

**BEWERTUNGSGREMIUM
ALTLAST SAD MÜNCHEHAGEN**

**Bericht
zur Bewertung der Umweltsituation
und der Wirksamkeit der Maßnahmen zur Sicherung
der ehemaligen Sonderabfalldeponie Münchehagen
mit
Handlungsempfehlungen sowie
Empfehlungen zum Langfristmonitoring**

–

**Statusbericht 2018
des Bewertungsgremiums**

Christian Poggendorf

Frank Schmidt

Meinfried Striegnitz

Bielefeld - Hannover - Lüneburg
im Mai 2019

Statusbericht 2018 des Bewertungsgremiums Altlast SAD Münchehagen

vorgelegt von

Meinfried Striegnitz, Diplom-Physiker

Vorsitzender des Bewertungsgremiums

Institut für Umweltkommunikation der Leuphana Universität Lüneburg

Scharnhorststraße 1

21335 Lüneburg

Tel. 04131/677-2923

E-Mail: striegnitz@uni.leuphana.de

Christian Poggendorf, Diplom-Ingenieur

Gutachter für das Land Niedersachsen

Prof. Burmeier Ingenieurgesellschaft mbH

Bemeroder Str. 71

30559 Hannover

Tel. 0511/899223-0

E-Mail: c.poggendorf@burmeier-ingenieure.de

Frank Schmidt, Diplom-Geologe

Gutachter für die Stadt Rehburg-Loccum, die Stadt Petershagen, die Samtgemeinde
Niedernwöhren und die Anliegergemeinschaft

Schmidt und Partner GmbH, Beratende Hydrogeologen BDG, Beratende Ingenieure VBI

Osningsstraße 75

33605 Bielefeld

Tel. 0521/9503990

E-Mail: kontakt@schydro.de

**Der Statusbericht 2018 des Bewertungsgremiums besteht aus einem Textteil
und einem Anhang (Anlagenteil)**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Tätigkeitsbericht des Bewertungsgremiums 2014 – 2018	4
3	Strategie und Methodik der Bewertung	12
3.1	Grundsätzliche Herangehensweise an die Bewertungsaufgabe	12
3.2	Rechtlicher Rahmen und Vorgaben	13
3.2.1	Zielsetzung der Betrachtung	13
3.2.2	Wasserrecht	13
3.2.3	Abfallrecht	14
3.2.4	Bodenschutzrecht	17
3.3	Fachlicher Rahmen und Bezugspunkte, Darstellung des Umfanges des Monitorings	17
3.3.1	Planungserwartungen	17
3.3.2	Grundwassermonitoring	21
3.3.3	Weitere Untersuchungen im Rahmen des Monitorings	24
3.3.4	Sonderuntersuchungen zum Systemverständnis	24
3.3.5	Status der Ablagerung entsprechend der Deponieverordnung	25
3.4	Zusammenfassende allgemeine Darstellung der Bewertungsmethodik	30
3.4.1	Allgemeines	30
3.4.2	Hydraulische Auswirkungen	30
3.4.3	Hydrochemische Auswirkungen	31
3.4.4	Deponiegas	32
3.4.5	Sonstige Auswirkungen	32
4	Zusammenfassende Darstellung des gegenwärtigen Kenntnisstandes.....	34
4.1	Hydraulik	34
4.2	Hydrochemie	36
4.3	Oberflächenwasser, Sediment	41
4.4	Deponiegas	42
4.5	Oberflächenabdichtung	42
4.6	Setzungen	42
5.	Leitlinien für das Langfristmonitoring	44
5.1	Begründung und Zielsetzung	44
5.2	Ableitung und Begründung von Kriterien zur Konfektionierung eines Langfristmonitorings	45
5.2.1	Beobachtungsschwerpunkte	45
5.2.2	Hydraulik	48
5.2.3	Hydrochemie	49
5.2.4	Deponiegas	53
5.2.5	Oberflächenwasser, Sedimente und Setzungen	55
5.2.6	Berichtswesen und Kommunikation	58
5.3	Zusammenfassende Empfehlung und Validierungsphase	59
6	Zusammenfassung und Empfehlungen.....	60
6.1	Sicherungselemente	60
6.2	Empfehlungen zum Monitoring	60
	Danksagung	62
	Quellenverzeichnis.....	63

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	Übersicht (Stand 25.04.2019) der Sitzungen und Arbeitsgespräche seit Dezember 2013 (19. Sitzung)	6
Tabelle 2:	Übersicht der Empfehlungen des Bewertungsgremiums 2014 - 2018.....	10
Tabelle 3:	Anwendung der Kriterien auf die Altlast SAD Münchehagen	26
Tabelle 4:	Indikatorparameter für bevorzugte potentielle Austragspfade.....	40
Tabelle 5:	Kriterien zur Ableitung von Beobachtungsschwerpunkten	46

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1:	Phasen der Entwicklungen von Deponien gem. DepV.....	14
Abbildung 2:	Veränderung der hydraulischen Verhältnisse nach Umsetzung der Sicherungsmaßnahmen (aus /7/)	19
Abbildung 3:	Situation vor der Sicherung	20
Abbildung 4:	Möglicher Schadstoffaustrag nach Umsetzung der Sicherungsmaßnahmen (nach /7/)	20
Abbildung 5:	Zonenkonzept der hydraulischen und hydrochemischen Überwachung (nach /7/)	21
Abbildung 6:	Hydrochemische Charakterisierung der Zone 3 mit gemittelten Grundwassergleichen und Störungszonen aus /Ergebnisdarstellung Pelzer 2019/	38
Abbildung 7:	Räumliche Abgrenzung der Beobachtungsschwerpunkte.....	46
Abbildung 8:	Empfohlene Änderungen im hydraulischen Monitoring.....	49
Abbildung 9:	Empfehlungen zur Änderung des Langfristmonitorings Hydrochemie Statusuntersuchung	51
Abbildung 10:	Empfehlungen zur Änderung des Langfristmonitorings Hydrochemie Jahresmessungen	52
Abbildung 11:	Empfehlungen zur Änderung des Langfristmonitorings Deponiegas	54
Abbildung 12:	Empfehlungen zur Änderung des Langfristmonitorings Deponiegas	55
Abbildung 13:	Empfehlungen zur Änderung des Langfristmonitorings Oberflächenwasser	56
Abbildung 14:	Empfehlungen zur Änderung des Langfristmonitorings Sediment	57

Verzeichnis der Anlagen im Anhang

- Anlagen zu Kapitel 2: Protokolle der Sitzungen (2014 - 2018)
 Empfehlungen des Bewertungsgremiums (2014 - 2018)
- Anlage zu Kapitel 4: Gesamtsituation des Systems im Querschnitt
 (Anlage 1.3 aus /Pelzer 2018/)
- Anlagen zu Kapitel 5: Ableitung von Beobachtungsschwerpunkten für das
 Langfristmonitoring

Hinweis:

Die bei der Verfassung dieses Berichts verwendeten Quellen (Publikationen, Gutachten, Gesetzestexte, Stellungnahmen usw.) sind am Ende des Berichts im Quellenverzeichnis aufgelistet. Im Text weist eine in // gesetzte Ziffer oder Kurzbezeichnung auf die entsprechende Quelle hin.

1 Einleitung

Zur Minimierung des Stoffaustrages aus der ehemaligen Sonderabfalldeponie (SAD) Münchehagen wurde gemäß Beschluss der Niedersächsischen Landesregierung vom 17.6.1997 und mit Zustimmung des Niedersächsischen Landtages vom 22.1.1998 die Altlast SAD Münchehagen durch eine Maßnahmenkombination gesichert, deren wesentliche Elemente aus einer vollständigen seitlichen Umschließung durch eine Dichtwand sowie einer Oberflächenabdichtung/-abdeckung mit Gasfassung und Gasbehandlung bestehen. Die Dichtwand wurde im Jahr 1999, die Oberflächenabdichtung in den Jahren 2000 (für den Teil der GSM-Deponie) und 2001 (für den Teil der Altdeponie) fertig gestellt. Zur Kontrolle der Wirksamkeit der Sicherungselemente wurde ein Überwachungssystem (Monitoring) konzipiert und ab 1999 in dieser Form betrieben.

Die Sicherungskonzeption mit der technischen Ausführung der Sicherungselemente sowie die Konzeption, der Inhalt und der Ablauf des Monitorings sind auch Gegenstand der am 29.4.1999 zwischen dem Land Niedersachsen und der Stadt Rehburg-Loccum, der Stadt Petershagen, der Samtgemeinde Niedernwöhren sowie der Anliegergemeinschaft geschlossenen Vereinbarung. Darin vereinbarten die Vertragsparteien die Einrichtung eines Bewertungsgremiums, dem die Aufgabe übertragen wurde, die im Rahmen des Monitorings erfassten Daten zu werten und zu gewichten, das Monitoringsystem als solches zu begleiten und kontinuierlich hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit zu prüfen, sowie Handlungsempfehlungen hinsichtlich der Notwendigkeit zusätzlicher, insbesondere hydraulischer Sicherungsmaßnahmen an das Land Niedersachsen auszusprechen.

Das Bewertungsgremium wurde am 20.9.1999 konstituiert und legte auftragsgemäß im Dezember 2004 einen ersten detailliert begründeten Statusbericht zur Bewertung der Umweltsituation der gesicherten Altlast, zur Wirksamkeit der Sicherungselemente und -maßnahmen sowie Empfehlungen zur Erfordernis weiterer Sicherungsmaßnahmen und zur Weiterentwicklung des Monitorings vor /Bericht 2004/.

Die ursprünglich bis Dezember 2004 befristete Vereinbarung wurde von den Vertragsparteien inzwischen mehrfach fortgeschrieben und verlängert. In diesem Zuge wurde das Bewertungsgremium zunächst jeweils beauftragt, zum Ende der jeweiligen Verlängerungsperiode eine Aktualisierung der Bewertung der Umweltsituation und der Wirksamkeit der Sicherungselemente vorzunehmen, darauf bezogene Handlungsempfehlungen zu erarbeiten und dies in einem erneuten Statusbericht darzulegen. Gemäß dieser Auftragslage hat das Bewertungsgremium nach dem ersten Statusbericht /Bericht 2004/ zwei weitere Statusberichte in den Jahren 2008 /Bericht 2008/ und 2013

/Bericht 2013/ vorgelegt. Im Zuge der letzten Vertragsverlängerung erhielt das Bewertungsgremium den Auftrag, im Jahr 2018 einen vierten Statusbericht vorzulegen.

Das Bewertungsgremium legt diesen **Statusbericht 2018** hiermit vor.

Der Statusbericht 2018 ist als Ergänzung und Fortschreibung der drei früheren Statusberichte mit den Berichtsständen 2004, 2008 und 2013 konzipiert. Auch wenn die Erkenntnisse, die bisher schon aus den Ergebnissen des Monitorings der gesicherten Altlast zu ziehen waren, zu neuen sicherungsrelevanten Themen und Fragestellungen geführt haben, behalten die entscheidenden Grundlagen und die wesentlichen Eckpunkte sowohl in der Sache als auch hinsichtlich des Auftrages und der Arbeitsweise des Bewertungsgremiums über den ersten Berichtszeitraum hinaus ihre Gültigkeit. Diese Aspekte und Grundlagen werden daher im vorliegenden Bericht nicht erneut ausführlich dargelegt, sondern, soweit für den Argumentationsgang erforderlich, an geeigneter Stelle unter Verweis auf die Vorgängerberichte /Bericht 2004, Bericht 2008, Bericht 2013/ kurz zusammengefasst. Damit soll der vorliegende Bericht einerseits aus sich selbst heraus verständlich und nachvollziehbar sein, andererseits soll der Umfang des Berichts begrenzt bleiben.

Die Aufgabenstellung des vorliegenden Statusberichtes besteht vor allem in der Entwicklung und Begründung einer Konzeption für das zukünftige Langfristmonitoring. Auf der Basis des aktuellen Kenntnisstandes der Statusuntersuchung 2018 und der vorliegenden Datenreihe der letzten 20 Jahre haben sich Schwerpunkte der Beobachtung ergeben und Abweichungen von den ursprünglichen Planungserwartung gezeigt, die Anlass verschiedener Sonderuntersuchungen gewesen sind. Mit Abschluss der Untersuchungen zur Systemdynamik und der Tracerversuche liegt ein mittlerweile so vollständiges Dateninventar vor, dass hieraus belastbare Leitlinien für das zukünftige Langfristmonitoring entwickelt werden können.

Als Langfristmonitoring ist eine Überwachung gemeint, die ohne Verlust von Erkenntnissen insbesondere im Hinblick auf einen Schadstoffaustrag soweit optimiert ist, dass die notwendigen Untersuchungen und Auswertungen auf ein Maß beschränkt werden, welche gleichwohl eine faktenbasierte valide Bewertung der Umweltsituation und der Wirksamkeit der Sicherungselemente ermöglicht und damit im Interesse des Gemeinwohls der zu erwartenden Ewigkeitslast gerecht wird.

Das Bewertungsgremium verbindet mit der Vorlage dieses Berichts die Hoffnung, dass auch er wiederum dazu beitragen möge, den in den zurückliegenden Jahren erfolgreich beschrittenen Weg weiter zu verfolgen und die Diskussionen zwischen den be-

teiligten Institutionen und in der Öffentlichkeit über die auch zukünftig weiter erforderliche Beobachtung der Umweltauswirkungen der inzwischen gesicherten Altlast Sonderabfalldeponie Münchehagen auch weiterhin auf der Basis sorgfältig erhobener Fakten mit stichhaltigen fachlichen Argumenten in einer Atmosphäre gegenseitiger Achtung und Fairness sachlich und konstruktiv zu führen.

2 Tätigkeitsbericht des Bewertungsgremiums 2014 – 2018

Die durch die Vereinbarung zwischen den Vertragsparteien fixierten Grundlagen und Rahmenbedingungen, der daraus resultierende Auftrag an das Bewertungsgremium sowie die mit den Vertragsparteien abgestimmte formale Arbeitsweise des Bewertungsgremiums wurden im /Bericht 2004/ vorgestellt und erläutert (siehe auch Kap. 3.1 im vorliegenden Statusbericht).

Diese Strukturen und Verfahren, insbesondere die Trennung von *Auswertung* der Monitoringergebnisse einerseits und *Bewertung* der Monitoringergebnisse im Hinblick auf Handlungserfordernisse andererseits, haben sich auch im gegenwärtigen Berichtszeitraum bewährt.

Gemäß der Vereinbarung hat das Bewertungsgremium mindestens einmal jährlich gegenüber den Vertragsparteien Bericht zu erstatten und jeweils zum Ende der Vertragslaufzeit einen umfassenden Statusbericht zur Bewertung der Gesamtsituation, zur Wirksamkeit der Sicherungselemente, zur Leistungsfähigkeit des Monitoringsystems sowie gegebenenfalls Empfehlungen zum Erfordernis weiterer Maßnahmen abzugeben. Neben den Jahressitzungen mit den Vertragsparteien wurden dazu mehrere Arbeitsgespräche abgehalten, an denen – je nach Bedarf gegebenenfalls zeitweise – auch Vertreter der NGS, der ZUS AGG, des Gutachterbüros Dr. Pelzer oder Vertreter der Vertragsparteien teilnahmen.

Thematisch war der Berichtszeitraum neben der jährlichen Bewertung der Ergebnisse des Monitorings insbesondere geprägt von der Planung (2014), Durchführung (2015-2016) und Auswertung (2016-2017) der Tracerversuche, dem Rückbau nicht mehr benötigter wasserwirtschaftlicher Anlagen (2014-2015), der Statusuntersuchung 2018 und der Konzipierung des Langfristmonitorings (2018).

Im Statusbericht 2013 hatte das Bewertungsgremium im Hinblick auf die Konzipierung eines Langfristmonitorings empfohlen, mithilfe von Markierungsstoffen die Bedingungen und Möglichkeiten von deponiebürtigen Stofftransporten zu untersuchen. Die Tracerversuche sollten dazu beitragen, die mögliche Dynamik von Schadstofftransportprozessen sowohl quantitativ als auch qualitativ besser abschätzen und eingrenzen zu können. Insbesondere sollten sie für den Bereich der Nordost-Ecke Erkenntnisse dazu liefern, inwieweit im Zeitraum einer Gradientenumkehr diese Umkehrung der Druckverhältnisse auch zu Stofftransportvorgängen führen kann. Insgesamt sollten die Tracerversuche das Gesamtverständnis des Systems der gesicherten Altlast soweit ver-

tiefen und vervollständigen, dass darauf aufbauend ein fokussiertes Langfristmonitoring konzipiert werden kann, das für einen Zeithorizont der nächsten Jahrzehnte eine leistungsfähige und aussagekräftige Überwachung der Altlast und die sichere Früherkennung eines gegebenenfalls möglichen Schadstoffaustrags gewährleistet.

Durch die Erkenntnisse aus den Ergebnissen der Tracerversuche konnten die genannten Fragestellungen soweit beantwortet oder wenigstens eingegrenzt werden, dass in Verbindung mit den sonstigen Kenntnissen aus dem nunmehr 20-jährigen Monitoring ein hinreichend valides Systemverständnis der gesicherten Altlast SAD Münchehagen ergibt, auf dessen Grundlage die Arbeiten zur Konzipierung und Fokussierung des Langfristmonitoringsystems aufgenommen werden konnten.

Nach entsprechender Vorplanung durch die NGS und in Abstimmung mit allen Vertragsparteien wurden Anlagen zur Deponiewasserbewirtschaftung im Jahre 2014, Anlagen zur Bewirtschaftung von Oberflächen- und Sanitär-Wasser im Jahre 2015 zurückgebaut. Im Statusbericht 2013 hatte das Bewertungsgremium empfohlen, im Hinblick auf den Rückbau nicht mehr benötigter Anlagen der Oberflächenwasserbewirtschaftung im Bereich Lusekamp eine aktualisierte Gefährdungsabschätzung für diesen Bereich zu erarbeiten. Diese Gefährdungsabschätzung wurde 2014 für den hier betroffenen südlichen Teil des Lusekamp /22/ erstellt und 2015 um eine Aktualisierung für den nördlichen Bereich /22a/ ergänzt.

Insbesondere zur vorbereitenden Planung der Tracerversuche sowie zur Begleitung der anderen genannten thematischen Vorgänge stand das Bewertungsgremium in einem fachlichen Austausch mit NGS bzw. ZUS AGG und Herrn Dr. Pelzer.

In Tabelle 1 sind sämtliche Sitzungen seit der Übergabe des /Berichts 2013/ mit Ort, Datum, Beteiligten und stichwortartiger Inhaltsangabe aufgelistet. Die Protokolle der Sitzungen sind im Anhang als Anlage zu Kap. 2 diesem Bericht beigefügt.

Tabelle 1: Übersicht (Stand 25.04.2019) der Sitzungen und Arbeitsgespräche seit Dezember 2013 (19. Sitzung)

Datum, Ort	Bezeichnung	Teilnehmer	Inhalte
11.12.2013 Rehburg-Loccum	19. Sitzung (Jahressitzung)	- Vertragsparteien - NGS - Dr. Pelzer - Bewertungsgremium	- Monitoringergebnisse 2012/2013 - Umstellung auf dauerhafte passive Entgasung - Vorstellung und Erläuterung des Vorabzugs zum Statusbericht 2013 - Rückbau
28.01.2014 Hannover, NGS	75. Arbeitsgespräch	- NGS - Dr. Pelzer - Bewertungsgremium	- Besprechung Vorabzug Statusbericht
04.02.2014 Rehburg-Loccum	20. Sitzung	- Vertragsparteien - NGS - Dr. Pelzer - Bewertungsgremium	- ausführliche Aussprache Vorabzug und Endredaktion Statusbericht
25.02.2014 Rehburg-Loccum	76. Arbeitsgespräch und Berichtsübergabe	- Vertragsparteien - NGS - Dr. Pelzer - Bewertungsgremium	- Übergabe des Statusberichts 2013
25.03.2014 Hannover, NGS	77. Arbeitsgespräch	- NGS - Dr. Pelzer - Bewertungsgremium	- Monitoringkonzept - betriebliche und technische Maßnahmen: dauerhafter Passivbetrieb, Grundwasserhaltung K1/K2
09.05.2014 Münchehagen	78. Arbeitsgespräch	- Tag der offenen Tür	- Präsenz zeigen: Auftrag und Stellungnahmen des Bewertungsgremiums erläutern
26.05.2014 Hannover, NGS	79. Arbeitsgespräch	- NGS - Dr. Pelzer - MU - LBEG - Bewertungsgremium	- Konzeptentwicklung Stofftransportuntersuchungen
08.07.2014 Hannover, NGS	80. Arbeitsgespräch	- NGS - Dr. Pelzer - LBEG - Bewertungsgremium	- Vorkonzept Stofftransportuntersuchungen
23.10.2014 Münchehagen	81. Arbeitsgespräch	- Prof. Coldewey - NGS - Dr. Pelzer - Bewertungsgremium	- Planung Stofftransportuntersuchungen: vor-Ort-Termin mit Prof. Coldewey
27.10.2014 Hannover, NGS	82. Arbeitsgespräch	- Prof. Coldewey - NGS - LBEG - Dr. Pelzer - Bewertungsgremium	- Planung Stofftransportuntersuchungen: Beratungsgespräch mit Prof. Coldewey
07.01.2015 Bielefeld	83. Arbeitsgespräch	- Bewertungsgremium	- Bewertung der Monitoringergebnisse 2013/2014 - Vorbereitung Jahressitzung 2014
15.01.2015 Hannover, NGS	84. Arbeitsgespräch	- NGS - Dr. Pelzer - Bewertungsgremium	- Aussprache Monitoringbericht - Abstimmung: Tracerversuche - Gefährdungsabschätzung Lusekamp - Anlagentrückbau

Datum, Ort	Bezeichnung	Teilnehmer	Inhalte
29.01.2015 Rehburg-Loccum	21. Sitzung (Jahressitzung 2014)	- Vertragsparteien - NGS - Dr. Pelzer - Bewertungsgremium	- Bewertung der Monitoring- ergebnisse 2013/2014 - Tracerversuche: Planungsstand - Gefährdungsabschätzung Luse- kamp - Anlagenrückbau
11.11.2015 Gehrden	85. Arbeitsgespräch	- Bewertungsgremium	- Bewertung der Monitoring- ergebnisse 2014/2015 - Vorbereitung Jahressitzung 2015
20.11.2015 Hannover, NGS	86. Arbeitsgespräch	- NGS - Dr. Pelzer - Bewertungsgremium	- Zwischenergebnisse Tracerversuche - Aussprache Monitoringbericht - Bilanz Anlagenrückbau
10.12.2015 Rehburg-Loccum	22. Sitzung (Jahressitzung 2015)	- Vertragsparteien - NGS - Dr. Pelzer - Bewertungsgremium	- Bewertung der Monitoring- ergebnisse 2014/2015 - Zwischenergebnisse Tracerversuche - Sachstand: Rückbau nicht mehr benötigter Anlagen - Ausblick: Langfristmonitoring, Vertragsentwicklung
07.04.2016 Hannover, NGS	87. Arbeitsgespräch	- NGS - Dr. Pelzer - Bewertungsgremium	- Zwischenergebnisse Tracerversuche - weiteres Vorgehen Tracerversuche
17.11.2016 Gehrden	88. Arbeitsgespräch	- Bewertungsgremium	- Bewertung der Monitoring- ergebnisse 2015/2016 - Bewertung & Auswertung Zwischenergebnisse Tracerversuch - Vorbereitung Jahressitzung 2016
23.11.2016 Hannover, NGS	89. Arbeitsgespräch	- NGS - Dr. Pelzer - Bewertungsgremium	- Aussprache Monitoringbericht - Tracerversuche: Ergebnisse, Beendigung der Versuche, zukünftiges Monitoring
22.12.2016 Rehburg-Loccum	23. Sitzung (Jahressitzung 2016)	- Vertragsparteien - NGS - ZUS AGG - Bewertungsgremium	- Bewertung der Monitoringergeb- nisse 2015/2016 - Ergebnisse Tracerversuche - Schlussfolgerungen daraus, ins- bes. für Langfristmonitoring - öffentlich erhobene Forderung nach "Auskofterung" der gesicher- ten Altlast - Zuständigkeitsänderung in der Be- treuung der gesicherten Altlast

Datum, Ort	Bezeichnung	Teilnehmer	Inhalte
16.08.2017 Hannover, NGS	90. Arbeitsgespräch	- NGS - Dr. Pelzer - ZUS AGG - Bewertungsgremium	- Zwischenergebnisse Monitoring Tracerstoffe -(alte) Gasbehandlungsanlage: Erfordernis der Betriebsbereitschaft? - Geräteausstattung für Gasmonitoring - Sedimentmonitoring: Straßenseitengraben: Räummaterial von Unterhaltungsarbeiten
10.11.2017 Gehrden	91. Arbeitsgespräch	- Bewertungsgremium	- Bewertung der Monitoring-ergebnisse 2016/2017 - Vorüberlegungen zur Entwicklung Langfristmonitoring - Vorbereitung Jahressitzung 2017
14.11.2017 Hannover, NGS	92. Arbeitsgespräch	- NGS - Dr. Pelzer - ZUS AGG - Bewertungsgremium	- Aussprache Monitoringbericht - Übergabe Projektsteuerung - (alte) Gasbehandlungsanlage: Stilllegung/Rückbau?
14.12.2017 Rehburg-Loccum	24. Sitzung (Jahressitzung 2017)	- Vertragsparteien - NGS - ZUS AGG - GAA Hannover - Bewertungsgremium	- Bewertung der Monitoring-ergebnisse 2016/2017 - Altlast-Systemverständnis: Ausgangsbasis für Konzept zum Langfristmonitoring - Zuständigkeitsänderung in der Betreuung der gesicherten Altlast
24.01.2018 Hildesheim, ZUS AGG	93. Arbeitsgespräch	- ZUS AGG - Dr. Pelzer - Bewertungsgremium	- Auftaktgespräch in der neuen Zuständigkeitskonstellation - Ausbau des Messstellennetzes - Planung der Statusuntersuchung
27.11.2018 Hannover, BIG	94. Arbeitsgespräch	- Bewertungsgremium	- Bewertung der Monitoring-ergebnisse 2017/2018 - Vorüberlegungen zur Entwicklung Langfristmonitoring - Vorbereitung Jahressitzung 2018
03.12.2018 Hildesheim, ZUS AGG	95. Arbeitsgespräch	- MU - ZUS AGG - Dr. Pelzer - Bewertungsgremium	- Aussprache Monitoringbericht - Vorgehensweise zur Erstellung und Beratung des Statusberichtes - Zeitplanung 2019
11.12.2018 Bielefeld	96. Arbeitsgespräch	- Bewertungsgremium	- Vorbereitung Jahressitzung 2018
18.12.2018 Rehburg-Loccum	25. Sitzung (Jahressitzung 2018)	- Vertragsparteien - ZUS AGG - GAA Hannover - Dr. Pelzer - Bewertungsgremium	- Bewertung der Monitoring-ergebnisse 2017/2018 - Vorgehen zur Konzipierung, Abstimmung und Einführung des Langfristmonitorings - Erfahrungsbericht: ein Jahr Zuständigkeit der ZUS AGG - Rückbau Gasbehandlungsanlage

Datum, Ort	Bezeichnung	Teilnehmer	Inhalte
09.01.2019 Hannover, BIG	97. Arbeitsgespräch	- Bewertungsgremium	- Erarbeitung Statusbericht: Inhalte und Gliederung - Langfristmonitoring: Konzept und Einzelplanung: Messstellen, Parameter, Intervalle
07.02.2019 Hannover, BIG	98. Arbeitsgespräch	- ZUS AGG - Dr. Pelzer - Bewertungsgremium	- Monitoringergebnisse Herbst 2018 - Langfristmonitoring: Konzept und Einzelplanung
22.02.2019 Hannover, BIG	99. Arbeitsgespräch	- Bewertungsgremium	- Erarbeitung Statusbericht 2018
05.03.2019 Hannover, BIG	100. Arbeitsgespräch	- Bewertungsgremium	- Erarbeitung Statusbericht 2018
07.03.2019 Hannover, BIG	101. Arbeitsgespräch	- Bewertungsgremium	- Endredaktion Statusbericht 2018
12.03.2019 Rehburg-Lochum	26. Sitzung	- Vertragsparteien - ZUS AGG - Bewertungsgremium	- Vorstellung und Erläuterung des Vorabzugs zum Statusbericht 2018
25.04.2019 Rehburg-Lochum	27. Sitzung	- Vertragsparteien - ZUS AGG - Dr. Pelzer - Bewertungsgremium	- Aussprache über den Vorabzug des Statusberichtes 2018

In den vorstehend genannten Sitzungen wurden seitens des Bewertungsgremiums Empfehlungen abgegeben, die jeweils in den Protokollen der Sitzungen dokumentiert sind. Diese Sitzungsprotokolle sind dem vorliegenden Statusbericht im Anhang als Anlage zu Kap. 2 beigelegt.

In Tabelle 2 sind die darüber hinausgehenden während des Berichtszeitraums schriftlich abgegebenen Empfehlungen mit einem Stichwort zur Beschreibung ihrer wesentlichen Inhalte aufgelistet. Diese Empfehlungen sind ebenfalls im Anhang als Anlage zu Kap. 2 im Wortlaut dokumentiert.

Tabelle 2: Übersicht der Empfehlungen des Bewertungsgremiums 2014 - 2018

Datum	Adressat	Thema	Veranlassung
20.03.2014	NGS	- Stellungnahme zum Konzept für die Aktualisierung der Gefährdungsabschätzung für den Bereich des Lusekamp	- Konzept für die Aktualisierung der Gefährdungsabschätzung Lusekamp (Dr. Pelzer 04.03.2014)
10.07.2014	NGS	- Empfehlungen zum Monitoringkonzept ab 2014 sowie - Empfehlungen zu betrieblichen und technischen Maßnahmen im Zusammenhang der Umstellung auf passive Entgasung sowie des Rückbaus nicht mehr benötigter wasserwirtschaftlicher Anlagen	- Schreiben der NGS vom 06.10.2014 mit: - Konzept für die Überwachung der gesicherten Altlast SAD Münchehagen ab 2014 (Dr. Pelzer 17.04.2014) - Betriebliche und technische Maßnahmen zur Umsetzung der Empfehlungen aus dem 3. Statusbericht 2013 des Bewertungsgremiums (NGS 28.02.2014)
11.09.2014	NGS	- Empfehlungen zur konzeptionellen Planung und Vorbereitung der Tracerversuche	- Vorkonzept für die Durchführung von hydraulischen Tests unter Einbeziehung von Tracersubstanzen (Dr. Pelzer 08.09.2014)
05.03.2015	Vertragsparteien, NGS	- Empfehlung zur Durchführung der Markierungsversuche	- Konzept zur Durchführung der Markierungsversuche (Bericht Dr. Pelzer 23.02.2015)
18.05.2015	Vertragsparteien, NGS	- Empfehlung zum Rückbau nicht mehr benötigter Anlagen, unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Aktualisierung der Gefährdungsabschätzung Lusekamp	- Konzept der NGS vom 28.04.2015 (Az.:113/HS-PI) zum Rückbau nicht mehr benötigter Anlagen und Anpassung an die Erfordernisse für eine langfristige Nachsorge - Teil II (insbesondere: Oberflächenwasser, Sanitärwasser)
11.06.2015	Vertragsparteien, NGS	- Stellungnahme zur Ergänzung und Aktualisierung der Gefährdungsabschätzung für den nördlichen Bereich des Lusekamp	- Bericht Dr. Pelzer vom 09.05.2015 "Ergänzende Stellungnahme zum Lusekamp"
11.06.2015	NGS	- Empfehlung zur Fortführung der Markierungsversuche unter dem geänderten, aktualisierten Kenntnisstand der Höhenverhältnisse der Messstellen	- Bericht Dr. Pelzer vom 10.06.2015 "Folgerungen aus der Neubestimmung der NN-Höhen an ausgewählten Messstellen"

Datum	Adressat	Thema	Veranlassung
23.09.2016	Vertragsparteien, NGS	- Empfehlung zur Detailplanung der Herbstkampagne 2016 des hydrochemischen Monitorings unter Berücksichtigung der noch in Durchführung befindlichen Markierungsversuche	- Detaillierter Messprogramm-Vorschlag der NGS vom 12.09.2016 für die Durchführung der Herbstkampagne 2016 des hydrochemischen Monitorings
08.02.2017	Vertragsparteien, NGS	- Empfehlung zur Detailplanung der Frühjahrskampagne 2017 des hydrochemischen Monitorings unter Berücksichtigung der Randbedingungen und der weiteren Erkenntnisinteressen nach Abschluss der Markierungsversuche	- Detaillierter Messprogramm-Vorschlag der NGS vom 30.01.2017 für die Durchführung der Frühjahrskampagne 2017 des hydrochemischen Monitorings
12.04.2017	NGS	Zeitpunkt der FID-Begehung: August/September	- Vorschlag der NGS vom 11.04.2017: Durchführung der FID-Begehung im August/September (wie in der Ergebnisdarstellungen 2015/16 von Dr. Pelzer vorgeschlagen)
30.04.2017	NGS	Technische Planung zum Ausbau von GB 16: Zustimmung zum Vorschlag der NGS – telefonisch –	- Vorschlag der NGS vom 13.04.2017: Bau einer neuen Messstelle innerhalb des Kontrollschachtes; aber kein Rückbau des eigentlichen Gasbrunnens
08.12.2017	NGS	Technische Verfahrensweise bei der Grundwasser-Probenahme: Zustimmung zum Vorschlag der NGS/des LBEG	- Vorschlag der NGS vom 07.12.2017: auf Anregung des LBEG: zur Qualitätsverbesserung der Probenahme: Verzicht auf Entleerung der Durchflussmeßapparatur zwischen zwei Messungen
22.08.2018	ZUS AGG	- Empfehlung zur Durchführung der Herbstmesskampagne 2018 des hydrochemischen Monitorings mit (nachträglicher) Statusuntersuchung an den beiden AN 4-Messstellen	- Detaillierter Messprogramm-Vorschlag der ZUS AGG vom 07.08.2018 für die Herbstkampagne 2018, inkl. Beprobung der neu errichteten Messstellen und (nachträglicher) Statusuntersuchung an den beiden AN 4-Messstellen

3 Strategie und Methodik der Bewertung

3.1 Grundsätzliche Herangehensweise an die Bewertungsaufgabe

Nach dem Vertrag zwischen dem Land Niedersachsen, den Kommunen und der Anliegergemeinschaft inklusive der zugehörigen Ergänzungen hat das Bewertungsgremium insbesondere folgende Aufgaben:

- Beschreibung und Bewertung der Situation:
 - Die im Rahmen des Überwachungssystems erfassten Daten sollen gewertet und gewichtet werden.
 - Die bisher ergriffenen Sicherungsmaßnahmen sollen im Hinblick auf ihre Wirksamkeit bewertet werden.
- Handlungsempfehlungen an das Land Niedersachsen:
 - Das Bewertungsgremium soll u. a. empfehlen:
 - ob und gegebenenfalls welche weiteren Sicherungsmaßnahmen zu ergreifen sind,
 - ob und gegebenenfalls welche ergänzenden hydraulischen Maßnahmen zur Sicherung der Altlast erforderlich werden.
- Bewertung und Empfehlungen zur Entwicklung des Monitoringsystems:
 - Das Bewertungsgremium soll Umfang, Inhalt und zeitlichen Ablauf des Monitorings überprüfen und diesbezügliche Arbeits- und Änderungsempfehlungen erarbeiten.
 - Das Bewertungsgremium soll Empfehlungen zu Inhalt und Umfang der weiteren Überwachungen erarbeiten.

Jede Bewertung setzt begründete Maßstäbe und ein nachvollziehbares Vorgehen zur Anwendung dieser Maßstäbe auf die zu bewertenden Datenkollektive oder Sachverhalte voraus. Hierzu sind ausführliche Darstellungen und Begründungen im /Bericht 2004/ gegeben worden, die als Grundlagen der Arbeit des Bewertungsgremiums grundsätzlich weiterhin Bestand haben.

3.2 Rechtlicher Rahmen und Vorgaben

3.2.1 Zielsetzung der Betrachtung

Im /Bericht 2004/ war umfangreich der rechtliche Rahmen der Altlastenbearbeitung und -bewertung zusammengestellt worden. Die dort gegebenen Erläuterungen zur spezifischen Bedeutung der Darstellung dieser rechtlichen Regelwerke im Zusammenhang dieses Statusberichtes zur gesicherten Altlast SAD Münchehagen haben weiter Bestand und gelten auch hier. Durch den nachfolgenden Überblick über das altlastenrelevante rechtliche Regelwerk sollen Grundsätze und Leitlinien der allgemein anerkannten und inzwischen auch weitgehend juristisch codifizierten fachlichen Strategien und Methoden der Altlastenbearbeitung und -bewertung dargestellt werden. Es geht hier also nicht um eine juristische Würdigung der umwelt- und verwaltungsrechtlichen Fragestellungen im Zusammenhang mit der Altlast SAD Münchehagen.

Diese Zusammenstellung diente zur Ableitung der Methodik der Bewertung der Auswirkungen der gesicherten Altlast SAD Münchehagen. In den Berichten /Bericht 2008/ und /Bericht 2013/ wurden jeweils eingetretene Änderungen der rechtlichen Grundlagen gegenüber dem Status 2004 beschrieben, die dann in das Bewertungskonzept einbezogen worden waren.

Eine aktuelle Durchsicht der genannten rechtlichen Grundlagen ergab, dass sich auch in diesem Berichtszeitraum keine weiteren relevanten Änderungen ergeben haben und damit das Bewertungskonzept in der bisherigen Form weiterverwendet werden kann.

3.2.2 Wasserrecht

Neu gefasst wurde im Berichtszeitraum das Papier der LAWA zur Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser /3a/. Die Geringfügigkeitsschwelle (GFS) wird auch in der neuen Fassung des Papiers definiert als Konzentration, bei der trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber regionalen Hintergrundwerten keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auftreten können und die Anforderungen der Trinkwasserverordnung oder entsprechend abgeleiteter Werte eingehalten werden. Im Gegensatz zur früheren Definition der Grenze zu einem Grundwasserschaden markieren die neuen, von den Zahlenwerten her teilweise abgesenkten GFS, die Grenze zu einer nachteiligen Grundwasserveränderung. Durch diese neue Definition stellen die GFS im nachsorgenden Bodenschutz, also bei der Altlastenbearbeitung, kein Präjudiz bei der Beurteilung dar, ob Sanierungsmaßnahmen erforderlich sind. Hierbei verbleibt

den Vollzugsbehörden ein Ermessensspielraum bei der Gesamteinschätzung der Situation. Zum neuen GFS-Papier gibt es eine Reihe von Anwendungsregeln bei der Anwendung in der Altlastenbearbeitung.

Für den vorliegenden Fall der gesicherten Altlast SAD Münchehagen sind somit die sorgfältige Durchführung des Monitorings und eine fallbezogene Bewertung daraus abgeleiteter Handlungswerte von noch größerer Bedeutung geworden. Die Überschreitungen von GFS-Werten sind jeweils mit den Vertragsparteien transparent zu kommunizieren, auch wenn hieraus sich keine Maßnahmen ergeben (vgl. Kap. 5.2.6).

3.2.3 Abfallrecht

Im /Bericht 2013/ war auf die zwischenzeitlich erlassene integrierte Deponieverordnung (DepV) /27/ hingewiesen worden, die im vorliegenden Fall jedoch nur orientierend in der Sache herangezogen werden kann, da es sich bei der SAD Münchehagen um eine Altlast im Sinne des Bodenschutzrechtes und nicht um eine stillgelegte Deponie im Sinne des Abfallrechtes handelt.

Gemäß der DepV /27/ kann der Bau, der Betrieb und die Nachsorge einer Deponie in die folgenden Phasen gegliedert werden:

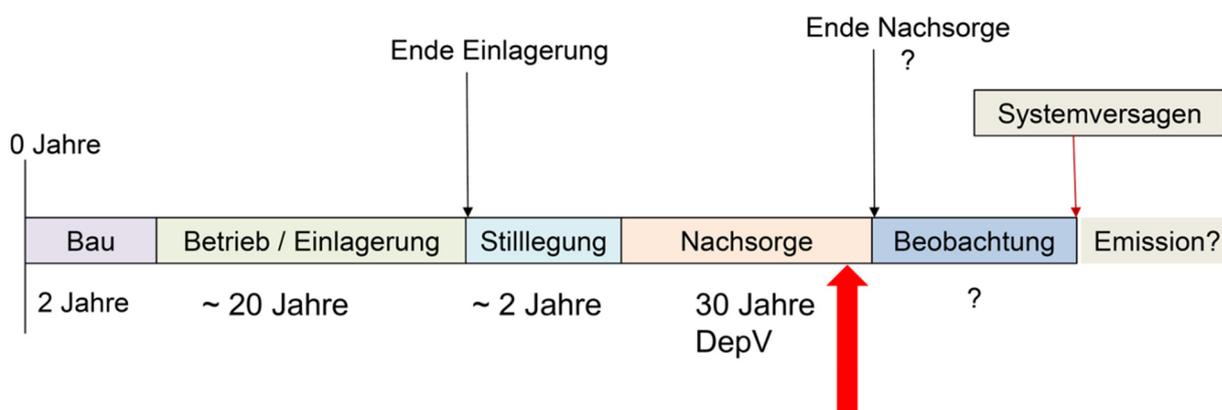


Abbildung 1: Phasen der Entwicklungen von Deponien gem. DepV

In der Analogie zur Deponieverordnung ist die Stilllegungsphase der Zeitraum vom Ende der Einlagerungen bis zur Fertigstellung der Sicherungselemente (Oberflächenabdichtung, Rekultivierung usw., 2001). Seitdem könnte die SAD Münchehagen in die Nachsorgephase eingeordnet werden.

Gemäß § 40 Abs. 2 Nr. 2 KrWG /29/ hat die zuständige Behörde den Betreiber der Deponie zu verpflichten, „auf seine Kosten alle sonstigen erforderlichen Vorkehrungen, einschließlich der Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen während der Nachsorgephase, zu treffen, um die in § 36 Absatz 1 bis 3 KrWG genannten Anforderungen auch nach der Stilllegung zu erfüllen“. Diese Anforderungen betreffen die Vorsorge gegen die Beeinträchtigungen der Schutzgüter in erster Linie durch bauliche, betriebliche oder organisatorische Maßnahmen entsprechend dem Stand der Technik.

Der Deponiebetreiber hat in der Nachsorgephase also alle Maßnahmen, insbesondere die Kontroll- und Überwachungsmaßnahmen durchzuführen, die zur Verhinderung von Beeinträchtigungen des Wohles der Allgemeinheit erforderlich sind (§ 11 Abs. 1 DepV).

Dieses ist erforderlich, bis die Entlassung aus der Nachsorge durch die Behörde festgestellt wird (§ 40 Abs. 5 KrWG).

Juristisch entspricht die Entlassung aus der Nachsorge dem Ende der abfallrechtlichen Zulassung zur Abfallablagerung. Mit dem Ende der Nachsorge unterliegt eine Deponie nicht mehr dem Abfallrecht, sondern wie andere mit Schadstoffen belastete Flächen dem Ordnungs- und speziell dem Bodenschutzrecht. Da es sich bei der SAD Münchehagen um eine Altlast im Sinne des Bodenschutzrechtes und nicht um eine stillgelegte Deponie im Sinne des Abfallrechtes handelt, ist insoweit eine förmliche Entlassung aus der Nachsorge nicht möglich. Allerdings soll im vorliegenden Fall der aktuelle Zustand der SAD Münchehagen orientierend mit den technischen Kriterien, wie sie in diesem abfallrechtlichen Regelwerk zur Frage der Entlassung aus der Nachsorge herangezogen werden, verglichen werden.

Im Anhang 5 Nr. 10 der Deponieverordnung sind allgemein die Kriterien für eine Entlassung aus der Nachsorgephase genannt:

1. Umsetzungs- oder Reaktionsvorgänge sowie biologische Abbauprozesse sind weitgehend abgeklungen.
2. Eine Gasbildung findet nicht statt oder ist so weit zum Erliegen gekommen, dass keine aktive Entgasung mehr erforderlich ist; austretende Restgase werden ausreichend oxidiert und schädliche Einwirkungen auf die Umgebung durch Gasmigration können ausgeschlossen werden. Eine ausreichende Methanoxidation des Restgases ist nachzuweisen.

3. Die Setzungen sind soweit abgeklungen, dass verformungsbedingte Beschädigungen des Oberflächenabdichtungssystems für die Zukunft ausgeschlossen sind (hierzu ist die Setzungsentwicklung der letzten zehn Jahre zu bewerten).
4. Die Oberflächenabdichtung befindet sich in einem funktionstüchtigen und stabilen Zustand; die derzeitige und eine geplante Nutzung werden nicht beeinträchtigt.
5. Die Deponie ist insgesamt dauerhaft standsicher.
6. Eine Unterhaltung baulicher und technischer Einrichtungen ist nicht mehr erforderlich, gegebenenfalls ist ein Rückbau bereits erfolgt.
7. Das in ein oberirdisches Gewässer eingeleitete Sickerwasser hält ohne Behandlung die Konzentrationswerte der Abwasserverordnung ein.
8. Das Sickerwasser, das in den Untergrund versickert, verursacht keine Überschreitung der Auslöseschwellen in den nach § 12 Absatz 1 DepV festgelegten Grundwassermessstellen und eine Überschreitung ist auch für die Zukunft nicht zu besorgen.
9. Nicht relevant (betr. asbesthaltige Abfälle).

Für diese in der Deponieverordnung noch relativ unkonkret definierten Kriterien wurde durch die Länderarbeitsgemeinschaft Abfall mittlerweile ein Arbeitspapier /28/ mit einer detaillierteren Bewertungsgrundlage vorgelegt.

Die Kriterien ermöglichen es abzuschätzen, in welchem Stadium der Nachsorge sich die Altlast SAD Münchehagen befinden würde, wenn man sie als Deponie nach Abfallrecht verstehen würde (vgl. Kap. 3.3.5). Diese Betrachtung dient hier der Einordnung der fachlichen Aspekte der Altlast unabhängig von deren tatsächlichem rechtlichem Status. Auf diese fachliche Parallelität zwischen Deponien und Altablagerungen wird im Arbeitspapier insoweit eingegangen, als das das Papier explizit zur Anwendung auch bei Altablagerungen empfohlen wird.

Das Arbeitspapier geht von der Prämisse aus, dass Deponien zwar unter bestimmten Voraussetzungen aus der Nachsorge entlassen werden können, das dieses aber nicht bedeutet, dass die Deponie sich selbst überlassen bleiben muss. Unterhaltungsmaßnahmen am technischen Bestand der Deponie können trotzdem dauerhaft erforderlich sein.

Im Arbeitspapier werden die oben genannten Kriterien des Anhangs 5 der Deponieverordnung weiter untersetzt und messbar gemacht.

3.2.4 Bodenschutzrecht

Diskutiert wird derzeit (wie bereits schon zu den Berichtszeitpunkten 2008 und 2013) vor allem eine Novelle der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) /4/. Mit dieser Novellierung soll die bestehende BBodSchV an den fortgeschrittenen Stand der Erkenntnisse angepasst werden. Dieses betrifft u. a. die Aktualisierung von Prüfwerten, eine Konkretisierung zur Bewertung von Sickerwasseremissionen und Änderungen in den aufgeführten analytischen Methoden sowie die Einbeziehung der Ergebnisse der bodenbezogenen Forschungsvorhaben in die Vollzugspraxis (z. B. die Bewertung der natürlichen Schadstoffabbau- und -rückhalte-mechanismen bei der Standortbewertung).

Weiterhin muss das Bodenschutzrecht mit der Grundwasserverordnung, der neu geplanten Ersatzbaustoffverordnung und der Deponieverordnung harmonisiert werden. Dieses wird in Form der sogenannten „Mantelverordnung“ umgesetzt werden, die die erforderlichen Änderungen aller vier Rechtsbereiche zusammenfasst. Derzeit ist aber weiterhin nicht absehbar, wann die Mantelverordnung Rechtskraft erlangen wird. Die geplanten Änderungen werden sich auf das Bewertungssystem für die Altlast SAD Münchehagen wahrscheinlich nicht auswirken.

3.3 Fachlicher Rahmen und Bezugspunkte, Darstellung des Umfanges des Monitorings

3.3.1 Planungserwartungen

Die rechtlichen und fachlichen Grundlagen sowie die technischen Ausführungen der Sicherungsmaßnahmen und die daran geknüpften Planungserwartungen sind in den vorliegenden Berichten des Bewertungsgremiums /Bericht 2004, Bericht 2008, Bericht 2013/ vorgestellt worden.

Sie bilden die Grundlage für die Fragen zur Funktionalität der Sicherungselemente, die u. a. durch das hydraulische Monitoring in Form einer vergleichenden Bewertung des

Ist-Zustandes zu den Planungserwartungen beantwortet werden müssen. Die Planungserwartungen und die hiermit verbundenen hydraulischen Fragestellungen werden nachfolgend zusammenfassend erläutert.

3.3.1.1 Erwartete Auswirkungen auf die hydraulischen Verhältnisse

Die erwarteten Änderungen der zur Sicherung der Altlast umgesetzten Maßnahmenkombination auf die hydraulischen Verhältnisse sind in der nachfolgenden Grafik (Abbildung 2, aus /7/) dargestellt:

- Durch die Oberflächenabdichtung wird die Infiltration von Niederschlägen in den Deponiekörper unterbunden.
- Durch die seitliche Umschließung wird das hydraulische System innerhalb der Dichtwand vom hydraulischen System außerhalb der Dichtwand weitgehend getrennt. Der Grundwasserstand innerhalb der Dichtwand pegelt sich auf ein ebenes Niveau ein, welches etwa 0,5 m tiefer liegt als das Potenzial im Grundwasseranstrom und etwa 1 m höher liegt als das Potenzial im Grundwasserabstrom.
- Die Grundwasserstandsunterschiede, die an der Dichtwand zwischen äußerem und innerem System entstehen, verstärken die vertikalen Strömungskomponenten, die trotz der Dichtwand zu einer Durchströmung des inneren Systems führen, die jedoch gegenüber dem Ausgangszustand verringert ist. Die Verringerung der Durchströmung wird durch die prognostizierte Verringerung der Durchsatzmengen quantifiziert /6/.

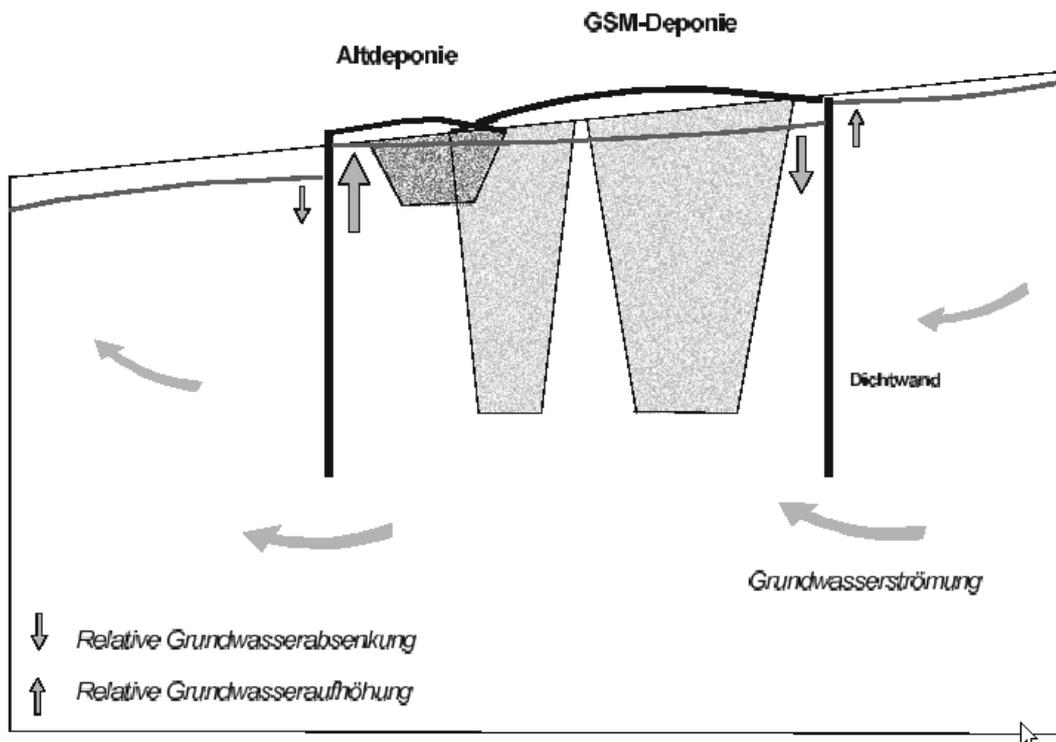


Abbildung 2: Veränderung der hydraulischen Verhältnisse nach Umsetzung der Sicherungsmaßnahmen (aus /7/)

3.3.1.2 Erwartete Auswirkungen auf den Schadstofftransport

Durch die prognostizierten Änderungen der hydraulischen Verhältnisse ergeben sich Auswirkungen auf den Schadstofftransport:

- Durch die Oberflächenabdichtung und die seitliche Umschließung wird der Transportmechanismus für den advektiven Schadstofftransport in der oberen Zone des Grundwasserleiters unterbunden. Dies sollte dazu führen, dass es außerhalb der Dichtwand zu einer Abtrennung der Kontaminationsfahne kommt.
→ **residuale Kontaminationsfahne**
- Innerhalb der Dichtwand führt die Grundwasserstandsanhhebung an der südwestlichen Grenze zu einer Verstärkung vertikaler Strömungskomponenten, die dazu führen können, dass am Fuße der Dichtwand ein neuer Stoffaustrag in Abstromrichtung erfolgen kann.
→ **Fußpunktfahne**

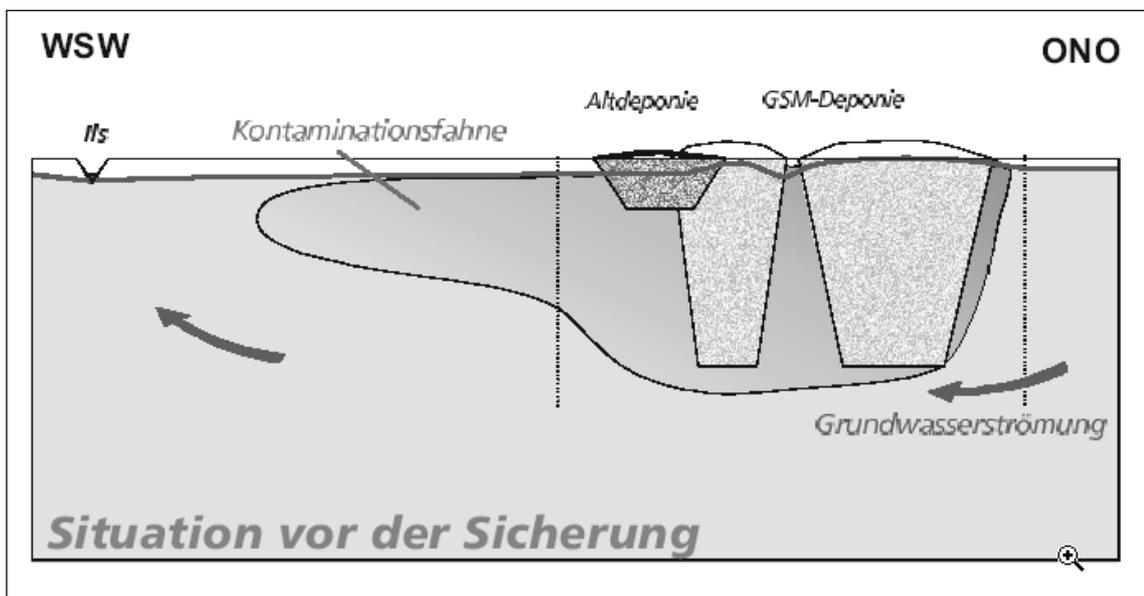


Abbildung 3: Situation vor der Sicherung

Die Situation der möglichen Austragsszenarien im Zustand der gesicherten Altlast ist in der nachfolgenden Abbildung 4 wiedergegeben.

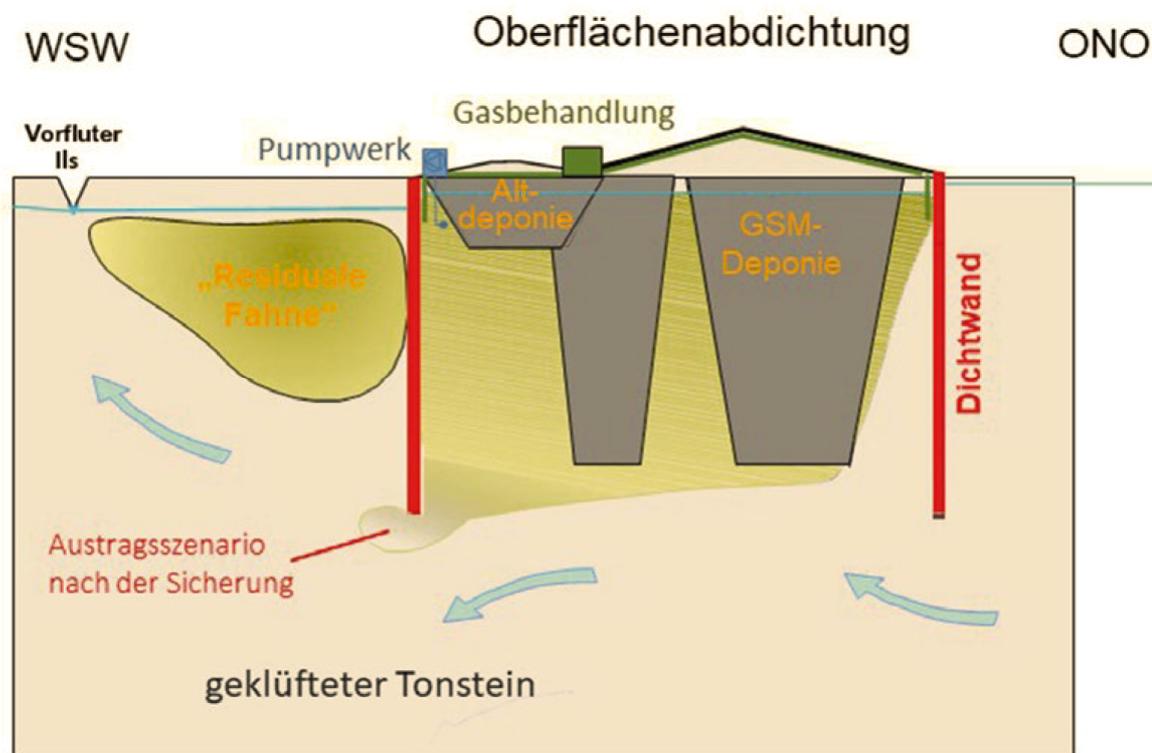


Abbildung 4: Möglicher Schadstoffaustrag nach Umsetzung der Sicherungsmaßnahmen (nach /7/)

3.3.2 Grundwassermonitoring

Für die hydraulische und die hydrochemische Überwachung wurde in /7/ ein Monitoringkonzept entwickelt, das sich in Überwachungszonen gliedert (vgl. Abbildung unten). Dieses Überwachungskonzept wurde in Abstimmung mit dem Bewertungsgremium mehrfach überarbeitet und an die jeweils gültigen fachlichen Anforderungen angepasst /Monitoringkonzept 2005 – 2014/. Die leitenden Kriterien des Grundwassermonitorings werden nachfolgend zusammenfassend wiedergegeben. Für eine Detaildarstellung wird auf den Statusbericht 2013 /Bericht 2013/ verwiesen.

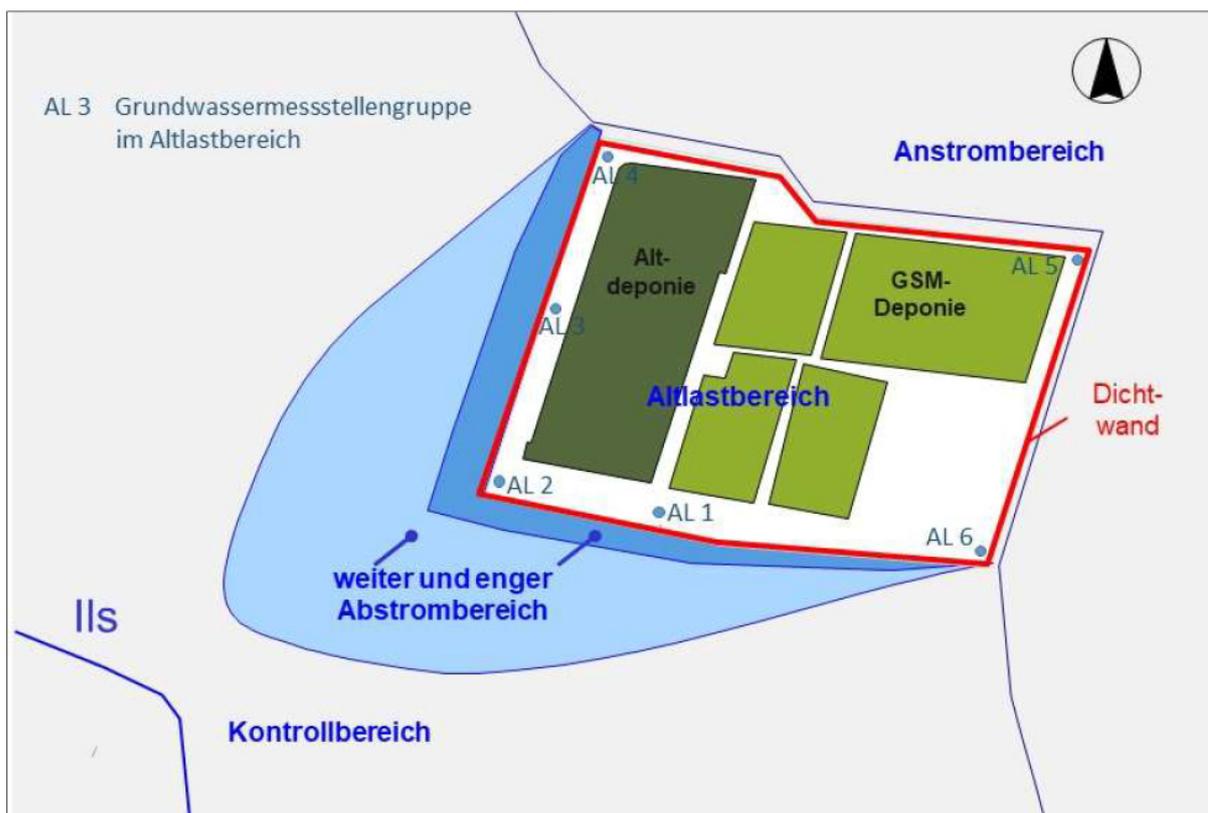


Abbildung 5: Zonenkonzept der hydraulischen und hydrochemischen Überwachung (nach /7/)

Das gegenwärtige Monitoring beruht auf den Empfehlungen des Bewertungsgremiums, die mit dem /Bericht 2013/ vorgelegt worden sind. Das auf dieser Grundlage überarbeitete /Monitoringkonzept 2014/ wird seit 2015 umgesetzt. Im Laufe des Berichtszeitraumes wurde dieses Monitoring in Abstimmung mit dem Bewertungsgremium ergänzt (Tracerversuch, Messstellenbau, Analysenumfang).

Die jeweiligen Messungen konzentrieren sich auf die relevanten Zonen 1 und 3 des Grundwasserkörpers.

Die Beobachtung der Grundwasserstände erfolgt vor allem im Altlastbereich und an den unmittelbaren An- und Abstrommessstellen mit Hilfe von Datensammlern, um zeitliche Entwicklungen eindeutig auflösen zu können. Hinzu kommen weitere Datensammler zur Erfassung der Verhältnisse in der Nähe der IIs (Kontrollbereich). An den übrigen Messstellen werden die Wasserstände in der Regel halbjährlich manuell gemessen.

Die Schwerpunkte des hydrochemischen Monitorings wurden aufgrund der bisherigen Erkenntnisse angepasst. Da sich die Konzentrationen deponiebürtiger organischer Verbindungen außerhalb der Umschließung nur noch unterhalb der Geringfügigkeitsschwellen bewegen oder nicht mehr nachweisbar sind und sich die Ausbreitung anorganischer Tracer deutlich rascher vollzieht, sind diese in besonderem Maße als Frühwarn-Signalgeber für einen Austrag aus der gesicherten Altlast geeignet (siehe /Bericht 2004/).

Hierbei erfolgt die umfassende Probenahme jeweils im Frühjahr. Die Herbstuntersuchung beschränkt sich auf die Thematik „Nordost-Ecke“ sowie „Westbereich“. Die ergänzende umfassende Statusuntersuchung, die schon in den Jahren 2005, 2008 und 2013 erfolgte, wurde im Frühjahr 2018 /Pelzer 2018/ erneut durchgeführt. Ergänzende Messungen hierzu wurden im Herbst 2018 durchgeführt, weitere Ergänzungen sind für das Frühjahr 2019 geplant.

Zu den Details des derzeitigen Grundwassermonitorings wird auf die aktuellen Dokumentationen /NGS Monitoring 2018/ und die entsprechenden Ergebnisdarstellungen /Pelzer 2018/ verwiesen.

Darüber hinaus werden erfasst und in den Ergebnisdarstellungen (zuletzt /Pelzer 2018/) dokumentiert:

- meteorologische Daten,
- Grundwasser-Entnahmemengen des Schachtes K2,
- Pegelwasserstände der IIs.

Ausgehend von den Planungs- und Prognoseerwartungen ergeben sich folgende Fragestellungen, die durch die Auswertung des hydraulischen Grundwassermonitorings zu beantworten sind:

- Funktionalität des Grundwassermonitorings,
- Beschreibung der Auswirkungen der Sicherungsmaßnahmen auf die Grundwasserströmung und Beurteilung ihrer hydraulischen Wirksamkeit,
- Ermittlung der deponiespezifischen Wasserbilanz.
- In /7/ wurde auf die Möglichkeit hingewiesen, dass die Dichtwand und die Außerbetriebnahme der Wasserhaltung zu Kanalisationseffekten entlang der Störungzone führt, die die Deponie im Norden von Osten nach Westen durchquert. Danach könnte es durch abwärts gerichtete Gradienten zu einer verstärkten Verfrachtung von Schadstoffen und zu einer Verschiebung der Abstromrichtung von Südwesten nach Westen und Nordwesten kommen.

Die Annahme einer bevorzugten Austragsrichtung in westlicher und nordwestlicher Richtung hat sich durch die Untersuchungen seit 2013 kontinuierlich gefestigt. Das Monitoring wurde insbesondere in diesem Bereich (Nordwest-Ecke) daher kontinuierlich verfeinert.

- An der Nordost-Ecke kommt es regelmäßig in jährlichen Abständen zu einer zeitweise über mehrere Wochen zu beobachtenden Gradientenumkehr zwischen Altlastbereich und Anstrombereich.
- Die Vorflutfunktion der IIs konnte bereits im /Bericht 2004/ ausreichend nachgewiesen werden und hat sich auch in der Folgezeit bis dato bestätigt.

Hinsichtlich des hydrochemischen Grundwassermonitorings ergaben sich zusätzlich folgende Fragen:

- Ist das hydrochemische Monitoring ausreichend konfiguriert, um die hydrochemischen Systemveränderungen ausreichend genau zu beschreiben?
- Treten die Prognosen hinsichtlich einer abgelösten Residualfahne ein?
- Gibt es Hinweise auf die Neubildung einer Fußpunktfahne?
- Wie ist der Schadstofftransport quantitativ und qualitativ zu beurteilen und welche human-/ökotoxikologische Bewertung ergibt sich hieraus?

- Ergibt sich aus den Daten ein Handlungsbedarf in Bezug auf weitere Sicherungsmaßnahmen?

3.3.3 Weitere Untersuchungen im Rahmen des Monitorings

Neben dem hydraulischen und hydrochemischen Grundwassermonitoring sind eine Reihe von weiteren Untersuchungen Gegenstand der Deponieüberwachung und der zugehörigen Ergebnisdarstellung. Hierzu gehören:

- Gaskonzentrationen innerhalb der Deponie,
- Gasemissionen aus der Deponie an die Außenluft,
- Gasmigration in das Deponieumfeld,
- Schadstoffe in den Oberflächengewässern,
- Schadstoffe in den Sedimenten der Oberflächengewässer,
- Setzung an der Deponieoberfläche,
- Funktionalität des Oberflächensicherungssystems.

3.3.4 Sonderuntersuchungen zum Systemverständnis

3.3.4.1 Systemdynamik und Übergang zum Passivbetrieb

In den Jahren 2007 bis 2011 wurden in mehreren Abschnitten umfangreiche Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen der Unterdruckhaltung der damals noch betriebenen Gasabsaugung und der Grundwasserhydraulik innerhalb der gesicherten Altlast durchgeführt.

Die Versuchsabschnitte dienten zum Erkenntnisgewinn des Systemverhaltens bei zunehmend reduziertem Unterdruck. Im letzten Versuchsabschnitt - dem versuchsweisen Passivbetrieb - wurde zudem geprüft, ob eine dauerhafte Außerbetriebnahme der Gasabsaugung erwogen werden kann. Nach erfolgreichem Abschluss der Versuche war im März 2011 die Gasabsaugung im Einvernehmen aller Vertragsparteien außer Betrieb genommen worden.

3.3.4.2 Tracer-Versuche

Zum besseren Verständnis der Grundwasserhydraulik wurden in den letzten Jahren umfangreiche Tracerversuche durchgeführt. Damit sollten Fragen im Zusammenhang mit der Gradientenumkehr im Nordosten geklärt werden. Hintergrund der Untersuchungen war die Frage, ob die Gradientenumkehr zu einem signifikanten Stoffaustrag aus der Deponie führen kann. Geklärt werden sollte in diesem Zusammenhang auch, inwieweit zum Zeitpunkt einer Gradientenumkehr überhaupt Wasser aus dem Bereich des ehemaligen Polders III der Nordost-Ecke zuströmt.

Die Untersuchungen starteten am 01.04.2015 mit der Aufgabe verschiedener Tracer (Uranin, Sulforhodamin B und Lithium) an Grundwassermessstellen im Bereich der Nordost-Ecke.

Die Tracer-Untersuchungen sind zwar zwischenzeitlich erfolgreich abgeschlossen worden, doch wird die Entwicklung der Tracer – insbesondere Lithium – im Bereich der SAD Münchehagen bisher weiter beobachtet, da die Ausbreitung der Tracer auch über die engere Frage der Stofftransporte in der Nordost-Ecke hinaus Informationen zu den Wegsamkeiten im Untergrund liefern kann.

3.3.5 Status der Ablagerung entsprechend der Deponieverordnung

Die neu veröffentlichten Kriterien für die Entlassung von Deponien aus der Nachsorge (vgl. Kap. 3.2.3) können entsprechend dem LAGA-Arbeitspapier /28/ ausdrücklich auch auf Altablagerungen angewendet werden.

In der nachfolgenden Tabelle werden die im Arbeitspapier verfeinerten Kriterien zur potenziellen Entlassung aus der Nachsorge benannt und mit einer Bewertung ihrer Einhaltung bei der gesicherten Altlast SAD Münchehagen versehen.

Tabelle 3: Anwendung der Kriterien auf die Altlast SAD Münchehagen

Nr.	Anhang 5 DepV	LAGA-Arbeitspapier	SAD Münchehagen
1	Umsetzungs- oder Reaktionsvorgänge sowie biologische Abbauprozesse sind weitgehend abgeklungen	Eingehalten, wenn folgende Kriterien erfüllt sind: 2. Gasbildung 3. Setzungen 7. Sickerwasser-Einleitung. 8. Sickerwasser-Ver-sickerung	Biologische Abbauvorgänge sind weitgehend abgeschlossen. Siehe auch Kriterien Nr. 2, 3, 7, 8
2	<u>Teilaspekt 1:</u> Gasbildung findet nicht statt oder ist so weit zum Erliegen gekommen, dass keine aktive Entgasung erforderlich ist,	<ul style="list-style-type: none"> • Gasbildung $\leq 0,5 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \text{ CH}_4$ • Größere Standorte mit $> 25 \text{ m}^3/\text{h}$ → Einzelfall • Aktive Entgasung mehrere Jahre beendet 	<ul style="list-style-type: none"> • $6.500 \text{ l}/\text{h} \text{ CH}_4 = 0,08 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ • Kein „größerer Standort“ • Seit 2011 passive Entgasung
	<u>Teilaspekt 2:</u> ... austretende Restgase werden ausreichend oxidiert und schädliche Einwirkungen auf die Umgebung durch Gasmigration können ausgeschlossen werden. ...	<ul style="list-style-type: none"> • Geeignete Maßnahmen: z.B. Rekultivierungsschicht, Methanoxidationsschicht oder -fenster 	<ul style="list-style-type: none"> • Freies Ausströmen des Methans ist unschädlich
	<u>Teilaspekt 3:</u> ...Eine ausreichende Methanoxidation des Restgases ist nachzuweisen.	<ul style="list-style-type: none"> • Hinreichende Emissionsbegrenzung erforderlich z.B. $\text{CH}_4 < 10 \text{ ppm}$ über FID-Messungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Emissionen nach Aktivkohle halten TA Luft-Massenstrom ein • FID-Messungen im Umfeld $< 1 \text{ ppm}$
3	Setzungen soweit abgeklungen, dass verformungsbedingte Beschä-	Setzungsentwicklung der letzten 10 Jahre: <ul style="list-style-type: none"> • $< 1 \text{ cm}/\text{a}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Flächenhaft $< 1 \text{ cm}$ seit 2013

Nr.	Anhang 5 DepV	LAGA-Arbeitspapier	SAD Münchehagen
	digungen des Oberflächenabdichtungssystems für die Zukunft ausgeschlossen (hierzu Setzungsentwicklung der letzten zehn Jahre bewerten)	<ul style="list-style-type: none"> • über mind. 3 Jahre → Keine setzungsbedingten Schädigungen des Abdichtungssystems (Schäden vor Entlassung ggf. sanieren) 	<ul style="list-style-type: none"> • Aber: lokale Setzungen von 0,1 bis 0,3 m!
4	Oberflächenabdichtung in einem funktionstüchtigen und stabilen Zustand, derzeitige und geplante Nutzung wird nicht beeinträchtigt	<ul style="list-style-type: none"> • DepV-zulässige Komponenten haben Bestandsschutz → Kunststoffbasierte Komponenten stehen der Entlassung nicht entgegen • Bewertung Sickerwassermenge • Anhaltspunkte für Undichtigkeit • Bewuchspflege der Rekultivierungsschicht ist sicherzustellen 	<ul style="list-style-type: none"> • Funktionstüchtigkeit mehrfach bestätigt • Kein Sickerwasser • Keine Anhaltspunkte • Über öffentliche Trägerschaft sichergestellt
5	Deponie insgesamt dauerhaft standsicher	<p>Langzeitprognose:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nachnutzung • Nicht dauerhaft beständige Baustoffe • Stütz-/Spundwände • Veränderungen GW-Stand • Unzureichende Leistungsfähigkeit Entwässerungsschicht 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Hinweise auf fehlende geotechnische Standsicherheit • Hinsichtlich Standsicherheit keine denkbaren Versagensszenarien • Aber: Bewuchspflege erforderlich
6	Unterhaltung baulicher und technischer Einrichtungen nicht mehr erforderlich; ggf. Rückbau erfolgt	<ul style="list-style-type: none"> • Mess- und Kontroll-einrichtungen • Gasbrunnenköpfe und Kondensatschächte • Pumpeneinrichtungen, Rohrleitungen, Abwasseranlagen 	<ul style="list-style-type: none"> • GW-Messstellen, Gasbrunnen usw. weiterhin erforderlich • Zur Sicherheit weiter erforderlich

Nr.	Anhang 5 DepV	LAGA-Arbeitspapier	SAD Münchehagen
		<ul style="list-style-type: none"> • Gebäude, Zäune, Flächen und Wege • Stütz-/Spundwände → Nur Anlagen zur Oberflächenwasserableitung und Rückhalteanlage in naturnahem Zustand 	<ul style="list-style-type: none"> • Zum Betrieb erforderlich • Nicht vorhanden
7	Das in ein oberirdisches Gewässer eingeleitete Sickerwasser hält ohne Behandlung die Konzentrationswerte der Abwasserverordnung ein	<ul style="list-style-type: none"> • Einhaltung über > 5 Jahre • Wasserrechtliche Erlaubnis für Direkteinleitung oder • Genehmigte Indirekteinleitung 	Entfällt (keine Sickerwasserableitung)
8	Das Sickerwasser, das in den Untergrund versickert, verursacht keine Überschreitung der Auslöseschwellen in den ... festgelegten Grundwassermessstellen, und eine Überschreitung ist auch für die Zukunft nicht zu besorgen.	<ul style="list-style-type: none"> • Betrachtung > 5 Jahre • Keine steigenden Trends 	<ul style="list-style-type: none"> • Konzept der Auslöseschwellen noch nicht etabliert • Bisher keine signifikanten Befunde bei deponiebürtigen Schadstoffen • Austräge in das Grundwasser können langfristig noch nicht ausgeschlossen werden • Weiteres Grundwassermonitoring erforderlich!

Der hier vorgenommene orientierende Vergleich zeigt auf, dass sich die gesicherte Altlast SAD Münchehagen hinsichtlich vieler Aspekte in einem Zustand befinden würde, der eine Entlassung aus der Nachsorge ermöglichen könnte. Dieses betrifft vor allem die Kriterien der biologischen Umsetzungen in der Deponie und der Deponiegasthematik (Kriterien 2 und 3) sowie des Zustandes der technischen Systeme der Deponiesicherung einschließlich der Oberflächenentwässerung (Kriterien 4 bis 7) (je-

weils grüne Kennzeichnung in Tabelle 3). Beachtenswert ist in diesem Zusammenhang, dass sichergestellt sein müsste, dass die lokalen Setzungen im Bereich der Altdeponie langfristig kein Versagen der Oberflächenabdichtung andeuten.

Unabhängig hiervon würde eine Mindestbetreuung der gesicherten Altlast mit einer Bewuchspflege und der Erhaltung der technischen Systeme auch zum Konzept einer Deponie nach der Nachsorgephase gehören.

Nicht entschieden werden kann die (hier theoretische) Frage der Entlassung aus der Nachsorge anhand des Kriteriums des Austrags von Schadstoffen mit dem Sickerwasser (Kriterium 8; beige Kennzeichnung in Tabelle 3). Das Sickerwasser wäre im Fall der SAD Münchehagen mit dem Durchströmen des Ablagerungskörpers mit Grundwasser gleichzusetzen. Da sich derzeit zwar keine Hinweise auf einen Schadstoffaustrag mit dem Grund-/Sickerwasser ergeben haben, diese aber für die Zukunft nicht ausgeschlossen werden können, spräche dieses - auch für den fiktiven Fall einer Deponie - gegen eine Entlassung aus der Nachsorge.

Die Deponieverordnung geht insgesamt von einem Multibarrierenkonzept aus, das einen Zusammenhang zwischen dem abgelagerten Abfall und der Art und Qualität der technischen Sicherungssysteme herstellt. Entsprechend der Vorstellung, dass eine DepV-gerechte Deponie im Regelfall irgendwann aus der Nachsorge entlassen werden sollte, schließt die Deponieverordnung stark umweltgefährdende und vor allem organische Schadstoffe als Abfälle aus. Insoweit entspricht die gesicherte Altlast SAD Münchehagen vor allem hinsichtlich der abgelagerten Abfälle, die nach diesem Konzept heute keinesfalls mehr in einer Deponie abgelagert werden dürften, schon im Grundsatz nicht den Anforderungen der Deponieverordnung und kann deshalb nicht aus der Nachsorge entlassen werden.

Aus dem Analogievergleich mit der Deponieverordnung ergibt sich aber, dass die SAD Münchehagen einerseits weiter betrieben und betreut werden muss (Funktionskontrolle der technischen Systeme, Bewuchspflege) und andererseits hinsichtlich des Austrags von Schadstoffen mit dem Grundwasser weiter überwacht werden muss.

3.4 Zusammenfassende allgemeine Darstellung der Bewertungsmethodik

3.4.1 Allgemeines

Ziel der Bewertung ist es, aus der laufenden Beobachtung der Altlast SAD Münchehagen und vor allem ihrer Auswirkungen auf die Umwelt auf ein mögliches Erfordernis in Bezug auf weitere, insbesondere hydraulische Sicherungsmaßnahmen zu schließen. Grundlage der Bewertung ist vor allem das Monitoring (vgl. Kap. 3.3.2). Zu beurteilen sind

- hydraulische Auswirkungen,
- hydrochemische Auswirkungen,
- Deponiegas,
- sonstige Auswirkungen (indirekte Wirkungen auf Oberflächengewässer, hinsichtlich des Verhaltens der Deponie insgesamt usw.).

3.4.2 Hydraulische Auswirkungen

Zu bewerten sind die Veränderungen der hydraulischen Situation innerhalb des gesicherten Altlastbereiches und in dessen Umfeld. Ziel ist es zu beurteilen, ob die hydraulische Situation nach Fertigstellung der Sicherung sich in Übereinstimmung mit den Planungserwartungen befindet und ob sich deshalb die prognostizierten Strömungsverhältnisse innerhalb des Sicherungsbauwerkes und die daran geknüpften Schadstoffausträge eingestellt haben bzw. sich zukünftig einstellen werden.

Abweichungen können zu einer Verringerung, aber auch zu einer Vergrößerung oder Verlagerung der zu erwartenden Stoffausträge führen.

Grundlage der Bewertung der hydraulischen Situation ist vor allem der Vergleich mit den Planungserwartungen (vgl. Kap. 3.3.1). Für die Bewertung werden die hydraulischen Daten in Form von zeitlich-punktuellen räumlichen (Gleichenplänen) und räumlich-punktuellen zeitlichen Darstellungen (Ganglinien) aufbereitet sowie untereinander und im Verhältnis zu den Planungsgrundlagen interpretiert.

Eine besondere Bedeutung kommt der Nordost-Ecke und der West-Seite bzw. Nordwest-Ecke zu, die an die in Richtung Ost-West verlaufende Störungszone gekoppelt

sind. Aufgrund der sich im bisherigen hydraulischen Monitoring abzeichnenden Kanalisationseffekte und der in der Nordost-Ecke regelmäßig auftretenden Gradientenumkehr wird das hydraulische Monitoring in diesen Bereichen zeitlich und räumlich besonders engmaschig durchgeführt.

3.4.3 Hydrochemische Auswirkungen

Bewertet wird die hydrochemische Situation im Umfeld der gesicherten Altlast im Verhältnis zum Altlastbereich bzw. zum weiteren Umfeld und zum standortbezogenen chemischen Hintergrund.

Inhalt ist dabei einerseits die Höhe der Stoffkonzentrationen an einzelnen Stellen, vor allem an den prognostizierten Stellen sich potenziell neu einstellender Grundwasserbelastungen, die hinsichtlich aktueller oder zukünftiger Gefahrensituationen beurteilt werden müssen (qualitative Bewertung). Andererseits ist es wichtig, Trends der Stoffgehalte (vor allem Konzentrationsanstiege) im Grundwasser zu erkennen, um gegebenenfalls das Monitoring auf die Beobachtung dieser Phänomene ausrichten zu können (Bewertung der Veränderung).

3.4.3.1 Qualitative Bewertung

Zur Auswertung des umfangreichen Datenpools von seinerzeit annähernd 40.000 analytischen Einzelbefunden war für den /Bericht 2004/ eine datenbankgestützte statistische Methodik entwickelt worden, die es erlaubte, eine vergleichende räumlich-zeitliche Betrachtung durchzuführen und deren Einordnung in einen definierten Beurteilungsrahmen grafisch so darzustellen, dass eine relativ einfache, aber genaue Beurteilung in Verbindung mit vorgegebenen bzw. eigens definierten Bewertungsniveaus ermöglicht wird.

Als Grundlage der Bewertung wurde ein mehrstufiges Bewertungsraster entwickelt, dessen Bezugspunkte die analytischen Befunde der Grundwassermessstellen der Monitorings sind.

Die Grundlagen der Bewertungsmethodik sowie die Definition der Bewertungsniveaus sind detailliert im /Bericht 2004/ des Bewertungsgremiums erläutert. Eine Aktualisierung und Fortschreibung der Bewertung erfolgte in /Bericht 2008/.

Aufgrund der geringfügigen Änderungen, die bei allen untersuchten Parametern im Folgezeitraum bis heute aufgetreten sind, wurde auf eine erneute Auswertung bisher verzichtet, da hiermit kein Erkenntnisgewinn im Sinne neuer Bewertungsstufen bzw. Beobachtungswerte verbunden gewesen wäre.

Die Bewertung gemäß der entwickelten Methodik sollte in größeren Abständen bzw. bei signifikanten Änderungen aktualisiert werden.

3.4.3.2 Frachtenmodell

Im /Bericht 2004/ war die Anwendung eines Modells diskutiert worden, mit dem die aus dem gesicherten Bereich der Altlast potenziell abströmenden Schadstoffe nicht nur hinsichtlich der Konzentrationen, sondern auch hinsichtlich der ausgetragenen Fracht bewertet werden könnten. Dieses Modell behält im Grundsatz seine Richtigkeit. Da aktuell im Grundwasserabstrom keine Schadstoffe in Konzentrationen nennenswert über der analytischen Nachweisgrenze gefunden wurden, ergibt auch derzeit die Anwendung des Frachtenmodells keinen Sinn.

Auf das Modell wird im Bedarfsfall zurückgegriffen werden.

3.4.4 Deponiegas

Zu bewerten sind die Gasemissionen der Altlast im derzeitigen Passivbetrieb bezüglich ihrer Zusammensetzung vor und nach der Abluftreinigung durch den Aktivkohlefilter, die Deponiegasbilanz und das flächenhafte Gasmonitoring. Es ist zu gewährleisten, dass keine unerwünschten oder unzulässigen Emissionen eintreten und die festgesetzten Richtwerte/Grenzwerte eingehalten werden.

3.4.5 Sonstige Auswirkungen

Im Rahmen des Monitorings werden eine Reihe weitere Untersuchungen durchgeführt, durch die folgende potentiellen Umweltauswirkungen bzw. Sicherungselemente überwacht werden:

- Oberflächenwasserqualität,
- Sedimente,
- Oberflächenabdichtung.

Die Bewertung dieser Monitoringergebnisse erfolgt anhand der Frage, welche Aussagen sich daraus qualitativ hinsichtlich der Bewertungsaufgabe ableiten lassen.

4 Zusammenfassende Darstellung des gegenwärtigen Kenntnisstandes

Im nachfolgenden Kapitel 4 werden die durch das Monitoring gewonnenen Erkenntnisse über das Systemverhalten und die Umweltauswirkungen der gesicherten Altlast zusammenfassend dargestellt und bewertet. Die Darstellung folgt der Strukturierung des Monitoringsystems /Monitoringkonzept 2014/. Hierbei wird der Schwerpunkt auf die Veränderungen gegenüber dem Erkenntnisstand vom /Bericht 2013/ gelegt. In diesem Zeitraum flossen weitere Ergebnisse in die Untersuchungen zur Systemdynamik und zur Bewertung der im Jahre 2015 aufgegebenen Tracersubstanzen in die Bewertung ein.

4.1 Hydraulik

Die Auswertung der Daten der hydraulischen Grundwasserüberwachung zeigt, dass sich grundsätzlich eine deutliche Entkopplung zwischen innerem und äußerem System eingestellt hat.

Mit der zunehmenden Reduzierung des Unterdruckes der Gasabsaugung seit 2007 und deren endgültiger Abschaltung ab dem Jahr 2011 nähern sich die hydraulischen Verhältnisse innerhalb des umschlossenen Bereichs dem langfristig zu erwartenden, von äußeren Einflüssen nicht beeinflussten Zustand an. Dieser ist bis zum heutigen Tag noch nicht vollständig erreicht. Die hydraulische Grundwasserüberwachung der vergangenen Jahre kann nach jetzigem Kenntnisstand aber herangezogen werden, um den zukünftig zu erwartenden, langfristigen dynamischen Gleichgewichtszustand des hydraulischen Systems zu beschreiben:

- Die Vorflutfunktion der IIs konnte bereits im /Bericht 2004/ ausreichend nachgewiesen werden und hat sich auch in der Folgezeit bis dato bestätigt.
- Das Grundwasserstands-niveau in der flachen Zone des umschlossenen Bereiches ist insgesamt sehr ausgeglichen. Abweichungen hierzu stellt man in den Zonen höherer tektonischer Durchlässigkeit fest. So liegen in der Nordost-Ecke kleinräumig höhere Gradienten vor, als in der übrigen gesicherten Altlast. An der West-Seite und der Nordwest-Ecke haben sich die tiefsten Druckpotenziale im umschlossenen Bereich eingestellt, die immer noch tendenziell weiter absinken. Es ist derzeit noch nicht erkennbar, auf welchem Niveau sich zukünftig die Grundwasserspiegel einstellen werden.

- Bei niedrigen Grundwasserständen im Umfeld der Deponie kann für einige Wochen eine Umkehr der Gradienten in der Nordost-Ecke eintreten. Dabei liegt phasenweise der Wasserspiegel innerhalb der Deponie höher als im Anstrom. Besonders ausgeprägt war diese Gradientenumkehr im außergewöhnlich trockenen Sommer 2018. Da auch zukünftig mit einer temporären Gradientenumkehr gerechnet werden muss, sind weitere Beobachtungen notwendig, um auch zukünftig auszuschließen, dass es hier zu einer möglichen Verfrachtung von Schadstoffen kommen kann.
- Für einen engen Bereich innerhalb der Nordost-Ecke, charakterisiert durch die Grundwassermessstellen AL 5.1 und 5.2, besteht eine starke hydraulische Kommunikation mit den Grundwasserspiegeln außerhalb der Deponie. Es konnte durch verschiedene Untersuchungen belegt werden, dass diese Abhängigkeit der Grundwasserspiegel im Nahbereich der AL 5-Messstellen nicht bis in den eigentlichen Bereich der Deponiepolder reicht. Zwischen den AL 5-Messstellen und den Deponiepoldern bleibt eine Grundwasserscheide bestehen und insoweit ist ein Austrag von Schadstoffen aus der Deponie in den außen liegenden Grundwasserkörper auch bei ungünstigen Bedingungen nicht zu erwarten (GB 16, neue Grundwassermessstelle AL 7.1). Zur Verifikation ist dieser Bereich weiterhin zu beobachten.
- Zwischen den tiefenbezogenen Zonen 1 und 3 der Grundwasserüberwachung setzt sich die hydraulische Differenzierung auch 2018 weiter fort und ist durch die neuen Grundwassermessstellen im West- und Nordwest-Bereich außerhalb der Deponie noch besser erkennbar.
- Abweichend von den Prognoseerwartungen bestätigt sich, dass in der Südwest-Ecke des umschlossenen Bereichs mit dauerhaft höheren Grundwasserständen und einem erhöhten vertikalen Gradienten zwischen der flachen und der tiefen Zone gerechnet werden muss. Die erwartete Absenkung der Grundwasserpotenziale in der flachen Zone außerhalb der Umschließung im Bereich des „Druckschatens“ der Dichtwand (AL 3.1) ist nicht eingetreten, vielmehr war ein tendenziell sich erhöhender vertikaler Gradient feststellbar, der jedoch einen Gleichgewichtszustand erreicht zu haben scheint.
- Als bevorzugte mögliche Austragsrichtungen erhärten sich die Hinweise auf die mittlere Süd- sowie die West- und Nordwest-Seite.
- Durch die Erweiterung des Messstellennetzes um die Messstellengruppe AN 5 und die Vervollständigung der Messstelle AE 8.2 haben sich die hydraulischen und

hydrochemischen Hinweise an der Westseite und Nordwest-Ecke bestätigt, dass aufgrund der dort vorliegenden höheren hydraulischen Durchlässigkeit mit einem verstärkten Zufluss aus der tiefen Zone unterhalb des Dichtwandfußes gerechnet werden muss. Zur Kontrolle, inwieweit hiermit ein forcierter Schadstofftransport (Fußpunktfahne) verbunden ist, sind die bestehenden Untersuchungen fortzuführen und durch die Einbeziehung der Gasbrunnen zu vervollständigen.

- Obgleich der Druckwasserstand in der Südwest-Ecke weitestgehend unterhalb der Dichtkopfdrainage verblieb und seit Jahren kein Wasser aus den Schächten K1 und K2 mehr entnommen werden musste, kann auch zukünftig die Notwendigkeit einer Grundwasserhaltung innerhalb des gesicherten Bereiches nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden, um bei steigenden Grundwasserspiegeln ein Überströmen des südwestlichen Dichtwandkopfes (55,20 m ü. NN) zu verhindern. Zu diesem Zweck ist die Wasserhaltung im Schacht K2 bzw. K1 weiterhin betriebsbereit vorzuhalten.

4.2 Hydrochemie

Insgesamt sind bei den Untersuchungsparametern des Grundwassermonitorings weitgehend stabile Verteilungen festgestellt worden. Gegenüber den Vorjahren sind bezüglich der deponiebürtigen Stoffe keine wesentlichen Veränderungen mehr erkennbar.

Es ergeben sich keine Auffälligkeiten bzw. dauerhafte und relevante Überschreitungen von Beobachtungswerten (Geringfügigkeitsschwellen, Prüfwerte o. ä.).

Anorganische Stoffe:

Auch im Zeitraum 2014 bis 2018 zeigten die anorganischen Inhaltsstoffe des Grundwassers einen überwiegend stagnierenden und nur noch in Teilbereichen abnehmenden Trend:

- Dieses betrifft die Chloridkonzentrationen, die keine signifikanten Veränderungen über die Zeit zeigen. Die anhaltend hohen Konzentrationen im Übergangsbereich zur IIs belegen den dortigen Aufstieg salzhaltigen Tiefenwassers.
- Die Sulfatgehalte sind ebenfalls weitgehend stationär. Nur im West-Bereich (AE 5.1) zeigen sich weiterhin auffallende Anstiege der Konzentrationen an Sulfat, die inzwischen auch die Geringfügigkeitsschwelle leicht überschritten haben. Die GFS

ist allerdings aus der Trinkwasserverordnung abgeleitet und dort technisch begründet, im vorliegenden Fall damit also nicht relevant. Eine Erklärung dieses lokalen Anstiegs gegenüber dem unveränderten Umfeld besteht bisher nicht. Jedoch sind diese Befunde Anlass gewesen, das Messstellennetz und die Untersuchungen in diesem Bereich weiter zu vertiefen.

- Demgegenüber sinken die Konzentrationen an Sulfat im Bereich der Südwest-Ecke und an der Süd-Seite der Deponie weiterhin leicht, was als Auflösung der Residualfahne durch Verdünnung und/oder Abbau interpretiert werden kann.
- Insgesamt sind die Gehalte der natürlichen Tracer im Grundwasser aktuell im Bereich der Residualfahne auf ein so geringes Niveau gesunken, dass es zunehmend schwieriger wird, die Residualfahne gegenüber dem Umfeld (Anstrom, weiterer Abstrom) abzugrenzen.
- Bei der Annäherung an die IIs ist auch bei anderen Parametern in den Bereichen AW und K der geogene, hydraulisch induzierte Anstieg von salzhaltigen Tiefenwässern zu erkennen.

Die Abbildung 6 zeigt die Zusammenhänge zwischen tektonischen Störungen, Grundwasserabstromrichtungen und der daraus resultierenden Gleichartigkeit der hydrochemischen Typisierung für die Zone 3. Dieses aus dem Grundwassermonitoring abgeleitete Bild ist unter anderem eine Grundlage zur Ableitung von Beobachtungsschwerpunkten für das Langfristmonitoring (vergleiche Kapitel 5 mit Anlage).

Die ab 2015 durchgeführten Tracerversuche ergaben bislang, dass ein Schadstoffausstrag im Bereich der Nordost-Ecke nicht detektiert werden konnte. Gleichzeitig gibt die räumliche Verteilung der Lithium-Ionen Hinweise auf bevorzugte Austragsrichtungen (West- und Nordwest-Bereich), die im Einklang mit den hydraulischen und tektonischen Befunden stehen /Pelzer 2018/.

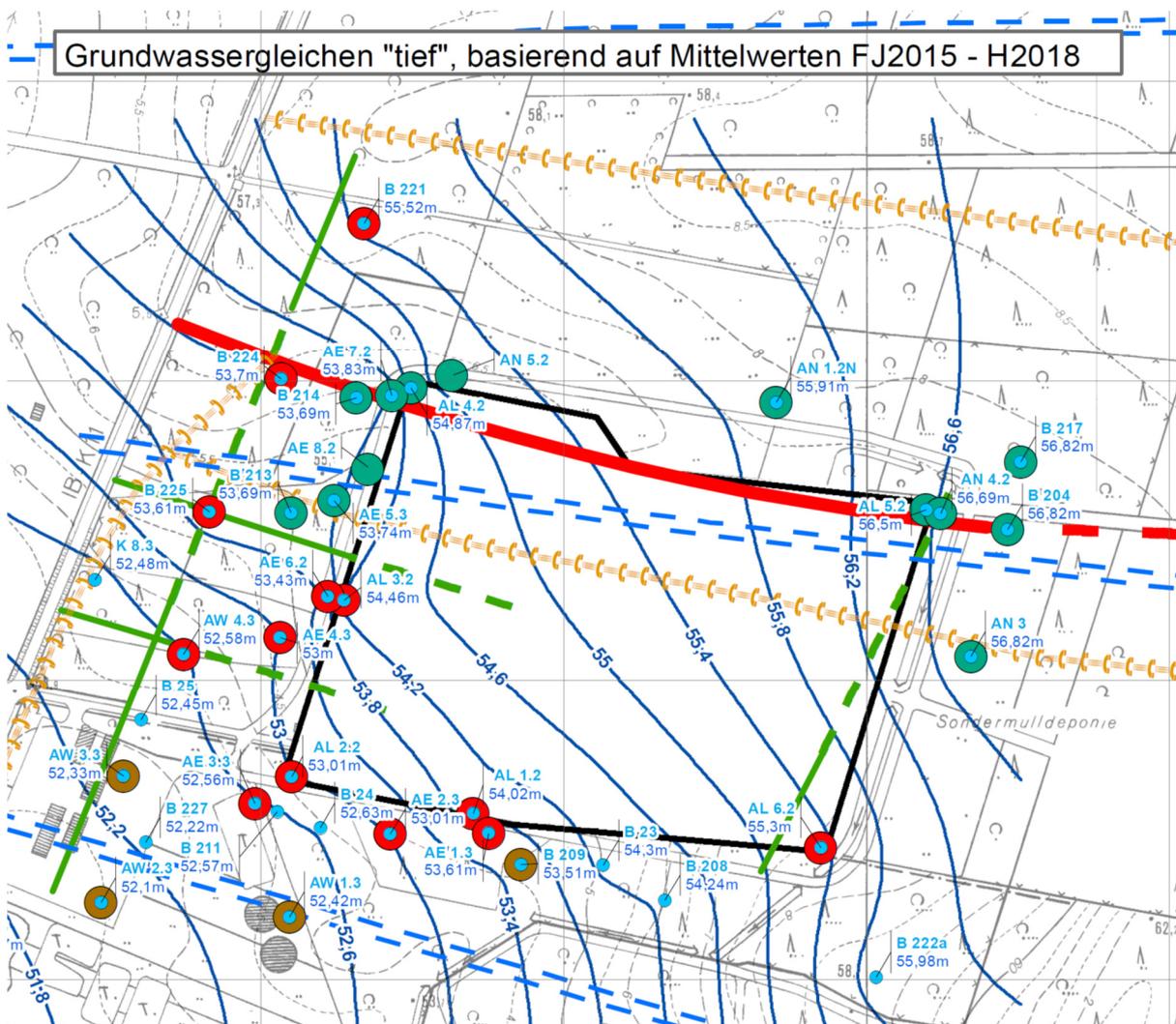


Abbildung 6: Hydrochemische Charakterisierung der Zone 3 mit gemittelten Grundwassergleichen und Störungszonen aus /Ergebnisdarstellung Pelzer 2019/

Organische Schadstoffe:

Bezüglich der stärker toxikologisch relevanten deponiebürtigen organischen Schadstoffe zeichnet sich insgesamt ein sehr stabiles Bild mit Konzentration nahe oder unterhalb der analytischen Nachweisgrenze für viele Parameter ab:

- Innerhalb des von der Dichtwand umschlossenen Bereiches sind aktuell an einzelnen Messstellen noch die Parameter Summe PAK sowie Naphthalin in geringen Konzentrationen messbar, wobei die Gehalte für die Summe PAK die Geringfügigkeitsschwellenwerte nur sporadisch und punktuell erreichen oder geringfügig überschreiten.

- Gegenüber dem Umfeld der gesicherten Altlast sind innerhalb der Dichtwand weiterhin Phenol und Kresole bei einzelnen Messungen und bei einzelnen Messstellen detektierbar. Auffällig ist dabei vor allem die Nordost-Ecke. Die Konzentrationen sind allerdings in der Regel gering und liegen bis auf einen Befund vom Herbst 2012 an der Messstelle AL 5.1 unterhalb der Geringfügigkeitsschwelle.
- Die Konzentrationen der außerhalb des umschlossenen Bereichs anfänglich nachgewiesenen, deponiebürtigen organischen Stoffe sind in den letzten Jahren generell zurückgegangen. Sie sind heute überwiegend nicht mehr oder nur noch im Bereich der analytischen Nachweisgrenze messbar, in allen übrigen Fällen werden die Geringfügigkeitsschwellen deutlich unterschritten. Nachweisbare Befunde werden im Wesentlichen in den Messstellen des engeren Abstroms der West- und Süd-Seite detektiert.
- Weitere organische Schadstoffe (LCKW, BTEX, Naphthole, Chlorphenole, C3-Aromaten) waren im Berichtszeitraum nicht oder nur in Spuren zu finden.
- Der im Rahmen einer Screening-Untersuchung gefundene, eindeutig deponiebürtige Stoff Dimethylchloroacetal findet sich im Südwesten und Süden in der Zone 1 innerhalb und außerhalb der gesicherten Altlast in Konzentrationen deutlich oberhalb der analytischen Nachweisgrenze. In der Zone 3 ist diese Substanz nicht zu finden. Gegebenenfalls handelt es sich um ein Vorkommen in der residualen Fahne. Da Bewertungsmaßstäbe (Geringfügigkeitsschwellen o. ä.) und toxikologische Daten sowie Daten zum Umweltverhalten für diesen Stoff fehlen, kann derzeit keine Bewertung dieses Befundes erfolgen (weitere Maßnahmen hierzu vgl. Kap. 6.2).
- Aus der Screening-Untersuchung im Rahmen des Statusmonitorings ergaben sich Hinweise auf die ubiquitäre, auch bei früheren Untersuchungen bereits auffällige Stoffgruppe der Phthalate sowie auf zwei Kohlenwasserstoffverbindungen, die aber nicht konkreten Verbindungen zugeordnet werden konnten.

Indikatorparameter für bevorzugte potentielle Austragspfade:

Bei folgenden Indikator-Parametern zeigen sich ergänzend zu den Erkenntnissen aus der Hydraulik weitere Hinweise auf mögliche bevorzugte Austragspfade:

Tabelle 4: Indikatorparameter für bevorzugte potentielle Austragspfade

Parameter	Potentieller Aufrag	Interpretationseinschränkungen	Empfehlungen
Lithium	Süden/ Westen	<ul style="list-style-type: none"> Abgrenzung geogene Anteile (Salzwasser-aufstieg) zu Tracerver-such 	<ul style="list-style-type: none"> Weitere Beobachtung Korrelation zu Chlorid be-rücksichtigen
Sulfat	Süden/ Westen	<ul style="list-style-type: none"> Anteil residuale Fah-nen Fremdeinfluss außer-halb Deponie (LETO) Oxidative/reduktive Umsetzungen 	<ul style="list-style-type: none"> Weitere Beobachtung Bewertung der Milieube-dingungen im Grundwas-ser
Bromid	Westen	<ul style="list-style-type: none"> Anteil residuale Fah-nen Salzwassereinfluss 	<ul style="list-style-type: none"> Weitere Beobachtung
Methan	Südwesten/ Nordwesten	<ul style="list-style-type: none"> Abgrenzung geogene Anteile Bildungs- und Abbau-prozesse 	<ul style="list-style-type: none"> Weitere Beobachtung Klärung geogener Anteile
Hydroche-mische Charakterisierung	Westen/ Nordwesten	<ul style="list-style-type: none"> Residuale Fahne Abgrenzung geogene Anteile Bildungs- und Abbau-prozesse 	<ul style="list-style-type: none"> Weitere Beobachtung der Entwicklungen
Dimethyl-chloroacetal	Süden/ Südwesten	<ul style="list-style-type: none"> Einfluss der residualen Fahne 	<ul style="list-style-type: none"> Weitere Beobachtung

Natürliche Schadstoffminderung:

Der natürlich im Untergrund ablaufende Rückhalt und Abbau von Schadstoffen, auch als „Natural Attenuation“ oder „Intrinsic Bioremediation“ bezeichnet, umfasst eine Reihe von Prozessen, die im Untergrund ohne äußere Einwirkung ablaufen und die, über längere Zeiträume betrachtet, zu einer Reduzierung der Schadstoffgehalte im Grundwasser führen. Die zugehörigen Prozesse wurden im /Bericht 2004/ ausführlich dargestellt.

Insgesamt zeigen die Untersuchungsergebnisse des Monitorings überwiegend neutrale Milieuverhältnisse. Leicht oxidierende bis neutrale Verhältnisse finden sich eher im Anstrom, leicht reduzierende Bedingungen finden sich im Bereich der gesicherten

Altlast und darunter. Im Grundwasserabstrom wiederum finden sich neutrale Milieubedingungen.

Das Grundwassermilieu zeigt grundsätzlich das Potenzial für einen reduktiven Schadstoffabbau.

Bedeutung der AL-Messstellen:

Bei der Beurteilung der hydrochemischen Verhältnisse ist zu beachten, dass die AL-Messstellen nicht den eigentlichen wässrigen Deponieinhalt repräsentieren, sondern ein Wasser, das aus dem Zwischenraum zwischen den ehemaligen Abfallpoldern und der Dichtwand stammt und das zum gegenwärtigen Zeitpunkt kaum durch deponiebürtige Stoffe belastet ist. Aktuell bestehen daher nur geringe oder keine Konzentrationsgradienten zwischen dem Bereich der gesicherten Altlast und dem Umfeld. Visualisiert wird diese Situation durch die Abbildung in der Anlage zum Kapitel 4.

Insoweit ist das aus der Planungserwartung bekannte Bild einer massiven, deponiebürtigen Belastung innerhalb der Dichtwand und eines nach Bau der Sicherungselemente bis auf die Residualfahne unbelasteten Umfeldes, wie es in Abbildung 4 vereinfacht wiedergegeben ist, derzeit nicht zutreffend. Es ist vielmehr davon auszugehen, dass infolge der ergriffenen Sicherungsmaßnahmen und der schadstoffrückhaltenden Eigenschaften des anstehenden Gesteins die Belastung des Wassers mit deponiebürtigen Schadstoffen sich auf die ehemaligen Abfallpolder und möglicherweise einen schmalen Kontaminationssaum um die Polder herum beschränkt, wobei diese Belastungen mangels entsprechender Messstellen in den Abfallpoldern bzw. im unmittelbaren Saumbereich aktuell nicht mehr untersucht werden können.

Damit haben die AL-Messstellen die Funktion von Signalgebern. Bevor sich Schadstoffe z. B. in Form der Fußpunktfahne aus dem gesicherten Altlastbereich hinaus in das Deponieumfeld verlagern, würde sich diese Schadstoffverlagerung durch eine signifikante Veränderung der Grundwasserinhaltsstoffe in den AL-Messstellen bemerkbar machen.

4.3 Oberflächenwasser, Sediment

Gegenüber den Vorjahren sind aus der bisherigen Überwachung der Oberflächengewässer (Grabensystem und Vorfluter IIs) keine wesentlichen Veränderungen gegen-

über den Vorjahren erkennbar. Es zeigen sich nur noch durch Störeinflüsse (z. B. Grabenräumung) überprägte Verlagerungen der historischen Dioxinbelastung außerhalb der Deponie mit der deponiespezifischen Hepta-Prägung des eingelagerten Deponats.

Es ergeben sich keine Auffälligkeiten bzw. Überschreitungen von Beobachtungswerten. Ein Einfluss des gesicherten Altlastbereichs in diese Medien und damit in die weitere Umwelt hinein ist nicht zu erkennen.

4.4 Deponiegas

Der seit 2011 dauerhafte Passivbetrieb des Entgasungssystems unter Einsatz eines Aktivkohlefilters zeigte im Verlauf der letzten 7 Jahre ein verlässliches Rückhaltevermögen für schwefelorganische Verbindungen und Lösemittel.

Die für die Überwachung der Emission von Gasen in die Außenluft formulierten Grenzwerte werden ausnahmslos eingehalten.

Unkontrollierte Methanausgasungen über die Oberfläche der gesicherten Deponie oder geruchliche Auffälligkeiten konnten nicht detektiert werden.

Die alte Gasbehandlungsanlage wird im Jahr 2019 vereinbarungsgemäß zurückgebaut. Die Anschlüsse an die Gassammeleinrichtungen unter der Oberflächenabdichtung bleiben erhalten, so dass eine spätere Wiederaufnahme einer aktiven Deponiegasförderung möglich bleibt.

4.5 Oberflächenabdichtung

Das elektronische Überwachungssystem zur Kontrolle der Oberflächenabdichtung mittels Kunststoffdichtungsbahn hat keinerlei Auffälligkeiten gezeigt. Es gibt keine Hinweise auf Undichtigkeiten in diesem Bereich.

4.6 Setzungen

Insgesamt sind die Setzungen soweit abgeklungen, dass bezogen auf die Gesamtdeponie von geotechnisch stabilen Untergrundverhältnissen ausgegangen werden kann.

Lokal ist im Bereich der Altdeponie eine mehrere Dezimeter tiefe Eintiefung entstanden, die ihre Ursache in Hohlräumen in den Deponiepoldern haben dürfte. Durch diese

Sackung ist die Funktionalität der Oberflächensicherung aktuell nicht gefährdet. Diese Bereiche sind zu überwachen und können bei Erfordernis mit geringem bautechnischem Aufwand von der Oberfläche her repariert werden.

5. Leitlinien für das Langfristmonitoring

5.1 Begründung und Zielsetzung

Die dynamischen Prozesse innerhalb des umschlossenen Bereiches haben sich im Laufe der Jahre soweit stabilisiert, dass für die Folgezeit von einem stabilen und prognostizierbaren dynamischen Gleichgewicht ausgegangen werden kann (vgl. Kap. 4). Eine Dysfunktionalität der Sicherungselemente sowie ein Schadstoffaustrag haben sich bislang nicht gezeigt. Auch die AL-Messstellen im umschlossenen Bereich zeigen nach 20 Jahren der Beobachtung noch keine bewertungsrelevanten Schadstoffkonzentrationen. Die Bedingungen zur Prüfung der Konzeption für ein Langfristmonitoring sind daher erfüllt. Der Planungshorizont für das Langfristmonitoring beträgt dabei mindestens einige Jahrzehnte.

Aufgrund der langdauernden Prozesse der Schadstoffverlagerung kann somit auch mittel- bis langfristig ein Schadstoffaustrag nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

Wie in Kap. 3.3.5 dargelegt, ist eine weitere Beobachtung des möglichen Austrages von Schadstoffen erforderlich. Der Schwerpunkt des Langfristmonitorings ist somit weiterhin gerichtet auf die Kontrolle der Sicherungselemente (Oberflächenabdichtung, Dichtwand) und auf die Beobachtung und das Erkennen eines möglichen Schadstoffaustrages im Grundwasser. Hierbei kommt der Erkennung einer möglichen Fußpunktfahne und deren Abgrenzung von residualen Kontaminationen eine besondere Bedeutung zu.

Auf der Basis des aktuellen Kenntnisstandes der Statusuntersuchung 2018 und der vorliegenden Datenreihe der letzten 20 Jahre haben sich Schwerpunkte der Beobachtung ergeben und Abweichungen von den ursprünglichen Planungserwartung gezeigt, die Anlass verschiedener Sonderuntersuchungen gewesen sind. Mit Abschluss der Untersuchungen zur Systemdynamik /Systemdynamik 2013/ und der Tracerversuche /Pelzer 2015-2018/ liegt ein mittlerweile so vollständiges Dateninventar vor, dass hieraus belastbare Leitlinien für das zukünftige Langfristmonitoring entwickelt werden können.

Als Langfristmonitoring ist eine Überwachung gemeint, die ohne Verlust von Erkenntnissen insbesondere im Hinblick auf einen Schadstoffaustrag soweit optimiert ist, dass die notwendigen Untersuchungen und Auswertungen auf ein Maß beschränkt werden, welche gleichwohl eine faktenbasierte valide Bewertung der Umweltsituation und der

Wirksamkeit der Sicherungselemente ermöglicht und damit im Interesse des Gemeinwohls der zu erwartenden Ewigkeitslast gerecht wird.

Die Strukturierung eines Langfristmonitorings erstreckt sich auf sämtliche Bestandteile des Monitorings (Messstellen, Probennahmen, Parameter, Intervalle und Berichtswesen). Ein Langfristmonitoring muss gewährleisten, dass Dysfunktionalitäten der Sicherungselemente und bewertungsrelevante Schadstoffausträge bzw. Indizien hierfür frühzeitig erkannt werden und zur Einleitung von Prozessen der Information, Abstimmung und Problemlösungen bis hin zu ggf. notwendigen Sanierungsmaßnahmen führen.

5.2 Ableitung und Begründung von Kriterien zur Konfektionierung eines Langfristmonitorings

5.2.1 Beobachtungsschwerpunkte

Unter Einbeziehung der hydraulischen (vgl. Kap. 4.1), hydrochemischen (vgl. Kap. 4.2) und geologischen Befunde (Störungen/hydraulische Durchlässigkeiten) lassen sich auf der Grundlage des gegenwärtigen Kenntnisstandes eindeutig Beobachtungsschwerpunkte ableiten. Auf diese ist im Langfristmonitoring im Hinblick auf Messintervalle und Parameter ein besonderes Augenmerk zu legen, da in diesen Bereichen entweder zuerst mit einem Austrag gerechnet werden muss, oder die bisherige Einschätzungen, dass ein Austrag unwahrscheinlich ist, zu verifizieren sind. Als Frühwarn-Signalgeber dienen – wie bisher – die AL-Messstellen im umschlossenen Bereich.

Tabelle 5: Kriterien zur Ableitung von Beobachtungsschwerpunkten

Nr.	1	2	3	4	5
Bereich	Beobachtungsschwerpunkt 1	Beobachtungsschwerpunkt 2	Beobachtungsschwerpunkt 3	Kontrollbereiche	Referenzbereiche
räumliche Zuordnung	Nord-Ost-Ecke	West-Nordwest-Ecke	Süden/Südwestecke	Gesamtbereich	unbeeinflusste An-/Abstrombereiche
Befunde	- temp. Gradientenumkehr - Störungsbahnen - ungedämpfte hydraulische Reaktion innen/außen	- Kreuzung von Störungsbahnen - hydrochemische Charakterisierung - hydraulische Abstromrichtung - tendenziell weiter fallende Wasserstände - Befunde für Lithium, Sulfat, Bromid, Methan	- hydrochemische Charakterisierung - hydraulische Abstromrichtung Zone 3 - Befunde für Lithium, Sulfat, Dimethylchloroacetal		Unbeeinflusste Bereiche
Parameter	Hydraulik, Hydrochemie	Hydraulik, Hydrochemie	Hydraulik, Hydrochemie	Hydraulik (halbjährlich) Hydrochemie (Statusuntersuchung)	Hydraulik, Hydrochemie
Messstellen	AL 7.1, AL 5.1/5.2, AN 4.1/4.2	AL 3, AL 4, GB 5, GB 6, GB 8, GB 10, AN 5, AE 4, AE 5, AE 7, AE 8,	AL 1, AL 2, AL 6, K1, AE 1, AE 2, AE 3	alle Messstellen des aktuellen Monitoring 2018	AN 2, K1, K2
Aufgabe - Langfrist-Monitoring	Verifikation Wasserscheide AL 7.1/AL 5.1 Verifikation das kein Schadstoffaustrag eintritt	Beobachtung Hydraulik Kontrolle möglicher Austrag	Beobachtung Hydraulik Kontrolle möglicher Austrag Verifikation Dichtwandkopfdrainage und "Wasserhaltung"	- Inventur/Gegenüberstellung der Gesamtsituation alle 5 Jahre - Kontrolle von Langfristprozessen - Verifikation der Leistungsfähigkeit des Monitoring - Ertüchtigung des Messstelleninventars für eventuelle Sonderuntersuchungen und Anpassung des Monitoring	Bewertung des unbeeinflussten Zustandes

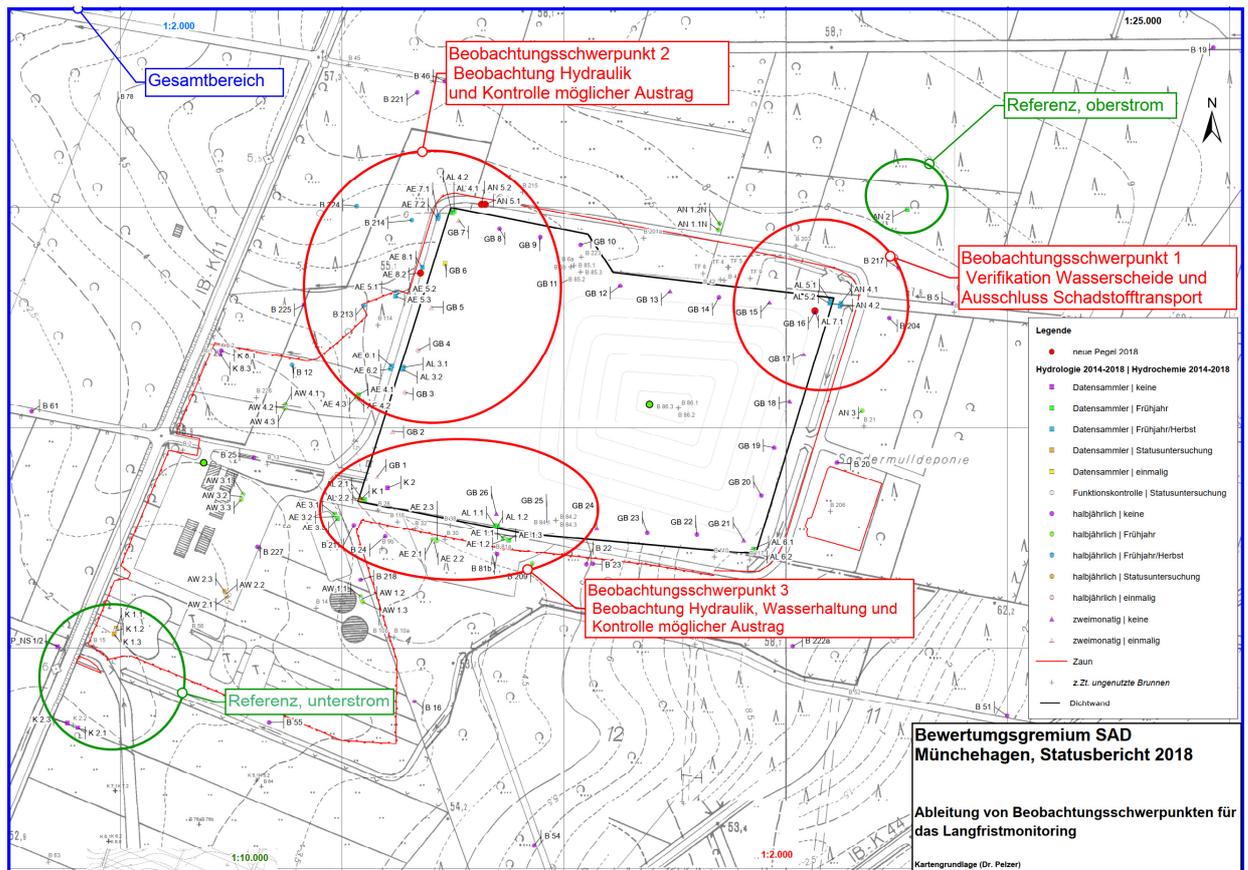


Abbildung 7: Räumliche Abgrenzung der Beobachtungsschwerpunkte

Darüber hinaus gilt es anhand aussagekräftiger Referenzmessungen, den unbeeinflussten oberstromigen und unterstromigen Referenzzustand zu dokumentieren, um altlastrelevante Veränderungen noch besser eingrenzen zu können. Hierzu dienen im Unterstrom die Messstellen K1 und K2 des Kontrollbereiches und im Oberstrom die Messstelle AN2 des Anstrombereiches.

Das Langfristmonitoring muss gewährleisten, dass auf mögliche zukünftige Veränderungen reagiert werden kann und sich somit dem Erkenntniszuwachs entsprechend anpassen lassen. Da mögliche Veränderungen nicht prognostizierbar sind, ist die Infrastruktur des gesamten bestehenden Monitorings beizubehalten und zu unterhalten, um seine Funktionstüchtigkeit für eventuelle zukünftige Aufgaben nutzen zu können. Hierzu dient vor allem die mindestens halbjährliche Wasserstandserfassung aller bislang gemessenen Messstellen des Monitorings sowie die Sichtkontrolle und Unterhaltung der Messstellen, die zurzeit bereits aus dem Messprogramm genommen worden sind.

Um zu gewährleisten, dass keine unbekanntes Lücken in der Überwachung übersehen werden, ist die 5-jährliche Statusuntersuchung im bestehenden Umfang für den Gesamtbereich beizubehalten. Sie dient als umfassende hydraulische und hydrochemische Datenerhebung einer „Inventur“, dem Vergleich mit früheren Situationen und der Überprüfung des Kenntnisstandes im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit des Langfristmonitorings. Im Vergleich mit den davor stattgefundenen umfassenden Statusuntersuchungen ist hierbei zu überprüfen, ob das bestehende Monitoring weiterhin zielgerichtet und vollständig seine Aufgaben abdecken kann, oder ob es erweitert werden muss oder eingeschränkt werden kann. Eventuell bis dato nicht erkannte Lücken im Hinblick auf Untersuchungsparameter oder Messstellen können hierdurch geschlossen werden. Aufgrund der langsam ablaufenden Prozesse ist das Intervall der Statusuntersuchungen mit 5 Jahren nach wie vor als geeignet anzusehen.

Zusammenfassend ist das Langfristmonitoring somit so zu konfigurieren, dass im Vergleich mit dem aktuellen Monitoring im Bereich der Beobachtungsschwerpunkte engere Intervalle der hydraulischen und hydrochemischen Beobachtung beibehalten und durch Untersuchungen an weitere Messstellen ergänzt werden sollten.

Dahingegen können für den Gesamtbereich (vgl. Abbildung 7) die hydrochemischen Untersuchungen auf das 5-jährige Intervall der Statusuntersuchung abgereichert werden. Diese Statusuntersuchungen sind jedoch entsprechend dem Umfang des bestehenden Monitorings durchzuführen. Zum Erhalt der Funktionstüchtigkeit aller Messstellen des Gesamtbereiches sind weiterhin halbjährliche Wasserstandsmessungen

vorzusehen. Die Einbeziehung bislang nicht mehr gemessener Messstellen ist nicht notwendig, hier genügt eine jährliche Inaugenscheinnahme und Standortkontrolle.

5.2.2 Hydraulik

Die Ausstattung von Messstellen mit Datenlogger hat sich bewährt, da hierdurch mit geringem Unterhaltungsaufwand kurzzeitige Veränderungen der Grundwasserstände erfasst werden, die aufgrund der geringen Wasserstandsunterschiede und -änderungen für die Beurteilung der hydraulischen Situation in den Beobachtungsschwerpunkten auch zukünftig von Bedeutung bleiben werden.

Zahlreiche Datenlogger sind zusätzlich mit Leitfähigkeitssonden ausgestattet. Diese Vorgabe war in der Phase des Monitorings, die dem Systemverständnis diente, zielführend, um hydraulische Einflüsse und hydraulische Korrespondenzen, die sich auf die Leitfähigkeit auswirken, zu erfassen. Aus den bisherigen Auswertungen ergeben sich interessante Ergebnisse im Hinblick auf jahreszeitliche Schwankungen der Leitfähigkeit, die sich auf die wechselnde Höhenlage der Salzwasserzone zurückführen lassen. Altlastrelevante Einflüsse bzw. Erkenntnisse zur besseren Eingrenzung potenzieller Austragspfade ließen sich hierdurch jedoch nicht gewinnen – die Aussagekraft der hydrochemischen Typisierung liefert hierzu wesentlich bessere Ergebnisse – so dass zukünftig auf die Erfassung und Auswertung der Leitfähigkeit mittels Leitfähigkeitssonden verzichtet werden kann.

Weiterhin wesentlich für die Interpretation bleiben die Grundwassergleichen- und Differenzenpläne, aus denen sich bevorzugte Austragspfade und hydraulische Änderungen am besten ableiten lassen. Neben den Datenloggeraufzeichnungen, die für die Messstellen der Beobachtungsschwerpunkte entlang der Dichtwand sowie für die Referenzmessstellen beibehalten werden, sind in dem bislang üblichen halbjährlichen Intervall alle Messstellen durch Handlotung zu messen, um die benötigten räumlichen hydraulischen Daten zur Erarbeitung von Grundwassergleichenplänen für die Zone 1 und 3 bereitzustellen. Das halbjährliche Intervall hat sich in der Vergangenheit bewährt und ist an den Hoch- und Tiefwasserständen eines regulären hydrologischen Zyklus orientiert. Ein Änderungsbedarf wird für dieses Intervall daher nicht gesehen.

Darüber hinaus ist eine jährliche Begehung aller Messstellen – auch der nicht mehr gemessenen Messstellen (z. B. Zone 2) – notwendig, um deren Funktionalität zu kontrollieren und ihre Auffindbarkeit (Entfernung von Bewuchs) zu gewährleisten.

Aus Gründen der besseren Nachvollziehbarkeit sind in den nachfolgenden Tabellen des aktuellen Monitorings die Veränderungen für das vorgeschlagene Langfristmonitoring kenntlich gemacht.

Übersicht hydraulisches Monitoring		Änderungen im Langfristmonitoring	
Bereich	Messmodus	Messstellen	
Anstrombereich	Drucksonden mit Datensammler	AN2	wie bisher -Referenz Anstrom-zzgl. AN 5.1/5.2
	Druck- / Leitfähigkeits- sonden mit Datensammler	AN 4.1, AN 4.2	wie bisher LF-Sonde kann entfallen
	Halbjährliche Messung	AN 1.1N, AN 1.2N, AN 2, AN 3, B 5, B 19, B 20, B 46, B 49, B 51, B 204, B 207, B 217, B 221, B 222a	wie bisher, Unterhaltung notwendig
Altlastbereich	Drucksonden mit Datensammler	AL 1.1, AL 1.2, AL 2.1, AL 2.2, AL 4.1, AL 4.2, AL 6.1, AL 6.2, "Kontrollschacht K2", "Kontrollschacht K1" GB6	wie bisher, ohne K2 zzgl. GB 5 und GB 8, GB 10, AL 7.1
	Druck- / Leitfähigkeits- sonden mit Datensammler	AL 3.1, AL 3.2, AL 5.1, AL 5.2,	wie bisher LF-Sonde kann entfallen
	Zweimonatliche Messung entfällt	Gasbrunnen: GB1, GB2, GB5, GB7, GB13, GB15, GB16, GB17, GB18, GB21, GB24, GB26	
	Halbjährliche Messung Alle Gasbrunnen	Gasbrunnen: GB3, GB4, GB8, GB9, GB10, GB11, GB12, GB14, GB19, GB20, GB22, GB23, GB25	
Enger Abstrombereich	Drucksonden mit Datensammler	AE 3.1, AE 3.3	wie bisher
	Druck- / Leitfähigkeits- sonden mit Datensammler	AE 1.1, AE 1.3, AE 4.1, AE 4.3 AE 5.1, AE 5.3, AE 6.1, AE 6.2 AE7.1, AE7.2, AE8.1	zzgl. AE 8.2 LF-Sonde kann entfallen
	Halbjährliche Messung	AE 2.1, AE 2.3, B 211	wie bisher
Weiter Abstrombereich	Halbjährliche Messung	AW 1.1, AW 1.3, AW 2.1, AW 2.3, AW 3.1, AW 3.3, AW 4.1, AW 4.3, B 12, B 22, B 23, B 24, B 25, B 81b, B 208, B 209, B 213, B 214, B 218, B 227	wie bisher
Kontrollbereich	Drucksonden mit Datensammler	K 1.1, K 1.3, K 2.1, K 2.3, K 3.2, Pegel PNS 1/2	
	Halbjährliche Messung	K 3.1, K 8.1, K 8.3, B 16, B 54, B 55, B 61, B 78, B 224, B 225	wie bisher, zzgl. K2 und PNS 1/2

nicht mehr gemessene Messstellen (Zone 2, u.a.): jährliche Sichtkontrolle und Erhalt der Funktionstüchtigkeit

Abbildung 8: Empfohlene Änderungen im hydraulischen Monitoring

5.2.3 Hydrochemie

Die 5-jährlichen Statusuntersuchungen sollten in ihrem bisherigen Umfang beibehalten werden. Es ergeben sich jedoch Ergänzungen durch die Integration der neu errichteten Messstellen und der Gasbrunnen im Bereich der Nordwest-Ecke sowie in Abhängigkeit von noch ausstehenden Untersuchungsergebnissen (non-target-Analytik) durch die dann gegebenenfalls sinnvolle Hinzunahme weiterer Kohlenwasserstoffe in

die Analytik. Durch die umfassende Statusuntersuchung inklusive des bislang erfolgreich praktizierten GC-MS-Screening-Verfahrens bleibt eine umfassende hydrochemische Bestandsanalyse gewährleistet.

Gegenüber dem bisherigen Untersuchungsumfang kann aus Sicht des Bewertungsgremiums auf die Herbstuntersuchung verzichtet werden. Durch eine einmalig im Frühjahr durchzuführende hydrochemische Bestandserfassung ergeben sich aufgrund der langzeitlichen Prozesse keine Erkenntnislücken durch die Herabsetzung der Untersuchungshäufigkeit.

Die zukünftige Frühjahrsuntersuchung ist für alle Messstellen der Beobachtungsschwerpunkte sowie die Referenzmessstelle AN2 im Anstrom durchzuführen. Gegenüber dem bestehenden Monitoring sind daher alle neu errichteten Messstellen (AE8, AL7.1, AN5) mit einzubeziehen. Ebenfalls hinzu kommen die Gasbrunnen GB5 - GB8 und GB10 an der Nordwest-Ecke, um die Aussagekraft über die hydrochemische Situation entlang des umschlossenen Bereiches der Nordwest-Ecke zu vertiefen. Der Schacht K1 wird ebenso in die Jahresmessung integriert, um die Aussagekraft im Bereich der Südwest-Ecke sowie entlang der Dichtwandkopfdrainage zu verbessern. Nicht mehr in die Jahresmessung mit einbezogen werden die bislang untersuchten Messstellen des weiteren Abstrombereiches und des Kontrollbereiches. Aufgrund der langfristigen Prozesse ergeben sich hierdurch im Vergleich zu den dichtwandnahen Messstellen keine Erkenntnisverluste.

Das Parameterpaket entspricht dem der bisherigen Frühjahrsuntersuchung mit dem Unterschied, dass die Parameter Dimethylchloroacetal und die eventuell zu ergänzenden Kohlenwasserstoffe sowie bis auf weiteres die Tracer Uranin und Lithium auf alle hier untersuchten Messstellen erweitert werden.

Die empfohlenen Änderungen im Langfristmonitoring sind im Vergleich zum bestehenden Monitoring in der nachfolgenden Abbildung auf der Basis der Tabellen der Dokumentation /Pelzer 2018/ kenntlich gemacht.

Änderungen im Langfristmonitoring

Hydrochemisches Untersuchungsprogramm Statusuntersuchung		
Bereiche / Messstellen	Parameterumfang	
Anstrombereich	Grundprogramm	
AN 2, AN 3		
AN 4.1, AN 4.2, AN 5.1/5.2, AN 1.1N, AN 1.2N	Vor-Ort-Parameter: pH; elektrische Leitfähigkeit; Redoxspannung; Sauerstoffgehalt; Säurekapazität; Geruch; Aussehen; Trübung; Ausgasung; Kationen Natrium; Kalium; Calcium; Magnesium; Ammonium; Eisen ges.; Mangan ges. <i>Lithium</i> Anionen: Chlorid; Sulfat; Bromid Hydrogenkarbonat; Nitrat; Zusätzlich: TOC <i>Uranin</i> <i>Sulforhodamin B</i>	Aromatische Einzelstoffe: Naphthalin, Phenol und Kresole, GC/MS-Screening Screening auf leicht-, mittel- und schwerflüchtige Stoffe Organische Parameter: BTEX; LCKW, Alkylsulfide, Chlorphenole, PAK Dimethylchloroacetal evtl. erg. KW
Altlastbereich		
AL 1.1, AL 1.2, AL 2.1, AL 2.2, AL 3.1, AL 3.2, GB5, AL 4.1, AL 4.2, GB6, GB7, AL 5.1, AL 5.2, GB 8, GB10, AL 6.1, AL 6.2, AL7.1		
Enger Abstrombereich		
Kontrollschacht K1 ,		
AE 1.1, AE 1.3, AE 2.1, AE 2.3, AE 3.1, AE 3.3, AE 4.1, AE 4.3, AE 5.1, AE 5.3, AE 6.1, AE 6.2, AE 8.1/8.2, B209		
AE 1.2, AE 2.2, AE 3.2, AE 4.2, AE 5.2		
Weiter Abstrombereich		
AW 1.1, AW 1.3, AW 2.1, AW 2.3, AW 3.1, AW 3.3, AW 4.1, AW 4.3, B213, B214, B12		
AW 1.2, AW 2.2, AW 3.2, AW 4.2		
Kontrollbereich		
K 1.1, K 1.3, B224		
K 1.2		

Abbildung 9: Empfehlungen zur Änderung des Langfristmonitorings Hydrochemie Statusuntersuchung

Änderungen im Langfristmonitoring

Hydrochemisches Untersuchungsprogramm Frühjahr :

Bereiche / Messstellen	Parameterumfang	
Anstrombereich	Grundprogramm Vor-Ort-Parameter; pH; elektrische Leitfähigkeit; Sauerstoffgehalt; Redoxspannung; Säurekapazität; Geruch; Aussehen; Trübung; Ausgasung Kationen Natrium; Kalium; Calcium; Magnesium; Anionen: Chlorid; Sulfat; Bromid; Hydrogenkarbonat Anmerkung: Uranin und Lithium werden im Zwischenzeitraum noch weiter analysiert	Aromatische Einzelstoffe: Naphthalin; Phenol u. Kresole; PAK Zusätzlich regelmäßig in: AL 1.1, AL1.2, AL2.1, AL2.2, AE 1.1, AE 1.3, AE 2.1, AE2.3, AE 3.1, AE3.3; Dimethylchloroacetal evtl. erg. KW
AN 4.1, AN 4.2, AN 2, AN 5.1/5.2 AN 1.1N, AN 1.2N, AN 2, AN 3		
Altlastbereich		
AL 1.1, AL 1.2, AL 2.1, AL 2.2 AL 3.1, AL 3.2, AL 4.1, AL 4.2, AL 5.1, AL 5.2, AL 6.1, AL 6.2, AL 7.1 GB5,GB 6,GB 7,GB 8,GB 10, K1		
Enger Abstrombereich		
AE 1.1, AE 1.3, AE 2.1, AE 2.3, AE 3.1, AE 3.3, AE 4.1, AE 4.3, AE 5.1, AE 5.3, AE 6.1, AE 6.2, AE7.1, AE7.2, AE8.1 AE 8.2		
Ergänzung West- und Südseite aus Weiter Abstrombereich		
B200, B213, B214, B12		
Ergänzung Westseite aus Kontrollbereich		
B224		
Weiter Abstrombereich		
AW 1.1, AW 1.3, AW 2.1, AW 2.3, AW 3.1, AW 3.3, AW 4.1, AW 4.3,		
Kontrollbereich		
K 1.1, K 1.3		

Hydrochemisches Monitoring Herbst

Bereiche / Messstellen	Parameterumfang	
Anstrombereich	Grundprogramm Vor-Ort-Parameter; pH; elektrische Leitfähigkeit; Redoxspannung, Sauerstoffgehalt; Säurekapazität; Geruch; Aussehen; Trübung; Ausgasung; Kationen Natrium; Kalium; Calcium; Magnesium Anionen: Chlorid; Sulfat; Bromid; Hydrogenkarbonat	Aromatische Einzelstoffe: Naphthalin; Phenol u. Kresole; PAK
AN 4.1, AN 4.2, AN 1.1N, AN 1.2N,		
Altlastbereich		
AL3.1, AL 3.2, AL 5.1, AL 5.2,		
Enger Abstrombereich		
AE 5.1, AE 5.3 AE 6.1, AE 6.2 AE7.1, AE7.2, AE8.1		
Weiter Abstrombereich		
B213, B214, B12		
Kontrollbereich		
B 224		

Abbildung 10: Empfehlungen zur Änderung des Langfristmonitorings Hydrochemie Jahresmessungen

5.2.4 Deponiegas

Wie in Kap. 4.4 dargelegt, zeigt der dauerhafte Passivbetrieb des Entgasungssystems im Verlauf der letzten sieben Jahre ein verlässliches Rückhaltevermögen für schwefelorganische Verbindungen und Lösemittel. Die für die Überwachung der Emission von Gasen in die Außenluft formulierten Grenzwerte werden ausnahmslos eingehalten und unkontrollierte Methanausgasungen über die Oberfläche der gesicherten Deponie oder geruchliche Auffälligkeiten wurden bislang nicht detektiert.

Das bestehende Gasmonitoring besteht vor allem aus der Überwachung des Gasstroms vor und nach dem Aktivkohlefilter am Gasdom. Dort, am höchsten Punkt der Altlast, befindet sich die einzige Entgasungseinrichtung, an die das gesamte Entgasungssystem angeschlossen ist. Neben der vierteljährlichen analytischen Kontrolle handelt es sich um die Datenerfassung zur kontinuierlichen Emissionsüberwachung am Gasdom sowie um Maßnahmen zur flächenhaften Kontrolle der Entgasung.

Aufgrund der langjährig nachgewiesenen störungsfreien Funktionalität des Passivbetriebes hält es das Bewertungsgremium für angemessen, die bislang vierteljährlich durchgeführte Analytik (vor-Ort und Laboruntersuchungen) auf ein halbjährliches Intervall zu verändern. Aus der bisherigen Probenahme lässt sich einerseits ableiten, dass eine vierteljährliche Probenahme luftdruckbedingt nicht immer zweckmäßig durchgeführt werden kann („Ein-/Ausatmen“ des Deponiekörpers). Eine Probenahme bei günstigeren klimatischen Verhältnissen im Mai und September ist hier somit auch aus technischer Sicht als zielführender zu erachten.

Die Überwachung des Deponiegases vor Ort durch kontinuierliche Messeinrichtungen am Gassammelbalken und Gasdom ist grundsätzlich beizubehalten. Hierdurch wird die Bewertung der ein- und austretenden Volumenströme und die Ermittlung und Einordnung der Methanfracht ermöglicht. Aufgrund der technischen Störungsanfälligkeit der zurzeit noch betriebenen GasClam®-Einheit könnte trotz des hiermit verbundenen Verzichtes auf die Erfassung von Sauerstoff und Kohlendioxid ein weniger empfindlicher Methansensor eingebaut werden. Ein Erkenntnisverlust ergibt sich hieraus nicht.

Aufgrund des bislang störungsfreien Betriebes kann nach Ansicht des Bewertungsgremiums auf die vierzehntägige Gasanalytik des Rohgases am Gasdom und hinter der Filteranlage verzichtet werden. Hier reicht eine monatliche organoleptische Funktionskontrolle aus.

Die aufwändigen Beprobungen einer Auswahl von Gasbrunnen in rd. 6-wöchentlichen Abständen waren während der Phasen der Untersuchungen zur Systemdynamik sowie in der Einfahrphase des Passivbetriebes wichtig und lieferten interessante Ergebnisse über die Funktionalität. Nachdem sich der Passivbetrieb als ausreichend funktional und sicher gezeigt hat, sind diese Untersuchungen aus Sicht des Bewertungsgremiums in den bisherigen engen Intervallen nicht mehr notwendig. Die Beibehaltung der halbjährlichen Kontrolle aller Gasbrunnen auf die Parameter (Druck, Methan, Sauerstoff, Kohlendioxid und H₂S) wird als ausreichend betrachtet.

Die Oberfläche der gesicherten Altlast wurde ab 2016 jährlich, davor halbjährlich durch FID-Begehungen auf mögliche Methangasaustritte überprüft. Vom Bewertungsgremium wird alternativ eine halbjährliche Sichtkontrolle als ausreichend betrachtet, da die Oberflächenabdichtung dauerhaft elektrisch überwacht wird und Methanaustritte sich schnell durch Aufwuchsschäden identifizieren lassen und organoleptisch erkennbare Gasaustritte durch FID-Begehungen nicht aufgespürt werden können. Die Durchführung einer umfassenden FID-Begehung im Rahmen der 5-jährlichen Statusuntersuchung wird als Vergleichsmessung nach wie vor für zweckmäßig gehalten.

Die empfohlenen Änderungen im Langfristmonitoring sind im Vergleich zum bestehenden Monitoring in der nachfolgenden Abbildung auf der Basis der Tabellen der Dokumentation /Pelzer 2018/ kenntlich gemacht.

Änderungen im Langfristmonitoring	
Überwachung des Deponiegases im Rahmen des vierteljährlichen Monitorings (vor-Ort- und Laboruntersuchungen) halbjährlich	
Bereiche / Messstellen	Parameterumfang
Gasdom mit Filteranlage Die Probenahme erfolgt am Gasdom vor (GD1) und hinter (GD2) dem Aktivkohlefilter	Vor-Ort-Parameter: Temperatur, Druck, Wassergehalt, Methan, Sauerstoff, Kohlendioxid, Schwefelwasserstoff Laboranalytik: Methan, Sauerstoff, Kohlendioxid, Stickstoff, Gesamtkohlenstoff, H ₂ S gemessen als Sulfidschwefel, Methanthiol, Dimethylsulfid, Dimethyldisulfid, Vinylchlorid, 1,1-Dichlorethen, Dichlormethan, Toluol sowie weitere LCKW / FCKW und BTEX

Abbildung 11: Empfehlungen zur Änderung des Langfristmonitorings Deponiegas

Überwachung des Deponiegases (Passivbetrieb) durch technische Einrichtungen und vor-Ort-Messungen

Bereiche / Messstellen	Parameterumfang
Gassammelbalken	
kontinuierlich**	Druck
Gasdom Rohgas (GD1)	
kontinuierlich**	Druck, Strömungsgeschwindigkeit, Volumenstrom (errechnet), Methan, Sauerstoff, Kohlendioxid
vierzehntägig	Methan, Sauerstoff, Kohlendioxid, H₂S*
Gasdom hinter Filteranlage (GD2)	
vierzehntägig monatlich	Methan, Sauerstoff, Kohlendioxid, H₂S* , Funktionskontrolle Geruch im Umfeld
Gasbrunnen	
8 x jährlich (etwa 6-wöchig)	
GB1, GB2, GB5, GB7, GB13, GB15, GB16, GB17, GB18, GB21, GB24, GB26, G1, K1	Druck, Methan, Sauerstoff, Kohlendioxid, H₂S*
halbjährlich	
GB1 bis GB26, G1, K1	Druck, Methan, Sauerstoff, Kohlendioxid, H ₂ S*
Oberfläche der gesicherten Altlast	
halbjährlich, ab 2016 jährlich	Sichtkontrolle
FID-Begehung der Altlast und der Referenzfläche im Raster 15 m x 15 m nur zur 5a-Statusuntersuchung	Brennbare Kohlenwasserstoffe (Methan), Geruch, Bewuchsschäden. Systematische Kontrolle auf Gasaustritte, die bei lokal zunehmendem Gasdruck auftreten könnten. Insbesondere unter Einbeziehung eines erweiterten Randbereichs (potentieller Austritt über Dichtwandkopf).

Abbildung 12: Empfehlungen zur Änderung des Langfristmonitorings Deponiegas

5.2.5 Oberflächenwasser, Sedimente und Setzungen

5.2.5.1 Oberflächenwasser

Die Probenahme und die Analytik des Oberflächenwassers erfolgt bislang an den Messstellen:

- P 8 (Ils direkt oberhalb der Einleitungsstelle),
- P 9 (Ils direkt unterhalb der Einleitungsstelle) und
- P 30 (Kontrolle der Entwässerung des Lusekamps)

in vierteljährlichen und halbjährlichen Intervallen. Bislang haben sich aus den Ergebnissen keine Auffälligkeiten ableiten lassen. Die vorgegebenen Überwachungswerte wurden stets eingehalten. Das Bewertungsgremium hält es daher für gerechtfertigt,

die bislang jährlich durchzuführende umfangreichere Analytik auf die 5-jährige Statusuntersuchung zu beschränken.

Zur genauen Überwachung reicht die bestehende vierteljährliche Analytik vollständig aus und sollte daher beibehalten werden. Wasserrechtliche Verpflichtungen außerhalb des Monitorings sind hierbei zusätzlich zu beachten und in die Ergebnisse einzubeziehen.

Änderungen im Langfristmonitoring

Monitoring Oberflächenwasser		
Messstellen	Parameterumfang vierteljährlich	zusätzlicher Parameterumfang jährlich 5-a
P8 P9 P30	Vor-Ort-Parameter: Färbung, Trübung, Geruch, pH, elektrische Leitfähigkeit Anionen: Chlorid, Sulfat Summenparameter: abfiltrierbare Stoffe, DOC, AOX <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; width: fit-content;">Beachtung zusätzlicher Pflichten der wasserrechtlichen Erlaubnis</div>	Vor-Ort-Parameter: Sauerstoffgehalt, Laboranalytik: Säurekapazität, Basekapazität, Cyanid _{ges.} , Sulfid Kationen Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium; Nitrit, Nitrat, Ammonium, Eisen _{ges.} , Mangan _{ges.} Summenparameter: BSB ₅ , Kohlenwasserstoffe, Phenolindex

Abbildung 13: Empfehlungen zur Änderung des Langfristmonitorings Oberflächenwasser

5.2.5.2 Sedimente

Das Monitoring der Sedimente erfolgt bislang an sechs Probenahmestellen im Umfeld sowie im IIs-Anstrom und IIs-Abstrom der Altlast SAD Münchehagen.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen die Verlagerung der vor der Sicherung der Altlast in den Straßenseitengraben und die IIs gelangten Dioxin-Restbelastung sowie Störeinflüsse durch erneuten Sedimenteintrag infolge von Strassenunterhaltungsmaßnahmen. Diese Untersuchungen waren sinnvoll, um den Ist-Zustand vor der Sicherung ausreichend belastbar erkunden und neue altlastspezifische Störeinflüsse ausschließen zu können. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ergibt sich kein altlastrelevanter Erkenntniszuwachs mehr durch die Fortführung des Sedimentmonitorings im jetzigen Umfang. Die Betrachtung sollte sich somit zukünftig auf die Betrachtung des Ablaufes

der Entwässerung der Altlast Münchehagen (Sed 5) beschränken. Die übrigen Sedimentfallen (Sed 2, Sed 3, Sed 7 und Sed 14) sind im Rahmen der 5-jährigen Statusuntersuchung zu beproben, um die bisherigen Ergebnisse zu verifizieren. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Sedimentfallen für den notwendigen Sammelzeitraum rechtzeitig wieder eingebaut werden.

Die Ergebnisse der unabhängig vom vertraglichen Monitoring durch das Land Nordrhein-Westfalen untersuchten Messstelle Sed 16 sind in die weitere Bewertung nach wie vor einzubeziehen.

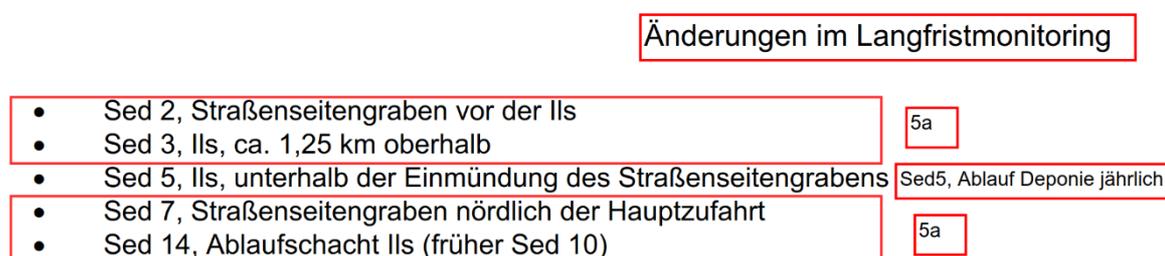


Abbildung 14: Empfehlungen zur Änderung des Langfristmonitorings Sediment

5.2.5.3 Oberflächenabdichtung

Die halbjährliche Kontrolle der Oberflächenabdichtung wird seit Beginn mit dem System GEOLOGGER der PROGEO Monitoring GmbH durchgeführt und funktioniert fehlerlos. Bislang konnten keine Schäden an der Oberflächenabdichtung detektiert werden. Das Monitoring ist in der bestehenden Form beizubehalten.

5.2.5.4 Deponiesetzungen

Die Deponiesetzung ist nach den Daten der letzten Jahre weitestgehend zum Erliegen gekommen. Die Setzungsmessungen werden daher nur noch anlässlich der Statusuntersuchungen durchgeführt. Im Jahr 2018 lagen die Unterschiede zu 2013 in der Größenordnung von 5 mm. Eine im Jahr 2016 erstmals vermessene Bodensenke im Bereich der Altdeponie wurde neu vermessen. Dort ist zurzeit die Setzung noch nicht zum Stillstand gekommen.

Das Bewertungsgremium hält eine Setzungskontrolle im bisherigen 5-Jahres-Intervall zu den Statusuntersuchungen auch zukünftig für ausreichend.

Durch halbjährliche Sichtkontrollen im Rahmen des Gasmonitorings sind darüber hinaus eventuelle lokalen Setzungen zu ermitteln, die separat einzumessen und in engeren Abständen zu vermessen sind, bis die dortige Setzung zum Stillstand gekommen ist. Dies gilt auch für die im Jahr 2016 vermessene Bodensenke.

5.2.6 Berichtswesen und Kommunikation

Aus den vorangegangenen Kapiteln 5.1 - 5.2.5 wird deutlich, dass sich im Langfristmonitoring das halbjährliche, jährliche und 5-jährliche Intervall als die orientierenden Zeitachsen zur Datenerhebung darstellen werden.

Aufgrund der ausreichend guten Kenntnisse über das hydrochemisch und hydraulisch dynamische Systemverhalten kann der bislang umfassende Jahresbericht aus Sicht des Bewertungsgremiums deutlich abgereichert werden und sollte sich auf die Betrachtung der Beobachtungsschwerpunkte und dortige relevante hydraulische und hydrochemische Änderungen konzentrieren. Die Ergebnisse sollten in Form eines Kurzberichtes kommentiert und dem Bewertungsgremium sowie den Vertragsparteien zur Verfügung gestellt werden. Ein Jahresgespräch mit der ZUS AGG und deren Gutachter sowie die Beibehaltung der Jahressitzung mit Darstellung der Situation der gesicherten Altlast SAD Münchehagen werden weiterhin als sinnvoll und notwendig erachtet.

Sollten im Zusammenhang mit den durchzuführenden regulären Jahresmessungen relevante Abweichungen von den Ergebniserwartungen eintreten, die möglicherweise einen Handlungsbedarf nach sich ziehen könnten (z. B. Neubau einer Messstelle, signifikante Konzentrationserhöhung eines relevanten Parameters), so sind die Ergebnisse kurzfristig und unabhängig von der Jahressitzung mit dem Bewertungsgremium und gegebenenfalls mit den Vertragsparteien zu erörtern und Maßnahmen, soweit erforderlich, abzustimmen (Nachbeprobung, Neuerrichtung Messstelle etc.).

Es wird als zielführend angesehen, dass hierzu ein klar strukturiertes, effizientes monitoringbasiertes Informations- und Warnsystem erarbeitet wird, um eventuelle Veränderungen von Parametern im Zeitablauf des auf Jahrzehnte auszulegenden Langfristmonitorings präzise einordnen und bewerten zu können, um die Kommunikation und Abstimmung über eventuell erforderliche Maßnahmen untereinander zu erleichtern und zu objektivieren (Ampelkarte). Zur Erarbeitung eines Warnsystems kann u. a. auf das bereits vorliegende Konzept der Systembeobachtungswerte (Statusbericht 2004) zurückgegriffen werden.

Die Ergebnisse der umfassenden 5-jährlichen Statusuntersuchung wiederum sollten in der bewährten umfassenden Form aufbereitet, interpretiert und dargestellt werden. Hierzu wären im Jahre der Statusuntersuchung mehrere Besprechungen des Bewertungsgremiums zu Erstellung eines Statusberichtes sowie eine umfangreichere Jahressitzung erforderlich.

5.3 Zusammenfassende Empfehlung und Validierungsphase

Das Bewertungsgremium empfiehlt die Validierung des Umsetzungsvorschlages für das Langfristmonitoring in einer 2-jährigen Validierungsphase. Anhand der hier vorgestellten Empfehlungen wird die ZUS AGG gebeten, ein detailliertes Konzept und einen Umsetzungsplan für das Langfristmonitoring zu erarbeiten. Das Konzept sollte in der Jahressitzung 2019 mit den Vertragsparteien endgültig beschlossen werden.

Im Zeitraum 2019 und 2020 sollte auf der Grundlage eines testweisen Parallelbetriebes eine Validierung des Langfristmonitorings erfolgen. Das Bewertungsgremium regt hierzu an, das bestehende Monitoring dahingehend zu modifizieren, dass alle Anforderungen des Langfristmonitorings abgebildet werden. Als Ergänzung zu den Jahresberichten 2019 und 2020 ist eine eigenständige Bewertung nur auf der Grundlage der Ergebnisse des Langfristmonitorings zu erarbeiten. Die Ergebnisse sind im Hinblick auf die Erkenntnistiefe mit denen des bisherigen Monitorings zu vergleichen, um eventuelle Lücken aufzeigen zu können. Ergeben sich keine Erkenntnis- oder Bewertungslücken, sollte das Langfristmonitoring im Anschluss bis zur nächsten Statusuntersuchung allein durchgeführt werden. Die Ergebnisse der nächsten Statusuntersuchung 2023 sind wiederum durch einen Statusbericht des Bewertungsgremiums zu ergänzen, in dem die Tauglichkeit des Langfristmonitorings abschließend auf den Prüfstand genommen werden sollte.

6 Zusammenfassung und Empfehlungen

6.1 Sicherungselemente

Wie in den vorangehenden Kapiteln dargelegt, liegen auch für den Zeitraum bis 2018 keine Hinweise auf eine technische Dysfunktionalität der Dichtwand vor. Ein Schadstoffaustrag aus der gesicherten Altlast ist weiterhin nicht erkennbar.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist daher die Nachrüstung weiterer Sicherungselemente nicht erforderlich.

Eine belastbare Prognose, dass ein Stoffaustrag auch mittel- und langfristig für die Zukunft mit Sicherheit auszuschließen sein wird, kann zurzeit wegen der sehr langfristigen Prozesse der Schadstoffverlagerung nicht gegeben werden. Damit ist es derzeit auch nicht möglich, eine endgültige Aussage über die Verzichtbarkeit weiterer Sicherungselemente zu treffen, so dass auf unbestimmte Zeit eine Überwachung der gesicherten Altlast SAD Münchehagen zwingend erforderlich ist und ein dafür geeignetes leistungsfähiges Monitoring durchgeführt werden muss.

6.2 Empfehlungen zum Monitoring

Die dynamischen Prozesse innerhalb des umschlossenen Bereiches haben sich im Laufe der Jahre soweit stabilisiert, dass für die Folgezeit von einem stabilen und prognostizierbaren dynamischen Gleichgewicht ausgegangen werden kann. Daher ist aus fachlicher Sicht der Übergang in ein Langfristmonitoring zulässig. Die Bedingungen zur Prüfung der Konzeption für ein Langfristmonitoring sind daher erfüllt.

Aufgrund der langdauernden Prozesse der Schadstoffverlagerung kann auch mittel- bis langfristig ein Schadstoffaustrag nicht ausgeschlossen werden.

Das Bewertungsgremium hat ausgehend von den in Kapitel 5 dargelegten Grundlagen Randbedingungen und Herangehensweisen für die Konzeption eines Langfristmonitorings vorgegeben, die abgestimmt und in ein endgültiges Konzept umgesetzt werden sollen. Im Verlauf einer mehrjährigen Validierungsphase ist das abgestimmte Konzept des Langfristmonitorings in seiner Aussagekraft mit dem aktuellen Monitoring zu vergleichen, bevor es als Basis für das endgültige Monitoring angenommen werden kann.

Entsprechend der Empfehlungen in Kapitel 5.3 sollte im Zeitraum 2019 und 2020 auf der Grundlage eines testweisen Parallelbetriebes eine Validierung des Langfristmonitorings erfolgen. Das Bewertungsgremium regt hierzu an, dass bestehende Monitoring entsprechend der Empfehlungen in Kapitel 5.2 zu modifizieren.

Darüber hinaus gibt das Bewertungsgremium folgende ergänzende Empfehlungen zur Durchführung des weiteren Monitorings und zur Interpretation der Ergebnisse:

- **Dimethylchloroacetal:**
Es wird empfohlen, Informationen zur toxikologischen Bewertung und zum Umweltverhalten von Dimethylchloroacetal einzuholen.
- **Methan:**
Die Differenzierung zwischen geogenem Hintergrund und deponiebürtigen Methanemissionen ist vertiefend zu betrachten.
- **Kohlenwasserstoff-Verbindungen:**
Die beiden Screening-Untersuchungen 2018 festgestellten bisher unbekanntem Kohlenwasserstoff-Verbindungen sind, soweit möglich, zu identifizieren.
- **Lithium:**
Die Tracer-Substanz ist in allen Messstellen weiter zu beobachten. Zur Ausgliederung des geogenen Hintergrunds sind ergänzende Auswertungen zum Salzwasseraufstieg vorzunehmen.
- **Ergänzung der Statusuntersuchung 2018:**
Als Ergänzung zur Statusuntersuchung 2018 werden Untersuchungen aller Gasbrunnen auf ausgewählte Parameter (zumindest mit Einzelparametern, insbesondere Lithium, Bromid, Sulfat, Methan, Dimethylchloroacetal) im Frühjahr 2019 empfohlen.
- **Grundwassermessstellen:**
Die Funktionstüchtigkeitsprüfungen der Messstelle AL 6.2 und AE 1.1 sind durchzuführen.
- **Informations- und Warnsystem:**
Bis spätestens zum nächsten Statusbericht 2023 sollte ein monitoringbasiertes Informations- und Warnsystem entwickelt und eingeführt werden.

Danksagung

Das Bewertungsgremium dankt den Vertretern der Vertragsparteien für das anhaltende Interesse und die aufmerksam-kritische Begleitung der Arbeit des Bewertungsgremiums. Die Mitglieder des Bewertungsgremiums haben das Vertrauen, das von Seiten der Vertragsparteien in die gemeinsame Arbeit gesetzt wurde und dem Gremium insgesamt spürbar entgegengebracht wurde, als Privileg, aber zugleich auch als besondere Verpflichtung in der Erfüllung ihres Auftrages empfunden.

Das Bewertungsgremium dankt weiterhin den Vertretern der NGS und der von ihnen beauftragten Ingenieurbüros für den stets fairen und kollegialen Umgang im kritischen fachlichen Dialog, für das Entgegenkommen bei der Erfüllung von besonderen Anforderungen an Datenlieferungen und Datenaufbereitungen, sowie für die konstruktive Umsetzung der vom Bewertungsgremium gegebenen Empfehlungen in den letzten Jahren. Dieser Dank richtet sich in besonderer Weise an Herrn Jörg Rüdiger, Herrn Dr. Jochen Schulze-Rickmann, Herrn Henning Schröder, Herrn Holger Wackerhage sowie an Herrn Dr. Guido Pelzer.

Der Dank richtet sich auch an Frau Susanne Heuer, Herrn Jörg Rospunt und Herrn Elmar Schierz als Vertreter der ZUS AGG beim Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim für die im ersten Jahr ihrer Zuständigkeit für die Projektsteuerung und Betreuung der Altlast SAD Münchehagen geleistete Arbeit und für die konstruktive Fortsetzung der Zusammenarbeit mit dem Bewertungsgremium.

Bielefeld – Hannover – Lüneburg, im Mai 2019

Christian Poggendorf

Frank Schmidt

Meinfried Striegnitz
(Vorsitzender)

Quellenverzeichnis

Ziffer Quelle

- /1/ Vereinbarung zwischen dem Land Niedersachsen, der Stadt Rehburg-Loccum, der Stadt Petershagen und der Samtgemeinde Niedernwöhren vom 29.4.1999 (sowie der später der Vereinbarung beigetretenen Anwohnergemeinschaft), zuletzt ergänzt und verlängert am 17.5.2011
- /2/ Freistaat Sachsen
Landesamt für Umwelt und Geologie
Bewertungshilfen bei der Gefahrenverdachtsermittlung in der Altlastenbearbeitung
Teil A: Orientierungswerte zur Ermessensausübung sowie Prüf- und Maßnahmenwerte (Aktualisierung)
Dresden, November 2008
- /3/ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA):
Unterausschuss „Geringfügigkeitsschwellen“ des Ständigen LAWA-Ausschusses
„Grundwasser und Wasserversorgung“:
Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen für das Grundwasser
Stand: 30.9.2004, veröffentlicht im Dezember 2004
- /3a/ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA (2017): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser – Aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016, Stuttgart
- /4/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG) vom 17. März 1998
- /4a/ Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 31 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist
- /5/ Büro Geowissenschaften und Umwelt (2004): Gesicherte Altlast SAD Münchehagen – Ergebnisdarstellung Grundwassermonitoring / Abschlussbericht 2004, Gutachten, November 2004, Barsinghausen.
- /6/ Geo-Infometric, 1997: Altlast Münchehagen, Sicherungsmaßnahmen, Modellrechnung zur Entwurfsplanung der hydraulischen Systeme – Ergebnisbericht, Hildesheim
- /6a/ Geo-Infometric (1997): Altlast Münchehagen Sicherungsmaßnahmen – Sonderfachingenieure Hydrogeologie – Ergänzende hydraulische Modellrechnungen zur Entwurfs- und Genehmigungsplanung der seitlichen Umschließung und Oberflächenabdichtung: „Relative Grundwasserspiegel-Änderungen durch die Dichtwand“ – Kurzbericht erstellt im Auftrag des Staatlichen Amtes für Wasser und Abfall, Sulingen
- /7/ GeoUm, 1999: Sicherungsbegleitende, hydraulische Grundwasserüberwachung, Gutachten im Auftrage der ASG, Barsinghausen
- /8/ Geo-Infometric, 2004: Modellierungsarbeiten zur Unterstützung der Bewertung des Sicherungserfolges der Altlast SAD Münchehagen – Ergebnisbericht, Hildesheim

- /9/ Dr. Pelzer und Partner
Gesicherte Altlast Münchehagen: Kurzbericht über den Stand der Untersuchungen zur Systemdynamik – Versuchsabschnitt 2; Hildesheim 04.06.2008
- /10/ Bewertungsgremium Münchehagen:
Empfehlung zur weiteren Untersuchung der Systemdynamik und zur Einteilung in Versuchsabschnitte; vorgelegt zur gemeinsamen Sitzung mit den Vertragsparteien vom 13.12.2007
- /11/ IBE Dr. Born – Dr. Ermel Ingenieurbüro für Verfahrenstechnik / GeoUm Büro für Geowissenschaften und Umwelt; Konzeption eines Überwachungssystems; unveröffentlichter Bericht 1998
- /11a/ GeoUm Büro für Geowissenschaften und Umwelt (1998): Grundlagen und Verfahrensvorschläge für das Grundwassermonitoring. – Erstellt im Auftrag der IBE Dr. Born & Dr. Ermel GmbH
- /12/ Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie: Ermessensleitende Kriterien bei der Bearbeitung altlastbedingter Grundwassergefahren und –schäden, GeoBerichte 22, Hannover 2012
- /13/ Schlömer et al. (in Vorbereitung): Methanotrophy and Secondary Process in Fractured Cretaceous Claystones Influenced by a Former Remediation Site.
- /14/ Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (1988): Die Struktur des geologischen Untergrundes im Umfeld der Sonderabfalldeponie Münchehagen. Bericht im Auftrag des Landkreises Nienburg, November 1988
- /15/ Fritz, J., Maier, J., Röttgen, K.P. (1994): Hydrogeologie und Grundwasserbeschaffenheit im Bereich der Altlast Münchehagen. – in Dörhöfer G., Thein J., Wiggering H. (eds) Altlast Sonderabfalldeponie Münchehagen. Umweltgeologie heute, 4 39-51 Ernst & Sohn, Berlin
- /16/ PanGeo (1996): Altlast Münchehagen, Risikoabschätzung (Phase 2 der Risikoabschätzung)
- /17/ Lege, T., Kolditz, O., Zielke, W. (1996): Strömungs- und Transportmodellierung. – Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten, Band 2
- /18/ Höll, K.: Wasser: Nutzung im Kreislauf; Hygiene, Analyse und Bewertung. 8. Auflage, de Gruyter, Berlin, 2002
- /19/ GeoUm Büro für Geowissenschaften und Umwelt (2002): Gesicherte Altlast SAD Münchehagen – Vertiefende Ausarbeitung zur Hydrogeologie der Verwerfungszone im nördlichen Altlastbereich – Oktober 2002
- /20/ GeoUm Büro für Geowissenschaften und Umwelt (2004): Gesicherte Altlast SAD Münchehagen Ergebnisdarstellung Grundwassermonitoring Abschlussbericht 1999-2004, November 2004
- /21/ NGS (2014): Betriebliche und technische Maßnahmen zur Umsetzung der Empfehlungen aus dem Bericht zur Bewertung der Umweltsituation und der Wirksamkeit der Maßnahmen zur Sicherung der ehemaligen Sonderabfalldeponie Münchehagen und Handlungsempfehlungen -Statusbericht 2013 des Bewertungsgremiums

- /22/ Dr. Pelzer und Partner (2014): Aktualisierung der Gefährdungsabschätzung Lusekamp - Bericht vom 25.08.2014
- /22a/ Dr. Pelzer und Partner (2015): Ergänzende Stellungnahme zum Lusekamp - Bericht vom 09.05.2015
- /23/ Dr. Pelzer und Partner (2014): Vorkonzept für die Durchführung von hydraulischen Tests unter Einbeziehung von Tracersubstanzen, gesicherte Altlast SAD Münchehagen. – Bericht vom 08.09.2014
- /24/ Dr. Pelzer und Partner (2015): Konzept und Erläuterungsbericht zum wasserrechtlichen Antrag zur Durchführung von Markierungsversuchen in der Nord-Ost-Ecke der gesicherten Altlast SAD Münchehagen – Bericht vom 23.02.2015
- /25/ IB Richter Beratende Ingenieure (2015): Gesicherte Altlast SA Münchehagen – Änderung der Oberflächenwasserbewirtschaftung – Änderungsanzeige- 22.04.2015
- /26/ Dr. Pelzer und Partner (2015): Projekt: Grundwassermonitoring SAD Münchehagen. Ergänzende Stellungnahme zum Lusekamp - Bericht vom 09.05.2015
- /27/ Verordnung über Deponien und Langzeitlager – DepV vom 27. September 2017
- /28/ Grundsätze zur Entlassung von Deponien aus der Nachsorge; Arbeitspapier des LAGA ATA Ad-hoc Ausschusses „Entlassung von Deponien aus der Nachsorge“; Mai 2018
- /29/ Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (KrWG) vom 20. Juli 2017

Berichte Bewertungsgremium:

Kurzbezeichnung	Quelle
/Bericht 2004/	Bewertungsgremium Altlast SAD Münchehagen (2004): Bericht zur Bewertung der Umweltsituation und der Wirksamkeit der Maßnahmen zur Sicherung der ehemaligen Sonderabfalldeponie Münchehagen und Handlungsempfehlungen - Statusbericht 2004 des Bewertungsgremiums, Bielefeld – Gehrden – Hildesheim (12/ 2004)
/Bericht 2008/	Bewertungsgremium Altlast SAD Münchehagen (2008): Bericht zur Bewertung der Umweltsituation und der Wirksamkeit der Maßnahmen zur Sicherung der ehemaligen Sonderabfalldeponie Münchehagen und Handlungsempfehlungen - Statusbericht 2008 des Bewertungsgremiums, Bielefeld – Gehrden – Hildesheim (12/ 2008)
/Bericht 2013/	Bewertungsgremium Altlast SAD Münchehagen (2013): Bericht zur Bewertung der Umweltsituation und der Wirksamkeit der Maßnahmen zur Sicherung der ehemaligen Sonderabfalldeponie Münchehagen und Handlungsempfehlungen -Statusbericht 2013 des Bewertungsgremiums. – Dezember 2013

Monitoringkonzepte:

/Monitoringkonzept 2005/	Dr. Pelzer und Partner (2005): Konzept für die hydrochemische und hydraulische Überwachung der gesicherten Altlast SAD Münchehagen bis zum Jahr 2008
/Monitoringkonzept 2009/	Dr. Pelzer und Partner (2009): Konzept für die Überwachung der gesicherten Altlast SAD Münchehagen ab 2009
/Monitoringkonzept 2014/	Dr. Pelzer und Partner (2014): Konzept für die Überwachung der gesicherten Altlast SAD Münchehagen ab 2014; Konzept vom 17.04.2014

Ergebnisberichte Monitoring:

/Pelzer 2005/	Gesicherte Altlast SAD Münchehagen - Ergebnisdarstellung Grundwassermonitoring Herbst 2004/ Frühjahr 2005, Hildesheim, den 21.11.2005
/Pelzer 2006/	Gesicherte Altlast SAD Münchehagen - Ergebnisdarstellung Grundwassermonitoring Herbst 2005/ Frühjahr 2006, Hildesheim, den 06.11.2006
/Pelzer 2007/	Gesicherte Altlast SAD Münchehagen - Ergebnisdarstellung Grundwassermonitoring Herbst 2006/ Frühjahr 2007, Hildesheim, den 31.10.2007
/Pelzer 2008/	Gesicherte Altlast SAD Münchehagen - Ergebnisdarstellung Grundwassermonitoring Herbst 2007/ Frühjahr 2008 und Stand der Untersuchungen zur Systemdynamik, Hildesheim, den 28.11.2008
/Pelzer 2009/	Gesicherte Altlast SAD Münchehagen - Ergebnisdarstellung Grundwassermonitoring Herbst 2008/ Frühjahr 2009 und Stand der Untersuchungen zur Systemdynamik, Hildesheim, den 05.12.2009
/Pelzer 2010/	Gesicherte Altlast SAD Münchehagen - Ergebnisdarstellung Grundwassermonitoring Herbst 2009/ Frühjahr 2010 und Stand der Untersuchungen zur Systemdynamik, Hildesheim, 11/ 2010
/Pelzer 2011/	Gesicherte Altlast SAD Münchehagen - Ergebnisdarstellung Grundwassermonitoring Herbst 2010/ Frühjahr 2011 und 2. Halbjahresbericht zur Systemdynamik (Versuchsabschnitt 4), Hildesheim, 11/ 2011
/Pelzer 2012/	Gesicherte Altlast SAD Münchehagen - Ergebnisdarstellung des Monitorings Herbst 2011/ Frühjahr 2012 und 4. Halbjahresbericht zur Systemdynamik (Versuchsabschnitt 4), Hildesheim, 11/ 2012
/Pelzer 2013/	Gesicherte Altlast SAD Münchehagen - Ergebnisdarstellung des Monitorings Herbst 2012/ Frühjahr 2013 und 6. Halbjahresbericht zur Systemdynamik (Endbericht Versuchsabschnitt 4), Hildesheim, 21.11.2013

/Pelzer 2014/	Gesicherte Altlast SAD Mönchehagen - Ergebnisdarstellung des Monitorings Herbst 2013/ Frühjahr 2014, Hildesheim, 26.12.2014
/Pelzer 2015/	Gesicherte Altlast SAD Mönchehagen - Ergebnisdarstellung des Monitorings Herbst 2014/ Frühjahr 2015, Hildesheim, 11/ 2015
/Pelzer 2016/	Gesicherte Altlast SAD Mönchehagen - Ergebnisdarstellung des Monitorings Herbst 2015/ Frühjahr 2016, Hildesheim, 12.12.2016
/Pelzer 2017/	Gesicherte Altlast SAD Mönchehagen - Ergebnisdarstellung des Monitorings Herbst 2016/ Frühjahr 2017, Hildesheim, 30.11.2017
/Pelzer 2018/	Gesicherte Altlast SAD Mönchehagen - Ergebnisdarstellung des Monitorings Herbst 2017/ Frühjahr 2018, Hildesheim, 12.12.2018
/Pelzer 2019/	Gesicherte Altlast SAD Mönchehagen - Ergebnisdarstellung der ergänzenden Herbstbeprobungen 2018, Hildesheim, 24.01.2019
/Pelzer 2005-2018/	Verweis auf alle Ergebnisberichte 2005 bis 2018

Berichte zur Systemdynamik:

/Systemdynamik 2006/	Dr. Pelzer und Partner (2006): Gesicherte Altlast SAD Mönchehagen – Konzept zur Untersuchung der Systemdynamik
/Systemdynamik 2007/	Dr. Pelzer und Partner (2007): Gesicherte Altlast SAD Mönchehagen – Bericht über Untersuchungen zur Systemdynamik (Versuche und Ergebnisse: Versuchsabschnitt 1), Hildesheim, den 15.10.2007
/Systemdynamik 2008/	Dr. Pelzer und Partner (2008): Gesicherte Altlast SAD Mönchehagen – Kurzbericht über den Stand der Untersuchungen zur Systemdynamik (Versuchsabschnitt 2)
/Systemdynamik 2012/	Dr. Pelzer und Partner (2012): Gesicherte Altlast SAD Mönchehagen – 3. Halbjahresbericht Versuchsabschnitt 4, Hildesheim, 31.07.2012
/Systemdynamik 2013/	Dr. Pelzer und Partner (2013): Gesicherte Altlast SAD Mönchehagen – 5. Halbjahresbericht Versuchsabschnitt 4, Hildesheim, 12.07.2013

Dokumentationen:

/NGS Monitoring 2005/	Überwachung der gesicherten Altlast SAD Mönchehagen – Ergebnisdarstellung Monitoring - Oberflächenwasser, Sedimenten, Gas, Oberflächenabdichtung – Zeitraum April 2004 bis März 2005, Hannover 10/ 2005
-----------------------	---

/NGS Monitoring 2006/	Überwachung der gesicherten Altlast SAD Münchehagen – Ergebnisdarstellung Monitoring - Oberflächenwasser, Sedimenten, Gas, Oberflächenabdichtung – Zeitraum April 2005 bis März 2006, Hannover 10/ 2006
/NGS Monitoring 2007/	Überwachung der gesicherten Altlast SAD Münchehagen – Ergebnisdarstellung Monitoring - Oberflächenwasser, Sedimenten, Gas, Oberflächenabdichtung – Zeitraum April 2006 bis März 2007, Hannover 10/ 2007
/NGS Monitoring 2008/	Überwachung der gesicherten Altlast SAD Münchehagen – Ergebnisdarstellung Monitoring - Oberflächenwasser, Sedimenten, Gas, Oberflächenabdichtung – Zeitraum April 2007 bis März 2008, Hannover 10/ 2008
/NGS Monitoring 2009/	Gesicherte Altlast SAD Münchehagen – Dokumentation zum Grundwassermonitoring und zur Hydraulik – Zeitraum Oktober 2007 bis Oktober 2008, Hildesheim 05/2009, CD-Fassung
/NGS Monitoring 2010/	Gesicherte Altlast SAD Münchehagen – Dokumentation zum Grundwassermonitoring und zur Hydraulik – Zeitraum Oktober 2008 bis Oktober 2009, Hildesheim 03/2011, CD-Fassung
/NGS Monitoring 2011/	Gesicherte Altlast SAD Münchehagen – Dokumentation zum Grundwassermonitoring und zur Hydraulik – Zeitraum Oktober 2009 bis Oktober 2010, Hildesheim 04/2011, CD-Fassung
/NGS Monitoring 2012/	Gesicherte Altlast SAD Münchehagen – Dokumentation zum Grundwassermonitoring und zur Hydraulik – Zeitraum Oktober 2010 bis Oktober 2011, Hildesheim 11/2012, CD-Fassung
/NGS Monitoring 2013/	Gesicherte Altlast SAD Münchehagen – Dokumentation zum Grundwassermonitoring und zur Hydraulik – Zeitraum Oktober 2011 bis Oktober 2012, Hildesheim 02/2014, CD-Fassung
/NGS Monitoring 2014/	Gesicherte Altlast SAD Münchehagen – Dokumentation zur Überwachung von Grund- und Oberflächenwasser, Sedimenten und Gas, sowie zur Kontrolle der Oberflächenabdichtung und zur Hydraulik – Zeitraum Mai 2013 bis April 2014, Hildesheim, den 27.02.2015
/NGS Monitoring 2015/	Gesicherte Altlast SAD Münchehagen – Dokumentation zur Überwachung von Grund- und Oberflächenwasser, Sedimenten und Gas, sowie zur Kontrolle der Oberflächenabdichtung und zur Hydraulik – Zeitraum Mai 2014 bis April 2015, Hildesheim, den 30.10.2015
/NGS Monitoring 2016/	Gesicherte Altlast SAD Münchehagen – Dokumentation zur Überwachung von Grund- und Oberflächenwasser, Sedimenten und Gas, sowie zur Kontrolle der Oberflächenabdichtung und zur Hydraulik – Zeitraum Mai 2015 bis April 2016, Hildesheim, den 08.09.2016

/NGS Monitoring 2017/	Gesicherte Altlast SAD Münchehagen – Dokumentation zur Überwachung von Grund- und Oberflächenwasser, Sedimenten und Gas, sowie zur Kontrolle der Oberflächenabdichtung und zur Hydraulik – Zeitraum Mai 2016 bis April 2017, Hildesheim, den 30.11.2017
/NGS Monitoring 2018/	Gesicherte Altlast SAD Münchehagen – Dokumentation zur Überwachung von Grund- und Oberflächenwasser, Sedimenten und Gas, sowie zur Kontrolle der Oberflächenabdichtung und zur Hydraulik – Zeitraum Mai 2017 bis April 2018, Hildesheim, den 14.11.2018
/NGS Monitoring 2005-2018/	Verweis auf alle Dokumentationen 2005 bis 2018

Verzeichnis der Anlagen im Anhang

- Anlagen zu Kapitel 2: Protokolle der Sitzungen (2014 - 2018)
 Empfehlungen des Bewertungsgremiums (2014 - 2018)
- Anlage zu Kapitel 4: Gesamtsituation des Systems im Querschnitt
 (Anlage 1.3 aus /Pelzer 2018/)
- Anlagen zu Kapitel 5: Ableitung von Beobachtungsschwerpunkten für das
 Langfristmonitoring