (Drucksache_20/843, 23.02.2021) und der Einstellung des von der BIKEG beantragten Strafverfahrens (Nord24, 16.07.2020) mangels Beweisen keine unzulässigen Belastung der Anwohner in Speckenbüttel zu erkennen sind. Vielmehr steigen sogar die Grundstückswerte in dem Stadtteil (vergleiche auch Abschnitt 7.3). Vor diesem Hintergrund ist abzuwägen, inwieweit die aufgezeigten erheblichen Auswirkungen auf die unterschiedlichen stadtgesellschaftlichen Akteure eine Schließung der Deponie rechtfertigen würden und eine solche Schließung dem Grundsatz des geringstmöglichen Eingriffs entspricht. Anzumerken ist, dass der Grundsatz des geringstmöglichen Eingriffs beim Verwaltungshandeln verfassungsmäßig geboten ist (Erforderlichkeitsprinzip, BVerfG, B. v. 5.11.1980-1BVR 290/78 - NJW 1981, 673 aus Driehaus Tz 70 zu § 6).

8. Zusammenfassung

Die Entsorgungsbetriebe Bremerhaven AöR (EBB) haben das Institut für Energie und Kreislaufwirtschaft an der Hochschule Bremen GmbH (IEKrW) beauftragt, zu ermitteln, unter welchen Bedingungen und mit welchen Kostenfolgen für die Stadt Bremerhaven, die Bürger*Innen, die lokale Wirtschaft und den Deponiebetreiber BEG die in Bremerhaven-Speckenbüttel gelegene Deponie „Grauer Wall“ bis spätestens 2030 geschlossen werden kann. Die Fragestellung impliziert, dass die Schließung der Deponie zum nächst möglichen Zeitpunkt, spätestens aber 2030 erfolgen soll. Im Gutachten wurden daher zwei Varianten untersucht. Es wurde von einer Schließung der Deponie Ende 2023 und alternativ Ende 2030 ausgegangen.

Da mit den Fragestellungen auch rechtliche und ökonomische Fragestellungen verbunden sind, die über das IEKrW nicht vollständig abgedeckt werden können, wurde im Unterauftrag eine Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, die FIDES Treuhand GmbH & Co. KG, in die Untersuchungen eingebunden.

Die Bewertung der rechtlichen Grundlagen zu einer Schließung der Deponie „Grauer Wall“ führte zu dem Ergebnis, dass keine rechtliche Handhabe für eine Schließung der Deponie vorliegt. Die rechtlichen und sonstigen Vorgaben an den Betrieb der Deponie werden eingehalten. Bisher eingereichte Klagen wurden abschlägig beschieden. Ein von der BIKEG beantragtes Strafverfahren wurde aus Mangel an Beweisen eingestellt. Bei einer Schließung der Deponie, die durch die Stadt Bremerhaven veranlasst würde, wäre die Stadt verpflichtet, Schadenersatz- oder Ausgleichszahlungen vornehmen.

Je nach Schließungszeitpunkt ergeben sich Schadenersatz- und Ausgleichsverpflichtungen zwischen EUR 164 Mio. und EUR 373 Mio.. Um die Bedeutung der Schadenersatz- und Ausgleichszahlungen zu verdeutlichen, die aus dem Haushalt der Stadt zu leisten wären, wurden sie in Relation zum Haushaltsvolumen 2020 der Stadt Bremerhaven gesetzt. Der Anteil am Haushaltsvolumen liegt zwischen 21 % und 47 %. Eine Weiterbelastung der Schadenersatzzahlungen über die Abfallgebühren an die Gebührenzahler ist gebührenrechtlich nicht zulässig, da eine vorzeitige Schließung rechtlich nicht geboten ist und somit Mehrkosten gegen das Erforderlichkeitsprinzip verstoßen.

Es kann auf Basis der vorliegenden Informationen nicht davon ausgegangen werden, dass durch den Weiterbetrieb der Deponie ein signifikant erhöhtes, in den Kostenschätzungen zu berücksichtigendes Sanierungsrisiko besteht. Es wurde bei den Untersuchungen daher davon ausgegangen, dass durch den Weiterbetrieb der Deponie im Vergleich zu einer Stilllegung kein monetär zu berücksichtigendes Kostenrisiko in Bezug auf notwendige Sanierungsmaßnahmen besteht.

Die bei einer vorzeitigen Schließung der Deponie Ende 2023 zu erwartenden zusätzlichen klimaschädlichen Emissionen durch die alternative Entsorgung bei Dritte betragen ca. 950 Mio. kg $CO_{2Äq.}$ bis 1.2 Mrd. kg $CO_{2Äq.}$. Bei einer Schließung der Deponie 2030 betragen die zu

erwartenden, klimaschädlichen Emissionen ca. 600 Mio. kg $CO_{2Äq.}$ bis 800 Mio. kg $CO_{2Äq.}$. Hinzu kommen ca. 9,6 Mio. kg $CO_{2Äq.}$ aus der Errichtung und dem Betrieb des Zwischenlagers. Zum Vergleich: Personen in einem 2-Personenhaushalt haben in Deutschland 2019 im Mittel 1.598 kWh elektrische Energie verbraucht (Statistisches Bundesamt, 2021). Wird von klimaschädlichen Emissionen ausgegangen, die dem deutschen Strommix 2018 entsprechen (Umweltbundesamt, Mai 2021), so würden durch die Schließung der Deponie zusätzlich klimaschädliche Emissionen entstehen, die den klimaschädlichen Emissionen des Jahresstrombedarfs von ca. 1 bis 2,1 Mio. Personen aus 2-Personenhaushalten entspricht.

Von einer Schließung der Deponie wären die Stadt Bremerhaven, die Bürger*Innen, die lokale Wirtschaft und der Deponiebetreiber BEG direkt betroffen. Die negativen Auswirkungen auf die Stadtgesellschaft sind erheblich. Es ist von der Politik abzuwägen, inwieweit die aufgezeigten Auswirkungen auf die unterschiedlichen stadtgesellschaftlichen Akteure eine Schließung der Deponie rechtfertigen und eine solche Schließung dem Grundsatz des geringstmöglichen Eingriffs entspricht.

9 Literatur- und Quellenverzeichnis

AWP. (2017). *Abfallwirtschaftsplan für das Land Bremen Gültig 2017 bis 2026, abgenommen durch die Umweltdeputation des Landes am 8.3.2018, Amtsblatt der FHB Nr. 156 S. 616*.

BEG-Lagebericht. (2019). *Unternehmensregister*.

BME. (23.06.2021). *Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V.: BME-Marktinformationen, Frachten 02/2021. https://www.bme.de/marktinformationen-frachten-preise-ziehen-an-3874/ letzter Zugriff am 24.09.2021*.

BremGebBeitrG. (2014). *Bremisches Gebühren- und Beitragsgesetz, zuletzt geändert durch:§ 7 geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 26.09.2017 (Brem.GBl. S. 394)*.

DepV. (2009). *Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), die zuletzt durch Artikel 3 der Verordnung vom 9. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598) geändert worden ist*.

Driehaus. (2021). *Kommentar zum Kommunalabgabenrecht, Verlag Neue Wirtschaftsbriefe Herne/Berlin, 64. Ergänzungslieferung*.

Drucksache_20/843. (2020). *Antwort des Senats auf die Kleine Anfrage der Fraktion der CDU vom 8. Dezember 2020, https://www.bremische-buergerschaft.de/drs_abo/2021-02-24_Drs-20-843_64ff3.pdf, letzter Zugriff 24.09.2021*.

Drucksache_20/843. (23.02.2021). *Antwort des Senats auf die Kleine Anfrage der Fraktion der CDU vom 08.12.2020*.

Gerdes, G. (2004). *Grundwasser Nr. 6: Grundwasseruntersuchungen im Rahmen der Deponieüberwachung in Niedersachsen, Veröffentlichungsreihe des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie.* Abgerufen am 23.07.2021 von https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/21892/Grundwasseruntersuchungen_im_Rahmen_der_Deponieueberwachung_in_Niedersachsen.pdf

Grundstücksmarktbericht. (2021). *Gutachterausschuss für Grundstückswerte in Bremerhaven 2021 https://www.bremerhaven.de/sixcms/media.php/94/MB%25202021-Allgmeiner%2520Teil.pdf, letzter Zugriff 09.11.2021*.

Gutachterausschuss. (2018). *Neue Bodenrichtwertkarte 2018 für Bremerhaven, https://www.bremerhaven.de/de/aktuelles/neue-bodenrichtwertkarte-2018-fuer-bremerhaven.71883.html, letzter Zugriff 24.09.2021*.

Gutachterausschuss. (2020). *Neue Bodenrichtwertkarte 2020 für Bremerhaven beschlossen, https://www.bremerhaven.de/de/aktuelles/neue-bodenrichtwertkarte-2020-fuer-bremerhaven-beschlossen.101739.html, letzter Zugriss 24.09.2021*.

Kranert. (2018). *Einführung in die Kreislaufwirtschaft, 5. Auflage, Springer Vieweg Verlag, Wiesbaden*.

LAWA. (2016). *Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser, Aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016.* Abgerufen am 23. Juni 2021 von https://www.lawa.de/documents/geringfuegigkeits_bericht_seite_001-028_1552302313.pdf

Melchior, S. (2014). *Erweiterung der Deponie „Grauer Wall“ in Bremerhaven - Gutachtliche Stellungnahme zum Aufbau der geologischen Barriere und zu dem in der Planfeststellung festgelegten technischen Standard der Abdichtungssysteme der Deponieerweiterung.* Abgerufen am 23. Juni 2021 von http://www.bikeg.de/probleme/Grundwasserschutz/

NLÖ. (2004). *Grundwasser Nr. 6 (2004): Grundwasseruntersuchungen im Rahmen der Deponieüberwachung in Niedersachsen, Veröffentlichungsreihe des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie, https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/21892/Grundwasseruntersuchungen_im_Ra*.

Nord24. (16.07.2020). *Deponie Speckenbüttel: Verfahren eingestellt. https://www.norderlesen.de/heute/speckenbuettel-verfahren-gegen-deponiebetreiber-eingestellt-45082.html, letzter Zugriff 03.10.2021*.

OVG. (2014). *Urteil des Oberverwaltungsgerichts der Freien Hansestadt Bremen in der Verwaltungsrechtssache Flißikowski gegen Freie Hansestadt Bremen (Aktenzeichen: 1 D*

142/12). Abgerufen am 23. Juni 2021 von https://www.bauumwelt.bremen.de/deponie-bremerhaven-grauer-wall-29593

Pirwitz. (2017). *Hydrochemische Untersuchungen auffälliger Parameter am Ostrand der Altdeponie Grauer Wall in Bremerhaven, Februar 2017.* Abgerufen am 23.07.2021 von https://www.bauumwelt.bremen.de/deponie-bremerhaven-grauer-wall-29593

Planfeststellungsbeschluss. (2012). *Planfeststellungsbeschluss für die wesentliche Änderung der Deponie "Grauer Wall" in Bremerhaven-Speckenbüttel.* Abgerufen am 23. Juni 2021 von https://www.bauumwelt.bremen.de/sixcms/media.php/13/Planfeststelungsbeschluss%208.pdf

Ramisch, F. (.–w. (2013). Bor im Grundwasser – was bedeutet das? Nr. 60, S. 35 ff. . *Umwelt AARGAU*.

Rheinpfalz. (2019). *Der Rheinpfalz: Verschiedene Abfälle zwischenlagern, Beitrag vom 03.01.2019, https://www.rheinpfalz.de/startseite_artikel,-verschiedene-abfälle-zwischenlagern-_arid,1348825.html, letzter Zugriff 24.09.2021*.

SKUMS. (kein Datum). *Die Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau*. Abgerufen am 23. Juni 2021 von https://www.bauumwelt.bremen.de/deponie-bremerhaven-grauer-wall-29593

Statistisches Bundesamt. (2021). *Umweltökonomische Gesamtrechnungen, https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/private-haushalte/Publikationen/Downloads/haushalte-umwelt-pdf-5851319.pdf?__blob=publicationFile, letzter Zugriff am 24.09.2021*.

swb. (März 2021). *Trinkwasseranalyse der swb, Stand März 2021.* Abgerufen am 23. Juni 2021 von https://www.swb.de/-/media/files/wasser/trinkwasser-analyse-bremerhaven.pdf

Trinkwasserverordnung. (2020). *Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (TrinkwV), in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S. 459), die zuletzt durch Artikel 99 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist.* Von (BGBl. I S. 13. abgerufen

UMTEC. (2020). *Monitoring hydrochemische Standortverhältnisse der Deponie Grauer Wall, Jahresbericht 2020.* Abgerufen am 23.07.2021 von https://www.bauumwelt.bremen.de/deponie-bremerhaven-grauer-wall-29593

Umweltbundesamt. (Mai 2021). *Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid- Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 - 2020. CLIMATE CHANGE 45/2021, Eigenverlag, Dessau-Roßlau, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikat*.

VwVfG. (2003). *Verwaltungsverfahrensgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 2003 (BGBl. I S. 102), das zuletzt durch Artikel 24 Absatz 3 des Gesetzes vom 25. Juni 2021 (BGBl. I S. 2154) geändert worden ist.*

Bremen, den 17.11.2021

Institut für Energie und Kreislaufwirtschaft
an der Hochschule Bremen

Prof. Dr. Martin Wittmaier

Dr. Martin Wittmaier
von der Handelskammer Bremen - IHK für Bremen und Bremerhaven
öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Abfallwirtschaft und Biogasanlagen

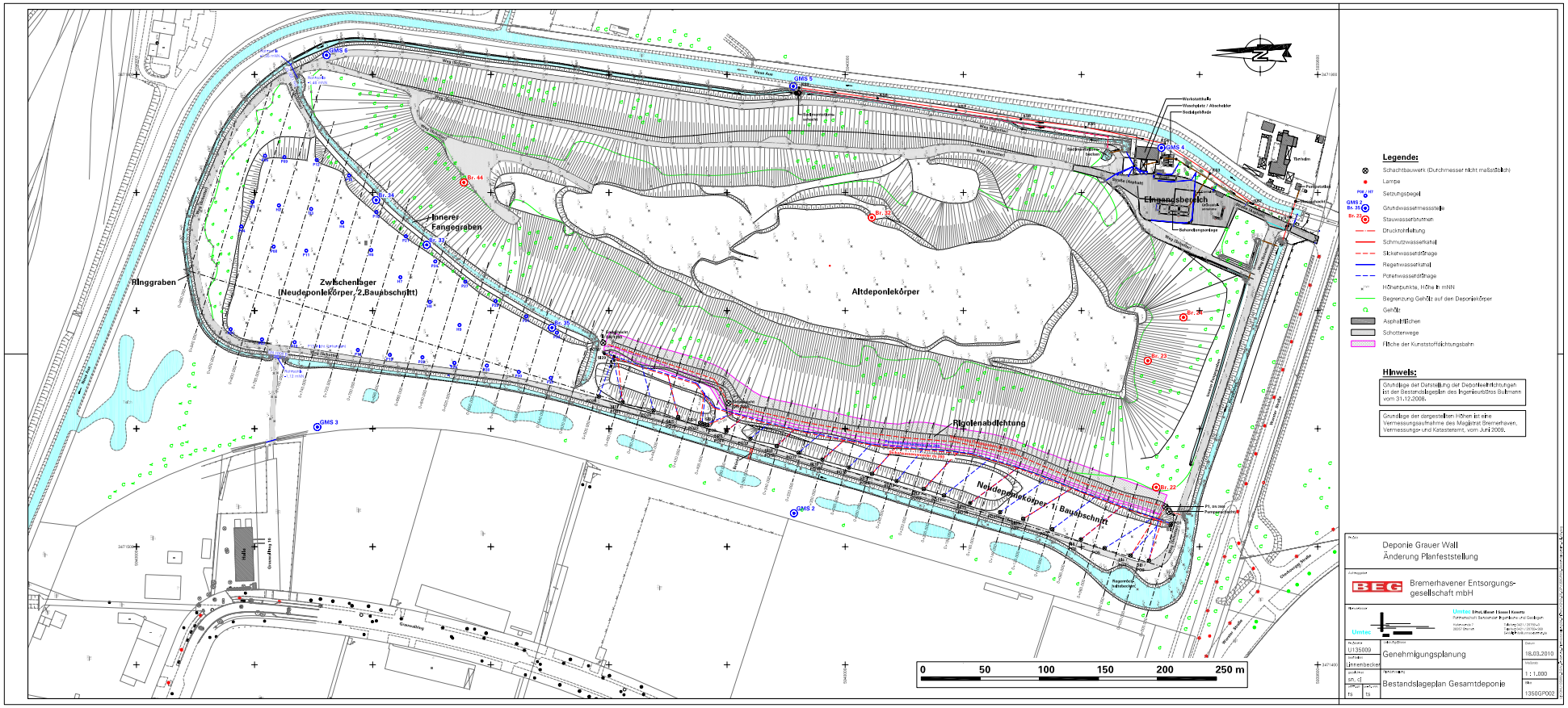
FIDES Treuhand GmbH & Co. KG

Ernst-Wilhelm Hoppe
Partner
Wirtschaftsprüfer Steuerberater

Anlagen

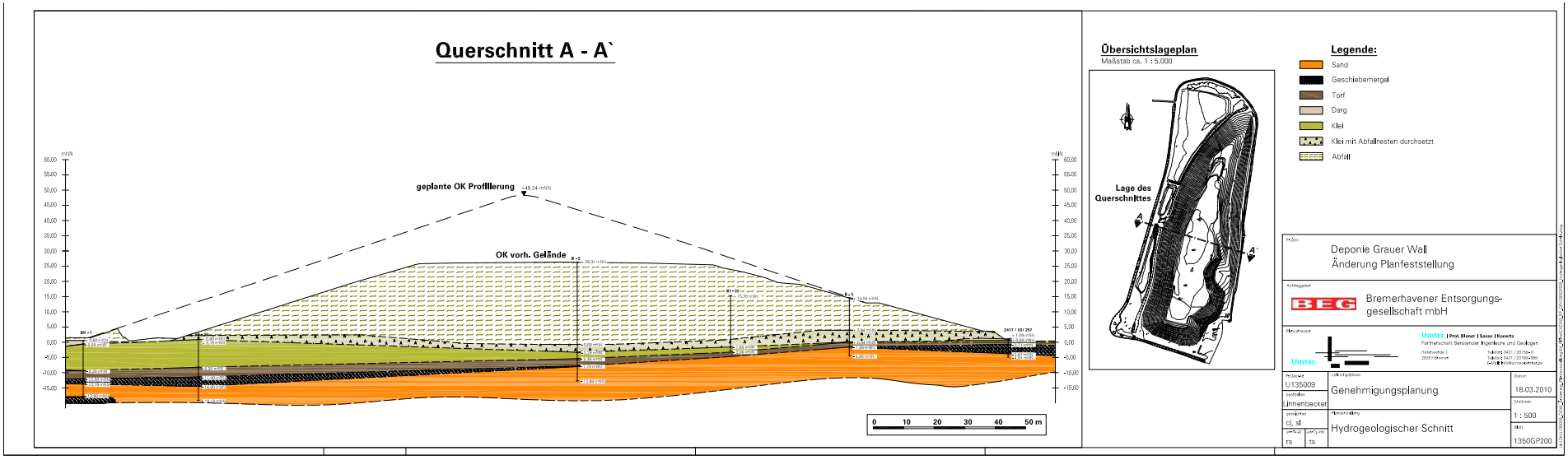
Anlage 1: Draufsicht „Deponie „Grauer Wall"", Stand 19.03.2010

Quelle: Downloadbereich auf der Web-Site der Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau der Freien Hansestadt Bremen. https://www.bauumwelt.bremen.de/deponie-bremerhaven-grauer-wall-29593, unter weiterführende Dokumente, Anlage 02 Bestandslageplan Gesamtdeponie, letzter Zugriff am 23.07.2021



Anlage 2: Hydrogeologischer Schnitt der „Deponie „Grauer Wall““, Stand 18.03.2010

Quelle: Downloadbereich auf der Web-Site der Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau der Freien Hansestadt Bremen. https://www.bauumwelt.bremen.de/deponie-bremerhaven-grauer-wall-29593, unter weiterführende Dokumente, Anlage 02 Bestandslageplan Gesamtdeponie, letzter Zugriff am 23.07.2021



Anlage 3: Chemisch-pysikalische Parameter im An- und Abstrombereich von 12 Siedlungsabfalldeponien in Niedersachsen.

Quelle: Grundwasser Nr. 6 (2004): Grundwasseruntersuchungen im Rahmen der Deponieüberwachung in Niedersachsen, Veröffentlichungsreihe des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie, https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/21892/Grundwasseruntersuchungen_im_Rahmen_der_Deponieueberwachung_in_Niedersachsen.pdf, letzter Zugriff am 23.07.2021

Tabelle 4: Statistische Kennwerte für Anstrommessstellen 1992-2002

Deponie Nr.	Deponieart		Wassertemperatur °C	Leitfähigkeit µS/cm	pH-Wert	Sauerstoff mg/l O2	Säurekapazität mmol/l	Ammonium mg/l N	Nitrat mg/l N	DOC/TOC mg/l C	AOX µg/l Cl	Kohlenwasserstoffe mg/l	Calcium mg/l	Magnesium mg/l	Natrium mg/l	Kalium mg/l
1	**Siedlungsabfalldeponie**	**Median**	**9,4**	**291**	**7,4**	**2,0**	**1,9**	**<BG**	**0,4**	**1,5**	**5**	**<BG**	**49**	**2**	**7**	**1**
		Mittelwert	9,6	303	7,2	2,2	1,8	0,02	0,4	1,3	8	<BG	49	2	10	1
		n	10	14	14	10	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
		MIN	8,9	272	6,6	0,9	1,1	<BG	0,04	<BG	<BG	<BG	41	<BG	5,7	<BG
		MAX	10,9	386	7,9	3,4	2,2	0,1	0,7	2,1	27	<BG	57	4	26	2
2	**Siedlungsabfalldeponie**	**Median**	**9,8**	**294**	**5,5**	**0,5**	**0,9**	**0,3**	**0,02**	**5,2**	**30**	**<BG**	**36**	**3**	**11**	**2**
		Mittelwert	10,0	318	4,9	0,9	0,9	0,28	0,02	6,0	30	<BG	36	3	13	2
		n	32	32	32	32	2	31	2	31	2	2	2	2	22	31
		MIN	7,6	89	4,2	0,1	0,2	<BG	<BG	3,0	12	<BG	9	2	2,5	1,7
		MAX	12,2	580	7,0	3,5	1,5	1,2	0,03	11	47	<BG	63	3	25	6
3	**Siedlungsabfalldeponie**	**Median**	**9,6**	**370**	**7,7**	**0,5**	**3,0**	**0,4**	**<BG**	**1,8**	**<BG**	**<BG**	**52**	**7**	**15**	**2**
		Mittelwert	9,6	359	7,7	0,9	2,9	0,38	0,03	1,8	5	<BG	54	7	14	2
		n	32	33	33	33	33	33	33	30	19	18	31	31	31	31
		MIN	9,1	306	7,4	<BG	2,3	<BG	<BG	0,12	<BG	<BG	19	6	10	1,6
		MAX	10,6	388	7,9	5,7	3,2	0,9	0,4	3,4	46	<BG	100	8	16	3
4	**Siedlungsabfalldeponie**	**Median**	**9,8**	**387**	**5,4**	**9,8**	**0,2**	**<BG**	**24**	**1,5**	**<BG**	**<BG**	**34**	**10**	**18**	**5**
		Mittelwert	9,9	375	5,4	9,9	0,2	0,03	24	1,6	10	<BG	34	10	18	5
		n	15	16	16	16	13	16	13	15	11	8	8	8	8	8
		MIN	9,2	251	5,2	7,5	0,1	<BG	21	<BG	<BG	<BG	26	8	15	4,5
		MAX	10,5	430	5,7	14	0,3	0,2	27	3,9	61	0,02	38	12	21	6
5	**Siedlungsabfalldeponie**	**Median**	**10,0**	**799**	**7,1**	**1,5**	**2,7**	**<BG**	**10**	**1,4**	**7**	**<BG**	**126**	**12**	**21**	**3**
		Mittelwert	10,2	788	7,1	2,0	2,6	0,04	9,7	1,6	10	<BG	122	12	21	4
		n	92	92	91	91	92	92	92	91	83	52	88	88	88	88
		MIN	8,6	525	6,2	<BG	1,0	<BG	1,2	<BG	<BG	<BG	75	8	9	0,8
		MAX	12,4	980	7,8	9,1	4,4	1,7	41	15	70	0,1	160	18	49	12
6	**Siedlungsabfalldeponie**	**Median**	**9,7**	**683**	**6,8**	**7,7**	**2,0**	**<BG**	**22**	**1,4**	**13**	**<BG**	**104**	**11**	**18**	**2**
		Mittelwert	9,8	652	6,6	6,7	1,8	0,02	25	2,1	15	<BG	103	12	17	2
		n	34	35	35	32	32	35	34	29	20	16	28	28	19	29
		MIN	8,4	437	5,7	0,6	0,1	<BG	3,3	<BG	<BG	<BG	63	8	10	<BG
		MAX	11,4	772	8,4	12	2,6	0,2	100	11	37	<BG	166	16	21	5
7	**Siedlungsabfalldeponie**	**Median**	**11,1**	**734**	**7,1**	**1,1**	**5,7**	**0,2**	**<BG**	**7,2**	**22**	**<BG**	**130**	**11**	**34**	**3**
		Mittelwert	10,9	733	6,9	2,3	5,7	0,23	0,38	11,2	31	<BG	130	11	35	3
		n	39	39	38	36	36	36	35	31	21	9	30	30	21	31
		MIN	7,2	349	6,4	0,04	3,1	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	73	3	16	<BG
		MAX	13,9	1390	7,7	10	10	0,8	4,20	88	230	0,01	230	18	68	6
8	**Siedlungsabfalldeponie**	**Median**	**10,4**	**470**	**5,9**	**0,6**	**0,7**	**3,7**	**<BG**	**30**	**34**	**<BG**	**20**	**6**	**22**	**4**
		Mittelwert	10,4	398	5,2	0,8	1,2	4,44	0,15	29	52	<BG	21	6	34	5
		n	46	47	47	43	38	47	47	39	17	17	39	39	32	39
		MIN	8,7	151	4,1	<BG	0,1	0,5	<BG	8,8	<BG	<BG	3	1	9	1,9
		MAX	11,8	742	6,7	3,7	3,3	10	0,90	63	120	<BG	69	17	97	12
9	**Siedlungsabfalldeponie**	**Median**	**10,8**	**202**	**5,7**	**1,1**	**0,2**	**2,4**	**<BG**	**11**	**41**	**<BG**	**6**	**3**	**17**	**3**
		Mittelwert	10,7	208	5,2	1,3	0,4	2,76	0,13	12	37	<BG	6	3	15	4
		n	43	43	43	43	33	43	43	42	14	12	38	38	14	14
		MIN	8,7	140	4,9	0,3	0,1	1,3	<BG	5,70	<BG	<BG	2	1	2	1,3
		MAX	13,0	278	6,8	5,1	1,5	8,1	1,40	24	62	<BG	18	9	19	12
10	**Siedlungsabfalldeponie**	**Median**	**11,4**	**580**	**6,7**	**1,3**	**2,5**	**11**	**0,2**	**9,6**	**42**	**<BG**	**43**	**7**	**31**	**13**
		Mittelwert	11,4	580	6,6	1,3	2,5	11	0,2	9,6	42	<BG	43	7	31	13
		n	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		MIN	11	510	7	1	2	7	0,1	7	23	<BG	41	6	26	9
		MAX	11,4	650	6,7	1,4	2,9	14	0,2	12	60	<BG	45	8	35	16
11	**Siedlungsabfalldeponie**	**Median**	**10,2**	**1384**	**7,0**	**1,2**	**4,6**	**0,4**	**0,90**	**8,0**	**83**	**<BG**	**199**	**17**	**100**	**10**
		Mittelwert	10,3	1365	6,8	1,4	4,6	0,6	12	7,9	80	<BG	197	16	99	11
		n	43	43	42	42	14	43	41	37	22	22	22	22	22	22
		MIN	8,4	656	6,5	0,2	3,0	0,1	<BG	1,6	19	<BG	140	9	62	1,8
		MAX	13,1	1710	8,4	6,1	6,2	5,1	34	18	150	0,10	260	24	180	22
12	**Siedlungsabfalldeponie**	**Median**	**9,4**	**123**	**5,8**	**0,7**	**1,2**	**1,4**	**<BG**	**10**	**29**	**<BG**	**8**	**1**	**6**	**2**
		Mittelwert	9,5	127	5,7	0,8	1,0	1,39	0,16	10	30	<BG	9	1	7	2
		n	29	29	29	28	23	29	29	25	12	11	23	23	23	23
		MIN	8,6	79	5,3	0,1	0,5	0,2	<BG	6,0	20	<BG	4	1	4	1,0
		MAX	12,1	177	6,3	2,8	1,6	4,3	3,2	14	44	<BG	13	2	16	3

Tabelle 4: Statistische Kennwerte für Anstrommessstellen 1992-2002 (Fortsetzung)

Deponie Nr.	Deponieart		Eisen mg/l	Mangan mg/l	Chlorid mg/l	Sulfat mg/l	Schwefelwasserstoff mg/l	Bor mg/l	Chrom µg/l	Kupfer µg/l	Nickel µg/l	Zink µg/l	Blei µg/l	Cadmium µg/l	Quecksilber µg/l	Arsen µg/l
1	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**0,1**	**0,03**	**19**	**37**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**
		Mittelwert	0,2	0,12	21	36	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	17	<BG	<BG	<BG	<BG
		n	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
		MIN	<BG	<BG	16	25	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
		MAX	0,8	1,3	42	58	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	230	<BG	0,4	<BG	2,1
2	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**9,4**	**0,41**	**18**	**90**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**70**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**
		Mittelwert	9,4	0,41	25	90	<BG	0,01	<BG	<BG	<BG	70	<BG	<BG	<BG	1,6
		n	2	2	32	2	30	31	2	2	2	2	2	2	2	32
		MIN	2,7	0,10	3,2	69	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
		MAX	16	0,7	56	110	<BG	0,11	<BG	<BG	<BG	140	<BG	<BG	<BG	7,5
3	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**0,7**	**0,22**	**18**	**22**	**<BG**	**0,07**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**
		Mittelwert	0,8	0,21	19	23	<BG	0,06	<BG	<BG	<BG	19	<BG	0,4	<BG	<BG
		n	20	20	33	31	31	28	11	12	12	12	12	12	11	1
		MIN	<BG	0,09	13	16	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
		MAX	2,3	0,3	36	29	<BG	0,13	<BG	<BG	<BG	86	<BG	5,0	<BG	<BG
4	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**0,1**	**0,01**	**37**	**31**	**<BG**	**0,03**	**<BG**	**<BG**	**30**	**25**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**
		Mittelwert	0,2	0,01	38	30	0,04	0,04	1,7	<BG	21	17	<BG	<BG	<BG	<BG
		n	8	8	16	11	8	10	7	7	10	7	7	7	7	10
		MIN	<BG	<BG	18	23	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
		MAX	1,0	0,02	58	40	0,4	0,11	10	<BG	40	31	<BG	<BG	<BG	1,0
5	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**<BG**	**0,01**	**76**	**132**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**
		Mittelwert	0,2	0,06	77	136	<BG	0,03	1,6	<BG	8	10	<BG	<BG	<BG	<BG
		n	50	50	90	87	83	86	46	46	47	47	47	47	47	80
		MIN	<BG	<BG	59	100	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
		MAX	4,0	1,3	148	320	<BG	0,11	74	10	370	78	3,9	0,5	<BG	1,0
6	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**0,1**	**<BG**	**43**	**96**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**
		Mittelwert	0,2	0,02	43	91	<BG	<BG	<BG	4,6	<BG	151	<BG	<BG	<BG	<BG
		n	18	18	35	20	17	30	14	14	14	14	14	14	14	20
		MIN	<BG	<BG	29	34	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
		MAX	0,7	0,2	60	110	<BG	0,03	<BG	50	<BG	1100	<BG	<BG	<BG	1,0
7	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**9,2**	**0,64**	**48**	**72**	**<BG**	**0,06**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**1500**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**1,4**
		Mittelwert	8,7	0,67	58	82	<BG	0,07	<BG	4,2	<BG	2340	38	<BG	<BG	2,1
		n	10	10	36	21	9	31	10	10	10	15	10	10	10	14
		MIN	2,3	0,17	20	49	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
		MAX	19	1,2	162	200	<BG	0,45	<BG	42,0	<BG	8000	250	<BG	<BG	7,0
8	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**5,0**	**0,15**	**43**	**37**	**0,77**	**0,06**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**15**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**
		Mittelwert	6,4	0,19	40	43	1,22	0,1	1,0	1,8	1,2	19	0,08	<BG	<BG	<BG
		n	32	32	47	32	29	39	13	13	13	13	13	13	13	13
		MIN	2,2	0,02	13,00	7,70	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
		MAX	16	0,8	74	134	8,80	0,4	5,0	10	10	60	1,0	<BG	<BG	1,4
9	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**6,4**	**0,07**	**32**	**25**	**0,31**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**30**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	
		Mittelwert	8,6	0,11	30	19	0,4	<BG	<BG	<BG	<BG	416	4,0	0,49	<BG	
		n	14	14	43	41	14	14	14	14	14	14	14	14	14	0
		MIN	2,7	0,04	17	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	
		MAX	21	0,36	39	48	1,3	0,07	<BG	<BG	<BG	5300	43	6,8	<BG	
10	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**5,7**	**0,2**	**54**	**55**	**0,04**	**0,09**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**11**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**0,6**
		Mittelwert	5,7	0,2	54	55	0,04	0,09	<BG	<BG	<BG	11	<BG	<BG	<BG	0,6
		n	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		MIN	5	0,2	52	47	0,04	0,08	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	0,6
		MAX	6,6	0,23	56	63	0,04	0,1	<BG	<BG	<BG	22	<BG	<BG	<BG	0,6
11	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**5,3**	**0,58**	**153**	**250**	**<BG**	**0,41**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**20**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**
		Mittelwert	6,3	1,21	168	254	<BG	0,42	1,4	<BG	<BG	65	<BG	<BG	<BG	0,5
		n	43	22	43	20	22	22	22	22	22	43	43	43	22	22
		MIN	<BG	0,44	110	220	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
		MAX	16	3,7	310	310	<BG	1,10	30	<BG	<BG	1800	4,0	<BG	<BG	4,6
12	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**5,6**	**0,08**	**8**	**<BG**	**0,06**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	
		Mittelwert	6,6	0,07	8	2	0,06	<BG	<BG	4,5	<BG	56	<BG	<BG	<BG	
		n	15	11	29	23	13	15	11	11	11	11	11	11	10	0
		MIN	0,6	0,05	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	
		MAX	11	0,1	14	18	0,27	0,05	<BG	50	<BG	520	<BG	<BG	<BG	

Tabelle 5: Statistische Kennwerte für Abstrommessstellen 2000 - 2002

Deponie Nr.	Deponieart		Wassertemperatur	Leitfähigkeit	pH-Wert	Sauerstoff	Säurekapazität	Ammonium	Nitrat	DOC/TOC	AOX	Kohlenwasserstoffe	Calcium	Magnesium	Natrium	Kalium
			°C	µS/cm		mg/l O2	mmol/l	mg/l N	mg/l N	mg/l C	µg/l Cl	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1	Siedlungsabfalldeponie	**Median**		**1365**	**6,8**		**8,5**	**0,1**	**0,1**	**14**	**55**	**<BG**	**130**	**41**	**76**	**6**
		Mittelwert		2228	6,7		15	30	0,5	39	98	<BG	150	62	162	18
		n	0	20	20	0	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		MIN		670	6,5		4,6	<BG	<BG	2,70	<BG	<BG	94	7	18	0,9
		MAX		5350	7,0		36	120	2,9	120	360	<BG	290	170	430	68
2	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**11,0**	**890**	**6,4**	**0,3**		**12**		**37**					**43**	**28**
		Mittelwert	10,9	965	6,3	0,5		16		36					68	25
		n	57	57	57	57	0	57	0	57	0	0	0	0	57	57
		MIN	9,1	418	5,6	0,1		0,2		2,70					15	1,7
		MAX	12,8	1780	6,9	6,5		48		78					200	54
3	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**12,1**	**1570**	**7,1**	**0,4**	**6,3**	**19**	**19**	**8,4**	**22**	**<BG**	**145**	**24**	**124**	**27**
		Mittelwert	12,7	1992	7,0	0,5	9,8	32	14	13	28	<BG	142	26	172	35
		n	70	70	70	70	70	70	70	70	5	7	70	70	70	70
		MIN	10,3	897	6,6	<BG	4,7	1,0	<BG	5,00	18	<BG	71	13	48	15
		MAX	16,2	3900	7,4	3,9	21	159	32	29	43	<BG	207	44	538	86
4	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**11,8**	**1014**	**7,0**	**0,4**	**11**	**13**	**0,1**	**17**	**55**	**<BG**	**114**	**25**	**38**	**32**
		Mittelwert	11,5	1437	6,8	0,6	13	57	0,7	29	104	<BG	115	28	65	74
		n	24	23	24	24	13	23	12	24	24	11	12	12	11	12
		MIN	9,7	382	6,2	<BG	1,2	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	17	8	17,0	11,0
		MAX	12,6	3680	7,1	1,9	29	212	3,4	110	500	<BG	213	55	210	262
5	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**12,4**	**1300**	**6,6**	**1,0**	**7,3**	**7,7**	**0,7**	**11,2**	**38**	**<BG**	**132**	**22**	**62**	**31**
		Mittelwert	12,4	1296	6,7	1,2	7,0	7,9	1,0	11	39	<BG	134	22	58	32
		n	24	24	24	24	24	24	24	24	24	2	24	24	24	24
		MIN	12,0	1100	6,5	<BG	4,5	3,4	0,3	8,30	<BG	<BG	98	17	39	11
		MAX	13,3	1480	6,8	4,5	9,2	14	2,9	14	56	<BG	165	31	77	53
6	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**11,4**	**1675**	**6,2**	**0,4**	**10**	**16**	**<BG**	**35**	**105**		**120**	**40**	**160**	**33**
		Mittelwert	11,8	2083	6,2	0,6	11,8	44	0,1	39	140		135	47	178	48
		n	18	18	18	18	11	18	11	11	18	0	11	11	11	11
		MIN	10,1	960	5,8	<BG	6,1	<BG	<BG	14,0	<BG		76	16	52	4
		MAX	16,0	3880	6,6	1,3	19	160	1,5	75	368		240	92	350	170
7	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**11,6**	**2210**	**6,8**	**0,4**	**16**	**39**	**0,2**	**37**	**139**		**273**	**33**	**140**	**12**
		Mittelwert	10,8	2226	6,8	0,9	17	33	0,4	42	132		300	32	208	24
		n	15	14	15	15	15	15	15	15	13	0	15	13	15	15
		MIN	7,2	1371	6,6	0,2	8,8	0,1	<BG	16	<BG		158	14	89	1,1
		MAX	13,4	3350	6,9	5,4	29	92	2,2	81	270		450	65	880	162
8	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**14,5**	**2235**	**6,7**	**0,4**	**16**	**11**	**0,1**	**90**			**108**	**25**	**235**	**9**
		Mittelwert	14,7	2935	6,4	0,4	19	53	0,1	137			134	32	323	70
		n	26	26	26	26	17	26	26	26	0	0	26	26	26	26
		MIN	10,5	960	6,0	0,1	5,4	0,1	<BG	40			24	1	89	4,5
		MAX	20,0	6700	7,7	0,7	41	210	0,5	350			420	84	900	300
9	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**9,1**	**960**	**6,9**	**1,5**	**5,0**	**41**	**0,2**	**89**	**210**	**<BG**	**31**	**13**	**35**	**58**
		Mittelwert	9,5	983	6,5	1,4	5,0	37	0,9	88,3	216	0,03	35	13	54	62
		n	12	12	12	9	3	12	12	12	9	6	12	12	9	9
		MIN	8,1	440	5,7	0,9	3,5	14,0	<BG	38	170	<BG	25	7	23	32
		MAX	11,9	1830	7,0	1,8	6,5	78	4,3	139	260	0,20	62	22	100	120
10	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**13,9**	**3105**	**6,7**	**0,8**	**20**	**54**	**0,05**	**60**	**225**	**<BG**	**68**	**38**	**200**	**62**
		Mittelwert	13,6	2800	6,4	0,9	17	105	0,3	73	256	0,01	100	36	184	115
		n	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		MIN	11,2	680	5,6	0,2	0,9	7,2	<BG	21,00	80	<BG	34	13	19,0	20
		MAX	15,3	4600	7,5	1,9	31	260	2,2	130	460	0,10	290	63	340	240
11	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**13,6**	**7500**	**7,0**	**0,6**		**290**	**1,3**	**220**	**810**	**<BG**	**230**	**66**	**810**	**280**
		Mittelwert	13,3	8067	6,9	0,8		330	2,5	226	963	<BG	237	87	896	347
		n	9	9	9	9	0	9	8	9	9	9	9	9	9	9
		MIN	10,1	6100	6,6	0,3		190	<BG	110	430	<BG	160	36	660	210
		MAX	15,5	14200	7,1	2,1		510	7,5	480	2200	0,00	350	170	1700	930
12	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**14,1**	**2040**	**6,8**	**0,4**		**69**	**1,7**	**66**	**255**		**45**	**10**	**185**	**61**
		Mittelwert	14,2	2957	6,7	0,5		112	6,3	130	422		53	19	319	142
		n	22	22	22	22	0	22	22	22	22	0	21	22	22	21
		MIN	9,8	790	6,4	0,2		<BG	<BG	1,70	<BG		23	4	28	2,0
		MAX	17,9	7600	7,3	1,0		480	39	410	2000		170	57	1100	650

Tabelle 5: Statistische Kennwerte für Abstrommessstellen 2000 - 2002 (Fortsetzung)

Deponie Nr.	Deponieart		Eisen	Mangan	Chlorid	Sulfat	Schwefelwasserstoff	Bor	Chrom	Kupfer	Nickel	Zink	Blei	Cadmium	Quecksilber	Arsen
			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
1	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**25**	**2,7**	**185**	**38**	**<BG**	**0,09**	**<BG**	**<BG**	**20**	**15**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**40**
		Mittelwert	44	3,0	320	30	0,03	0,37	1	<BG	31	23	<BG	0,12	<BG	156
		n	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		MIN	0,7	0,70	56	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
		MAX	120	8,1	890	46	0,16	1,10	10	<BG	90	200	4,0	0,60	<BG	850
2	Siedlungsabfalldeponie	**Median**			**61**		**0,10**	**0,68**								**0,92**
		Mittelwert			97		0,36	0,69								1,39
		n	0	0	57	0	57	57	0	0	0	0	0	0	0	57
		MIN			16		<BG	<BG								<BG
		MAX			320		1,60	1,50								6,90
3	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**<BG**	**1,0**	**133**	**138**	**<BG**	**0,91**		**2,9**	**12**	**2,0**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**<BG**
		Mittelwert	4,5	1,3	242	146	0,05	0,77		2,9	12	2	<BG	<BG	<BG	1,2
		n	5	5	70	70	70	53	0	6	6	6	6	6	6	5
		MIN	<BG	0,44	70	34	<BG	<BG		<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
		MAX	19	3,0	825	451	0,33	1,40		5,9	31	12	<BG	0,27	<BG	3,4
4	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**23**	**0,5**	**38**	**67**	**<BG**	**0,20**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**4**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**33**
		Mittelwert	33	4,0	93	73	<BG	0,49	2,5	1,7	3,6	7	<BG	<BG	<BG	28
		n	12	12	24	24	12	24	12	12	24	12	12	12	12	24
		MIN	0,3	0,06	6	28	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
		MAX	100	29,0	359	154	<BG	1,80	10	10	20	20	<BG	<BG	0,1	63
5	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**15**	**2,5**	**116**	**136**	**<BG**	**0,21**								**12**
		Mittelwert	15	2,5	113	165	<BG	0,21								17
		n	2	2	24	24	24	24	0	0	0	0	0	0	0	23
		MIN	8,3	1,40	82	113	<BG	0,12								6,4
		MAX	22	3,6	133	245	<BG	0,36								37
6	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**36**	**2,0**	**235**	**145**		**0,17**	**<BG**	**3,0**	**32**	**53**	**<BG**	**<BG**	**0,30**	**57**
		Mittelwert	62	3,1	285	181		0,20	<BG	2,7	43	60	2,8	0,54	0,38	115
		n	11	11	18	18	0	18	11	11	11	11	11	11	11	18
		MIN	0,6	0,3	43	57		<BG	<BG	<BG	22	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG
		MAX	190	9,9	620	339		0,54	<BG	7,0	130	140	11	4,8	1	390
7	Siedlungsabfalldeponie	**Median**			**197**	**150**		**0,34**				**60**				**2,2**
		Mittelwert			228	162		0,41				135				3,6
		n	0	0	15	15	0	15	0	0	0	4	0	0	0	15
		MIN			96	55		0,04				30				1
		MAX			418	297		1,10				390				8,0
8	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**10**	**0,4**	**240**	**33**	**0,18**	**0,21**								
		Mittelwert	10	0,6	356	28	0,38	0,38								
		n	26	26	26	26	26	26	0	0	0	0	0	0	0	0
		MIN	2,7	0,15	95	9	0,05	0,09								
		MAX	26	2,1	1200	43	2,60	1,10								
9	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**4,2**	**0,1**	**45**	**33**	**0,29**	**0,38**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**46**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	
		Mittelwert	4,9	0,3	81	43	0,38	0,43	<BG	12	<BG	96	4,2	<BG	<BG	
		n	9	9	12	12	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0
		MIN	1,7	0,07	16	1	<BG	0,12	<BG	<BG	<BG	15	<BG	<BG	<BG	
		MAX	9,9	0,5	190	97	0,87	1,10	<BG	65	<BG	450	14	<BG	<BG	
10	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**9,6**	**0,5**	**370**	**85**	**0,04**	**0,59**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**35**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**5,8**
		Mittelwert	17	0,8	291	118	0,06	0,96	<BG	<BG	<BG	116	<BG	<BG	<BG	10
		n	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		MIN	4,1	0,06	25	<BG	0,02	0,31	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	1,2
		MAX	46	1,7	500	420	0,20	2,00	0	<BG	<BG	600	<BG	<BG	<BG	34
11	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**25**	**0,8**	**1200**	**330**	**0,05**	**5,60**	**<BG**	**<BG**	**120**	**32**	**<BG**	**<BG**	**<BG**	**20**
		Mittelwert	32	1,1	1303	218	0,04	9,86	3	32	93	87	<BG	<BG	<BG	87
		n	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
		MIN	0,4	0,51	970	6	<BG	4,7	<BG	<BG	<BG	19	<BG	<BG	<BG	1,7
		MAX	78	2,7	2300	470	0,11	21	30	170	200	450	<BG	<BG	<BG	630
12	Siedlungsabfalldeponie	**Median**	**13**		**155**	**15**	**0,06**	**0,84**								
		Mittelwert	16,9		314	80	0,04	1,30								
		n	22	0	22	22	22	21	0	0	0	0	0	0	0	0
		MIN	<BG		53	<BG	<BG	<BG								
		MAX	53,0		1000	640	0,08	4,00								

Anhang 4

Tab. 7: Grobe Abschätzung der voraussichtlichen klimaschädlichen Emissionen aus der Errichtung eines neuen Zwischenlagers.

Pos.	Spezifikation	Einheit	Wert
	Allg. Annahmen		
1	Grundfläche Zwischenlager	[m^2]	12.500
2	Zufahrt und Umfahrung	[m^2]	5.000
3	Gesamtfläche	[m^2]	17.500
	Klimaschädliche Emissionen aus Beton (ohne Bewehrungsstahl) für Fahrwege, Bodenplatte, Anschüttwand		
4	Volumen Fundament, Bodenplatte und Fahrweg bei 20 cm Dicke der Bodenplatte	[m^3]	3.500
5	Umlaufende Anschüttwand	[m]	500
6	Volumen Anschüttwand bei 20 cm Wandstärke und 4 m Höhe	[m^3]	400
7	Beton für Bodenplatte, Fahrwege und Anschüttwand gesamt	[m^3]	3.900
8	Klimaschädliche Emissionen Beton (C30/37)[1], ohne Bewehrung (A1-A3, A4, A5, B1, C1, C2, C3, D)	[kg $CO_{2Äq.}$/m^3 Konstruktionsbeton]	212
9	Klimaschädliche Emissionen Stahlbeton Beton (ohne Bewehrungsstahl) über 20 Jahre Nutzungsdauer	[kg $CO_{2Äq.}$]	827.931
	Klimaschädliche Emissionen aus Bewehrungsstahl für Fahrwege, Bodenplatte, Anschüttwand		
11	Klimaschädliche Emissionen Bewehrungsstahlmatten (A1-A4)[2]	[kg $CO_{2Äq.}$/kg]	0,827
12	Klimaschädliche Emissionen Bewehrungsstahlmatten (A5) - geschätzt, in Anlehnung den Einbau von Beton[1]	[kg $CO_{2Äq.}$/kg]	0,0042
13	Klimaschädliche Emissionen Bewehrungsstahlmatten gesamt	[kg $CO_{2Äq.}$/kg]	0,8312
14	Bewehrungsstahl in Anschüttwand, Bodenplatten, Fahrwege (abgeleitet aus Quelle 3)	[kg/m^3 Beton]	100
15	Bewehrungsstahl gesamt	[kg]	390.000
16	Klimaschädliche Emissionen Betonstahlmatten gesamt über 20 Jahre Nutzungsdauer	[kg $CO_{2Äq.}$]	324.171
	Klimaschädliche Emissionen aus Beton für Fundamente Leichtbauhalle (Traufhöhe 8 m)		
17	Grundfläche Leichtbauhalle	[m^2]	12.500
18	Volumen Beton für Fundamente	[m^3]	500
19	Klimaschädliche Emissionen Beton (C30/37)[1], ohne Bewehrung (A1-A3, A4, A5, B1, C1, C2, C3, D)	[kg $CO_{2Äq.}$/m^3 Konstruktionsbeton]	212
20	Klimaschädliche Emissionen Beton	[kg $CO_{2Äq.}$]	106.145
	Klimaschädliche Emissionen aus Bewehrungsstahl für Fundamente Leichtbauhalle		
21	Klimaschädliche Emissionen Bewehrungsstahlmatten (A1-A4)[2]	[kg $CO_{2Äq.}$/kg]	0,827
22	Klimaschädliche Emissionen Bewehrungsstahlmatten (A5) - geschätzt, in Anlehnung den Einbau von Beton	[kg $CO_{2Äq.}$/kg]	0,0042
23	Klimaschädliche Emissionen Bewehrungsstahlmatten gesamt	[kg $CO_{2Äq.}$/kg]	0,8312
24	Bewehrungsstahl in Fundament	[kg/m^3 Beton]	200
25	Bewerhrungsstahl gesamt	[kg]	100.000
26	Klimaschädliche Emissionen Betonstahlmatten gesamt über 20 Jahre Nutzungsdauer	[kg $CO_{2Äq.}$]	83.121
	Klimaschädliche Emissionen aus Tragwerk Halle aus Stahl (Leichtbauhalle)		
27	Grundfläche Leichtbauhalle	[m^2]	12.500
28	Stahl für Tragwerk	[kg]	1.143.750
29	Klimaschädliche Emissionen aus Stahl für Tragwerk Halle[3] (A1 - A3, C3, D)	[kg $CO_{2Äq.}$/kg]	0,7188
30	Klimaschädliche Emissionen Stahl für Tragwerk gesamt über 20 Jahre Nutzungsdauer	[kg $CO_{2Äq.}$]	822.173
	Klimaschädliche Emissionen aus Außenverkleidung Halle (Leichtbauhalle)		
31	Grundfläche Leichtbauhalle	[m^2]	12.500
32	Oberfläche Leichtbauhalle	[m^2]	17.750
33	Klimaschädliche Emissionen je m^2 Stahlprofileblech[4] (A1-A3, C2, C4, D - A4 und A5 abgeleitet aus Quelle 6)	[kg $CO_{2Äq.}$/m^2]	7,74
34	Klimaschädliche Emissionen Außenverkleidung über 20 Jahre Nutzungsdauer	[kg $CO_{2Äq.}$]	137.301
	Klimaschädliche Emissionen Beton für Biofilter		
35	Bodenplatte Biofilter	[m^2]	2.500
36	Volumen Bodenplatte bei 20 cm Wandstärke	[m^3]	500
37	Volumen Seitenwände bei 20 cm Wandstärke und 2,50 m Höhe	[m^3]	100
38	Klimaschädliche Emissionen Beton (C30/37)[1] (A1-A3, A4, A5, B1, C1, C2, C3, D)	[kg $CO_{2Äq.}$/m^3 Konstruktionsbeton]	212
39	Klimaschädliche Emissionen Beton für den Biofilter über 20 Jahre Nutzungsdauer	[kg $CO_{2Äq.}$]	127.374
	Klimaschädliche Emisssionen aus Bewehrung für Biofilter		
40	Bewehrungsstahl in Seitenwände und Bodenplatten	[kg/m^3 Beton]	100
41	Volumen Beton	[kg Stahl]	600
42	Klimaschädliche Emissionen Bewehrungsstahl[2]	[kg $CO_{2Äq.}$/kg]	0,827
43	Klimaschädliche Emissionen Bewehrungsstahl	[kg $CO_{2Äq.}$]	496
	Klimaschädliche Emissionen aus Elektroenergie für den Luftwechsel der Leichtbauhalle		
44	Verdichterleistung für den Luftwechsel (max, bei Vollbelegung)	[m^3/h]	250.000
45	Elektrische Leistung Verdichter (geschätzt, bei 50 % Belegung des Zwischenlagers)	[kW]	100
46	Verbrauch elektrischer Strom p.a.	[kWh]	876.000
47	Klimaschädliche Emissionen Deutscher Strommix[5] (werte für 2021 wurden geschätzt).	[kg $CO_{2Äq.}$/kWh]	0,366
48	Klimaschädliche Emissionen Luftwechsel Zwischenlager über 20 Jahre Nutzungsdauer	[kg $CO_{2Äq.}$]	6.412.320
49	Klimaschädliche Emissionen aus Errichtung und Betrieb Zwischenlager (Zwischensumme)	[kg $CO_{2Äq.}$]	8.841.032
50	10 % Aufschlag pauschal für Sonstiges	[kg $CO_{2Äq.}$]	884.103
51	**Klimaschädliche Emissionen aus Errichtung und Betrieb des Zwischenlagers über 20 Jahre bei durchschnittlich 50 %iger Belegung**	**[kg $CO_{2Äq.}$]**	**9.725.135**
52	**Klimaschädliche Emissionen aus Errichtung und Betrieb des Zwischenlager pro Jahr bei durchschnittlich 50 %iger Belegung**	**[kg $CO_{2Äq.}$]**	**486.257**
53	**Klimaschädliche Emissionen aus Errichtung und Betrieb Zwiischenlagers je Mg Abfall bei durchschnittlich 50 %iger Belegung**	**[kg $CO_{2Äq.}$/a]**	**39**

Quellen

1) ÖKOBAUDAT. Prozess-Datensatz: Beton der Druckfestigkeitsklasse C 30/37 (de) de. https://www.oekobaudat.de, letzter Zugriff 22.09.2021

2) Umwelt-Produktdeklaration (2017, gültig bis 2022) nach ISO 14025 und EN 15804 für "Cold-rolled reinforcing steel and electrowelded mesh". DeAlfa Acciai, Registration number MR-ENV-EPD-ALF-20170004-EN, Programmhalter: Institut für Bauen und Umwelt e.V., Berlin

3) Umwelt-Produktdeklaration (2018, gültig bis 2023) nach ISO 14025 und EN 15804 für Structural Steel: Sections and Plates. Declaration number EPD-BFS-20180116-IBG2-EN

4) Umwelt-Produktdeklaration (2017, gültig bis 2022) nach ISO 14025 und EN 15804+A1 für organisch beschichtetes Stahlblech zur Aussenfassadenverkleidung. Voestalpine Stahl GmbH, Deklarationsnummer EPD-KAL-20160282-IBC1-DE, Programmhalter: Institut für Bauen und Umwelt e.V., Berlin

5) Umweltbundesamt (Mai 2021): Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid- Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 - 2020. CLIMATE CHANGE 45/2021, Eigenverlag, Dessau-Roßlau, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-26_cc-45-2021_strommix_2021_0.pdf, letzter Download 24.09.2021

6) Umwelt-Produktdeklaration (2017, gültig bis 2022) nach ISO 14025 und EN 15804+A1 für Stehfalzsysteme für Dachbedeckung und Wandbekleidung aus Aluminium. Kalzip GmbH, Deklarationsnummer EPD-KAL-20160282-IBC1-DE, Programmhalter: Institut für Bauen und Umwelt e.V., Berlin

Anmerkung

C1-C3 = Herstellung / A4 = Transport / A5 = Einbau / B1 = Nutzung / C2 = Transport / C3 = Abfalllbehandlung / D = Recyclingpotenzial