

Neptune Energy in Deutschland

Ergänzung 2 zum Abschlussbetriebsplan Nr. HER 3/22

Titel:

Rückbau und Wiedernutzbarmachung der Deponie Brüchau; hier Standortsicherung

**Neptune Energy Deutschland GmbH
Ahrensburger Straße 1
30659 Hannover**

Hannover, 29.10.2024

Rev. 0



Steigerwald
Distriktleiter Ost



Schulz
Projektmanager

Inhalt

1	Allgemeine Angaben zum Objekt	7
1.1	Betriebsangaben.....	7
1.2	Standortangaben zur Betriebsfläche	7
2	Veranlassung / Zielstellung.....	8
3	Herleitung und Darstellung der geplanten Sicherungsalternative.....	10
4	Bewertung der Standortvoraussetzungen für eine Sicherung	13
5	Planung der Sicherungskubatur	16
5.1	Erkenntnisse zur Morphologie der Tongrube und Einfluss der historischen Tonabbauethodik auf die geplante Sohlkubatur	16
5.2	Geplante Kubatur für das Planum der Basisabdichtung.....	20
5.3	Maßnahmen zum Ausschluss verbleibender Restkontaminationen unterhalb der geplanten Dichtung.....	22
5.4	Kubatur der Oberflächenabdichtung.....	23
6	Geologische Barriere und Basisabdichtung.....	25
6.1	Geologische Barriere.....	26
6.2	Basisabdichtung.....	27
6.2.1	Basisabdichtung mineralische Abdichtungskomponente	27
6.2.2	Basisabdichtung Asphaltkomponente	28
6.2.3	Sickerwasserfassung.....	30
7	Oberflächenabdichtung.....	32
7.1	Dichtungsaufleger.....	33
7.2	Oberflächenabdichtung mineralische Abdichtungskomponente.....	34
7.3	Kunststoffdichtungsbahn	35
7.4	Dichtungskontrollsystem.....	36
7.5	Flächendränge.....	37
7.6	Rekultivierungsschicht.....	38
8	Langzeitverhalten der Sicherungselemente der Basis- und Oberflächenabdichtung ...	39
9	Entwässerung	40
9.1	Entwässerung während der Projektumsetzung	40

9.2	Niederschlagswasserfassung und -ableitung.....	41
10	Bauablauf zur Umsetzung der Sicherung der Deponie Brüchau	44
10.1	Erster Bauabschnitt Umlagerung des Deponats aus dem Verfüllabschnitt SO auf ein Zwischenlager.....	44
10.2	Zweiter Bauabschnitt Standortsicherung.....	46
11	Umgang mit Fremdeinlagerungen und Fremdstoffen	47
11.1	Fremdeinlagerungen.....	47
11.2	Fremdstoffe	48
12	Terminplan	49
13	Begleitender Arbeits- und Immissionsschutz	50
14	Nachsorge.....	51
14.1	Grundwassermonitoring.....	51
14.2	Abdichtungssystem.....	52
14.2.1	Setzungen.....	52
14.2.2	Deponiekontrollsystem.....	52
14.2.3	Rekultivierungsschicht und Bewuchs.....	52
14.3	Oberflächen- und Sickerwasserfassungen, -beprobungen.....	53

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Ausschnitt aus dem Bergmännischen Risswerk der Obertagedeponie Brüchau - Orthofoto.....	8
Abbildung 2:	Sicherungsalternative Deponie Brüchau: Aufbau des Sicherungssystems in Anlehnung DepV DKIII-Standard.....	12
Abbildung 3:	Aufgeschlossene geologische Barriere (Mergel ca. 2,5 m) in der Baugrube des Feststoffsedimentationssystems unmittelbar südlich des wasserüberdeckten Zentralbereichs.....	14
Abbildung 4:	Lage der Sondierungslokalationen (aus Präsentation Untersuchungsergebnisse OTD Brüchau vom 09.09.2020, CDM Smith).....	15
Abbildung 5:	Annahmen zur Mächtigkeiten des Geschiebemergels im Deponiebereich mit Ausweisung der Fehlstelle in der geologischen Barriere (aus Präsentation Untersuchungsergebnisse OTD Brüchau 09.09.2020, Fa. CDM Smith)	15
Abbildung 6:	Luftbild Tongrube Brüchau vor der Verfüllung 1969 mit Darstellung der Abbauverfahren (weiß umrandet Altbereich, gelb umrandet Abbau mit Eimerkettenbagger, grün umrandet Abbau mit Schaufelradbagger bzw. Löffelbagger), prognostizierten Höhenniveaus und Böschungsneigungen	18

Seite 3 von 54

Abbildung 7:	Beispiel historischer Tonabbau mit Eimerkettenbagger und Absetzer aus Fa. Randers Tegl Laumans: 125 Jahre Laumans; Die Historie: Der Tonabbau Link: https://www.youtube.com/watch?v=2gkCCdBTccg	19
Abbildung 8:	Geländemodell der rekonstruierten Tongrube Brüchau vor der Verfüllung 1972 auf Basis der vorhandenen Informationen	20
Abbildung 9:	Geophysikalisches Messprofil 4 mit farblicher Darstellung der spezifischen elektrischen Widerstände und den Sondierungstiefen der wasserseitigen Sondierungen W05, W07	21
Abbildung 10:	Geplante Grubensohle für die Sicherung der Deponie Brüchau; Geländemodell	22
Abbildung 11:	Schnittdarstellung der geplanten Grubensohle für die Sicherung der Deponie Brüchau in Verbindung mit der Darstellung der spezifischen elektrischen Widerstände (blau gering, rot hoch).....	22
Abbildung 12:	Geländemodell für die aufgemessene Geländeoberfläche im Bereich der Deponie Brüchau (Unterwassersohle im Zentralbereich und Restgrube sind mit Höhenniveaus dargestellt).....	24
Abbildung 13:	Geländemodell der gesicherten Deponie Brüchau (Oberfläche Rekultivierungsschicht) mit Darstellung des umgebenden Geländes (aktueller Zustand).....	25
Abbildung 14:	Geländemodell der gesicherten Deponie Brüchau mit Darstellung der aktuell geplanten Deponiesickerwasserfassung (Oberfläche Rekultivierungsschicht transparent).....	32
Abbildung 15:	Geländemodell Dichtungsaufleger der Deponie Brüchau.....	33
Abbildung 16:	Funktionsprinzip des Dichtungskontrollsystems der Fa. Progeo (Produktpräsentation)	37
Abbildung 17:	Darstellung des Geländemodells des geplanten Zwischenlagers mit Höhenniveaus .	41
Abbildung 18:	Detailquerschnitt der Sicherungselemente im Deponiefußbereich der Deponie Brüchau an Station 0+50	42
Abbildung 19:	Rekultivierungsschicht der Deponie Brüchau mit den Kontrollschächten im Bereich der Oberflächensickerwasserrigole.....	43
Abbildung 20:	Eingehauste Zwischenlager für hoch belastete Deponatchargen und für die Bereitstellung von separierten Fremdeinlagerungen	45
Abbildung 21:	Zwischenlagerkapazität	45
Abbildung 22:	Wasserüberdeckter Zentralteil.....	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Sanierungszielwerte unterhalb der geplanten Sicherungskubatur der Deponie Brüchau.....	23
Tabelle 2:	Anforderungen an Tragschichten (AC 16 T-DA), Dichtungsschichten (AC 11 D-DA) und Tragdichtungsschichten (AC 16 TD-DA) in Dichtungskomponenten aus Deponieasphalt (aus DGGT Güterichtlinie Abdichtungskomponenten aus Deponieasphalt)	29

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Standorteignung

Anlage 1.1: Bezirksstelle für Geologie beim Rat des Bezirkes Magdeburg, geologisches Gutachten; 04.10.1971

Anlage 1.2: Fugro, Auszug aus dem Abschlussbericht; 17.03.2006

Anlage 2: Ergebnisse Voruntersuchungen

Anlage 2.1: Bohrprofile Sondierungen im Deponiekörper 2019 durch CDM Smith

Anlage 2.2: Geoelektrik

Anlage 2.2.1: Lageplan mit Darstellung der geoelektrischen Profile

Anlage 2.2.2: Geophysikalische Messprofile 1-3

Anlage 2.2.3: Geophysikalische Messprofile 4-6

Anlage 2.2.4: Geophysikalische Messprofile 7-9

Anlage 2.2.5: Geophysikalische Messprofile 10-13

Anlage 3: Standort Brüchau Bestand (wird nachgereicht)

Anlage 3.1: Ausschnitt aus dem Bergmännischen Rißwerk
Obertagedeponie Brüchau inklusive Leitungsplan, M.: 1:500,
Z-Nr.: 2022-00-AM-084

Anlage 3.2: Ausschnitt aus dem Bergmännischen Rißwerk, M.: 1:500
Obertagedeponie Brüchau Orthofoto, M.: 1:500, Z-Nr.: 2022-00-AM-085

Anlage 4: Sicherungsplanung (wird nachgereicht)

Anlage 4.1: Lageplan Sohlkubatur - Auflager technische geologische Barriere,
M.: 1:500

Anlage 4.2: Lageplan Sickerwasserfassungssystem, M.: 1:500

Anlage 4.3: Lageplan Dichtungsaufleger Oberflächenabdichtung, M.: 1:500

Anlage 4.4	Lageplan Oberflächensickerwasserfassung Oberflächenabdichtung, M.: 1:500
Anlage 4.5	Lageplan Rekultivierungsschicht, M.: 1:500
Anlage 4.6	Querschnitte <i>Anlage 4.6.1: Längs- und Querschnitt durch den gesicherten Deponiekörper</i> <i>Anlage 4.6.2: Detailschnitte Deponiefuß Stationen 0+000 bis 0+555</i>
Anlage 5:	Qualitätssicherung
Anlage 5.1:	Bundeseinheitliche Qualitätsstandards und Eignungsbeurteilungen der LAGA
	<i>Anlage 5.1.1: BQS 1-0 Technische Maßnahmen betreffend die geologische Barriere</i>
	<i>Anlage 5.1.2: BQS 2-0 Mineralische Basisabdichtungskomponenten - übergreifende Anforderungen</i>
	<i>Anlage 5.1.3: BQS 2-1 Mineralische Basisabdichtungskomponenten aus natürlichen mineralischen Baustoffen</i>
	<i>Anlage 5.1.4: BQS 2-2 Mineralische Basisabdichtungskomponenten aus vergüteten natürlichen mineralischen Baustoffen</i>
	<i>Anlage 5.1.5: BQS 2-4 Basisabdichtungskomponenten aus Asphalt</i>
	<i>Anlage 5.1.6: Eignungsbeurteilung von Deponieasphalt zur Basis- und Oberflächenabdichtung von Deponien</i>
	<i>Anlage 5.1.7: BQS 3-1 Mineralische Entwässerungsschichten aus natürlichen Baustoffen in Basisabdichtungssystemen</i>
	<i>Anlage 5.1.8: BQS 8-1 Rohre, Schächte und Bauteile in Basis- und Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien</i>
	<i>Anlage 5.1.9: BQS 5-0 Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten Übergreifende Anforderungen</i>
	<i>Anlage 5.1.10: BQS 5-1 Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten aus natürlichen mineralischen Baustoffen</i>
	<i>Anlage 5.1.11: BQS 5-2 Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten aus vergüteten natürlichen mineralischen Baustoffen</i>
	<i>Anlage 5.1.12: BQS 7-1 Rekultivierungsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen</i>
	<i>Anlage 5.1.13: Grundsätze zur Entlassung von Deponien aus der Nachsorge</i>
Anlage 5.2:	Zulassungen der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
	<i>Anlage 5.2.1: Richtlinie für die Zulassung von Kunststoffdichtungsbahnen für Deponieabdichtungen</i>
	<i>Anlage 5.2.2: Richtlinie für die Zulassung von Dichtungskontrollsystemen für Konvektionssperren in Deponieoberflächenabdichtungen</i>

Seite 6 von 54

Anlage 5.2.3: *Richtlinie für die Zulassung von Kunststoff-Dränelementen in Deponieoberflächenabdichtungen*

Anlage 5.3: GDA-Empfehlungen/Richtlinien

Anlage 5.3.1: *Güterichtlinie Abdichtungskomponenten aus Deponieasphalt*

Anlage 5.3.2: *E 2-14 Basis-Entwässerung von Deponien*

Anlage 5.3.3: *E 5-1 Grundsätze des Qualitätsmanagements*

Anlage 6: Freimessung (*wird nachgereicht*)

Anlage 6.1: Lageplan Beprobungsraster Standortfreimessung, M.: 1:500

Anlage 7: Bauausführung (*wird nachgereicht*)

Anlage 7.1: Lageplan Erstellung Baustelleneinrichtung mit Zwischenlagern, M.: 1:500

Anlage 7.2: Umsetzung der Deponiesicherung – Bauphasen

1 Allgemeine Angaben zum Objekt

1.1 Betriebsangaben

Hauptsitz der Firma

Neptune Energy Deutschland GmbH
Ahrensburger Straße 1
30659 Hannover

Telefon: +49 511 / 879896 - 00

Bearbeitender Bereich

Neptune Energy Deutschland GmbH
Bereich Rückbau
Brietzer Weg 4
29410 Salzwedel

Telefon: +49 3901 30456-0

Fax: +49 3901 / 30456 – 2139

1.2 Standortangaben zur Betriebsfläche

Bundesland:	Sachsen-Anhalt	
Kreis:	Altmarkkreis Salzwedel	
Gemarkung:	Brüchau	Kakerbeck
Fluren:	2	4
Flurstücke:	5/3, 8/1, 100/5, 94/4, 95/4, 52/6	1/2
Eigentümer:	Neptune Energy Deutschland GmbH	
Rechtswert (ETRS/UTM):	32652050	
Hochwert (ETRS/UTM):	5838339	
Standortareal [m ²]:	ca. 77.500 m ² (entspricht dem eingefriedeten Areal)	
Ablagerungsfläche [m ²]:	ca. 20.200 m ²	

Der Standort (Anlage 3.1, 3.2) liegt in der Bergwerkseigentum Struktur Altmark der Neptune Energy Deutschland GmbH.

2 Veranlassung / Zielstellung

Die Neptune Energy Deutschland GmbH ist durch Anordnung des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (LAGB) vom 24.08.2020, unter Anordnung der sofortigen Vollziehbarkeit verpflichtet worden, die bis 2012 betriebene bergbauliche Entsorgungsanlage Deponie Brüchau (Abbildung 1) im Wege der vollständigen Auskofferung und externen Entsorgung des Deponats zurückzubauen.



Abbildung 1: Ausschnitt aus dem Bergmännischen Risswerk der Obertagedeponie Brüchau - Orthofoto

Dazu hat Neptune Energy zum 29.07.2022 (ergänzt um einen Anlagenteil vom 23.09.2022) den Abschlussbetriebsplan (ABP) Nr. HER 3/22 für den Betriebsstandort Deponie Brüchau beim LAGB eingereicht [1]. Dieser wurde am 31.01.2023 mit Nebenbestimmungen unter Ausschluss der mitbeantragten Standortsicherungsoption, zugelassen.

Die Nebenbestimmungen der Zulassung enthielten neben der Durchführung von vertiefenden Standortuntersuchungen zur Charakterisierung des Deponieinventars und zur praktischen Rückbauvorbereitung auch die Aufforderung zur Angabe genehmigungsfähiger Entsorgungswege inklusive Beibringung von Annahmeerklärungen potenzieller Entsorger sowie die

Darstellung möglicher „Entsorgungslücken“. In Erfüllung der Nebenbestimmungen hat Neptune Energy dem LAGB bislang folgende Unterlagen übermittelt:

- 29.09.2023 Ergebnisbericht zur Umsetzung der vorbereitenden Maßnahmen in Erfüllung der Nebenbestimmung 2.1, Pkt. 1 und 2 der Zulassung zum ABP [2],
- 15.11.2023 Ausschreibungsunterlagen für die Entsorgungsleistungen [3],
- 15.11.2023 Statusbericht 1 Entsorgungsoptionen zu Nebenbestimmung 2.1, Pkt. 3 der Zulassung zum ABP [4],
- 29.01.2024 Statusbericht 2 Entsorgungsoptionen in Ergänzung/Vervollständigung zum Statusbericht 1 vom 15.11.2023 [5],
- 15.05.2024 Ergänzung 1 zum ABP Nr. HER 3/22 - Durchführungsplanung in Erfüllung der Nebenbestimmungen 2.2 und 2.3 der Zulassung zum ABP [6].

In der Durchführungsplanung [6] vom 15.05.2024 hat Neptune Energy ergänzend mitgeteilt,

„dass zum heutigen Stichtag 15.05.2024 die Entsorgungssicherheit für das Gesamtdeponat der Deponie Brüchau nicht gegeben ist. Damit ist die Anordnung des LAGB zum vollständigen Rückbau der Deponie zum heutigen Stichtag nicht umsetzbar. Eine Teilauskofferung mit Verbleib von ca. 27.000 t des am höchsten belasteten Deponats wäre fachlich nicht sinnvoll und wirtschaftlich nicht zu rechtfertigen.“

Um *„trotz der laufenden Rechtsstreitigkeiten einen fachlich sinnvollen sowie rechtlich und wirtschaftlich verhältnismäßigen Fortgang zu ermöglichen, wird Neptune Energy eine gleichwertige standortangepasste Sicherungsalternative planen, die allen gesetzlichen Erfordernissen gerecht wird. ...*

Im Rahmen dieser Lösung soll das Deponat komplett mittels Basis- und Oberflächenabdichtung nach Stand der Technik eingekapselt werden. Zusätzlich soll das Deponat zur Vermeidung von Sickerwasseraustritten durch freies Wasser vollständig konditioniert sowie entnehmbare Fremdeinlagerungen („Gifte“ in Behältern) während der Umlagerung separiert und fachgerecht entsorgt werden.“

Neptune Energy hat in diesem Zusammenhang angekündigt, eine Änderung des ABP für die, in der Durchführungsplanung [6] skizzierte, Sicherungsalternative zu beantragen. Damit sollte zugleich sichergestellt werden, dass eine zeitnahe Umsetzung von Maßnahmen an der Deponie Brüchau möglich wird und somit ein Zustand geschaffen wird, welcher allen rechtlichen und fachlichen Vorgaben entspricht. Zugleich wird damit ein verhältnismäßiger Umgang mit den hierfür aufzubringenden Steuermitteln, wegen der gegebene Refinanzierung der Maßnahmen, gewährleistet.

Hiermit reicht Neptune Energy den angekündigten Änderungsantrag als Ergänzung 2 zum Abschlussbetriebsplan Nr. HER 3/22 für eine Sicherung der Deponie Brüchau mit dem Ziel ein,

Seite 10 von 54

dass nach Umsetzung der geplanten Maßnahmen alle Voraussetzungen für ein Ende der Bergaufsicht gemäß Bundesberggesetz (BBergG) §69 (2) erfüllt sind und damit „NACH ALLGEMEINER ERFAHRUNG NICHT MEHR DAMIT ZU RECHNEN IST, DAB DURCH DEN BETRIEB GEFAHREN FÜR LEBEN UND GESUNDHEIT DRITTER, FÜR ANDERE BERGBAUBETRIEBE UND FÜR LAGERSTÄTTEN, DEREN SCHUTZ IM ÖFFENTLICHEN INTERESSE LIEGT, ODER GEMEINSCHÄDLICHE EINWIRKUNGEN EINTRETEN WERDEN.“

Der vorliegende Ergänzungsantrag 2 zum ABP basiert auf den ABP-Antragsunterlagen zum Rückbau [1], den Ergebnissen der vorbereitenden Maßnahmen [2] und der Durchführungsplanung [6] und führt diese Unterlagen fort. Insbesondere die Standortbeschreibung, die Betriebshistorie, die Charakterisierung des Deponieinventars, die Beschreibung des notwendigen Eingriffs in den Deponiekörper, die Konditionierung des abgelagerten Materials, die dafür notwendigen Arbeitssicherheitsmaßnahmen und der Verbleib des Überstandswassers aus dem Zentralteil sind in den vorgenannten Berichten hinreichend beschrieben, so dass hier darauf verwiesen wird.

Der Rückgriff auf die bereits gewonnenen Erkenntnisse aus den Vorbeschäftigungen stellt damit zugleich sicher, dass bei der Durchführung der Änderungsvariante bereits ein erheblicher Teil, der hierfür notwendigen Arbeiten abgeschlossen ist und vorliegt.

Der jetzt vorliegende Antrag beinhaltet die Planung der Basis- und Oberflächenabdichtung und die Darstellung der geplanten Umsetzung auf dem Standort. Die notwendige Detailplanung inklusive der fachtechnischen Berechnungen und Eignungsuntersuchungen erfolgen unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus den geplanten vorbereitenden Maßnahmen ergänzt um einen Qualitätsmanagementplan in der noch auszuarbeitenden Durchführungsplanung.

3 Herleitung und Darstellung der geplanten Sicherungsalternative

Gemäß Beschluss des Obergerichtes des Landes Sachsen-Anhalt vom 03.11.2021 (Az. 2M18/21) bestehen folgende Zulassungsvoraussetzungen für einen Abschlussbetriebsplan für die hier im Ergänzungsantrag 2 beschriebene Variante im Umgang mit der Deponie Brüchau:

„DEM ENTSPRECHEND KANN EIN ABSCHLUSSBETRIEBSPLAN FÜR DIE STILLLEGUNG EINER NACH DEM 30. APRIL 2008 NOCH BETRIEBENEN ABFALLENTSORGUNGSEINRICHTUNG NUR ZUGELASSEN WERDEN, WENN DIE EINRICHTUNG DIE ANFORDERUNGEN DER NR. 2 DES ANHANGS 6 ABBERG V ERFÜLLT SIND.“

In Anhang 6 der Allgemeinen Bundesbergverordnung (ABBergV) Nr. 2 ist geregelt:

„Der Unternehmer hat sicherzustellen, dass die Abfallentsorgungseinrichtung die erforderliche Standfestigkeit aufweist und an einem Standort errichtet und betrieben wird, der geologisch, hydrogeologisch und geotechnisch geeignet ist. Soweit nachteilige Auswirkungen auf Gewässer

oder den Boden durch verschmutztes Sickerwasser zu besorgen sind, hat der Unternehmer die Bildung von Sickerwasser durch geeignete Maßnahmen so weit wie möglich zu vermeiden, das Sickerwasserpotential der abgelagerten bergbaulichen Abfälle, den Schadstoffgehalt des Sickerwassers und die Wasserbilanz sowohl während der Betriebs- als auch der Nachsorgephase der Abfallentsorgungseinrichtung zu ermitteln und zu bewerten sowie verschmutztes Wasser und Sickerwasser aus der Abfallentsorgungseinrichtung erforderlichenfalls zu behandeln.“

Anhang 6 ABergV nimmt Bezug auf §22a „Anforderungen an die Entsorgung von bergbaulichen Abfällen“. Im §22a Satz 1 ABergV heißt es:

*Bei „... Einstellung des Betriebes geeignete Maßnahmen zu treffen, um Auswirkungen auf die Umwelt sowie sich daraus ergebende Risiken für die menschliche Gesundheit so weit wie möglich zu vermeiden oder zu vermindern. Er (Unternehmer) hat dabei den **Stand der Technik im Hinblick auf die Eigenschaften der Abfallentsorgungseinrichtung, ihres Standortes und der Umweltbedingungen am Standort zu berücksichtigen. Der Einsatz einer bestimmten Technik wird hierdurch nicht vorgeschrieben.**“*

Im Gegensatz zur Gewinnungsabfallverordnung (Pendant zum §22a ABergV) §3 „Errichtung, Betrieb, Stilllegung und Nachsorge“ für die mineralgewinnende Industrie (Betriebe, die nicht der Bergaufsicht unterliegen), besitzt die ABergV keinen unmittelbaren Bezug zum Abfallrecht. In der GewinnungsAbfV sind die Anforderungen an den Stand der Technik durch die materiellen Vorgaben aus der Deponieverordnung (DepV) als Bestandteil des Abfallrechts vorgegeben.

Im Ergebnis der o.g. Ausführungen besteht damit kein Zwang zur Anwendung der materiellen Vorgaben der Deponieverordnung für eine Sicherung der Deponie Brüchau am Standort.

Im Umkehrschluss sind durch Anwendung der materiellen Vorgaben aus der DepV bei der Standortsicherung die Vorgaben aus der ABergV §22a zum Stand der Technik vollständig erfüllt.

Gemäß **EU-Bergbauabfallrichtlinie** (Richtlinie 2006/21/EG über die Bewirtschaftung von Abfällen aus der mineral gewinnenden Industrie) **Anhang III** wird die **Deponie Brüchau** wegen der eingelagerten gefährlichen Abfälle in **Kategorie A** eingestuft. Das **entspricht hinsichtlich der Gefahreigenschaften der eingelagerten Abfälle einer DKIII-Deponie nach Deponieverordnung.**

Die Voraussetzungen der Sicherung einer entsprechend klassifizierten Deponie sind in der DepV Anhang 1 „Anforderungen an den Standort, die geologische Barriere, Basis- und Oberflächenabdichtungssysteme von Deponien der Klasse 0, I, II und III“ geregelt.

Für DKIII-Deponien gilt damit:

- **Geologische Barriere:** Durchlässigkeit $k \leq 1 \cdot 10^{-9}$ m, Stärke $\geq 5,0$ m oder gleichwertig (Mindestdicke 0,5 m), wenn die Voraussetzung vor Ort nicht vorhanden sind, kann die geol. Barriere durch technische Maßnahmen geschaffen, vervollständigt, verbessert werden.
- **Basisabdichtung:** Kombinationsabdichtung mit mineralischer Komponente $k \leq 5 \cdot 10^{-10}$ m, Stärke $\geq 0,5$ m und Konvektionssperre (KDB min. 2,5 mm stark oder Asphalt-dichtung).
- **Oberflächenabdichtung:** Ausgleichsschicht (bei Bedarf), Gasdränschicht (bei Bedarf), Kombinationsabdichtung (soll aus verschiedenen Materialien bestehen - keine Ver-pflichtung), Dichtungskontrollsystem, Entwässerungsschicht ($k \geq 1 \cdot 10^{-3}$ m/s u. Stärke $\geq 0,3$ m oder gleichwertig, Gefälle $> 5\%$), Rekultivierungsschicht (Stärke $\geq 1,0$ m, nutzbare Feldkapazität 140 mm, Qualität DepV Anhang 3).

Die beantragte Sicherungsalternative für die Deponie Brüchau (Abbildung 2) setzt die Vorgaben der Deponieverordnung des Anhangs 1 „Anforderungen an den Standort, die geologische Barriere, Basis- und Oberflächenabdichtungssysteme von Deponien der Klasse 0, I, II und III (zu § 3 Absatz 1, § 10 Absatz 1, den §§ 23, 28) an die Abdichtungselemente einer Deponie mit gefährlichen Abfällen (DK III-Deponie umgangssprachlich „Sonderabfalldeponie“ vergleichbar mit einer Abfallentsorgungseinrichtung der Kategorie A nach Anhang III der Richtlinie 2006/21/EG; entspricht der Einstufung der Deponie Brüchau) vollständig um.

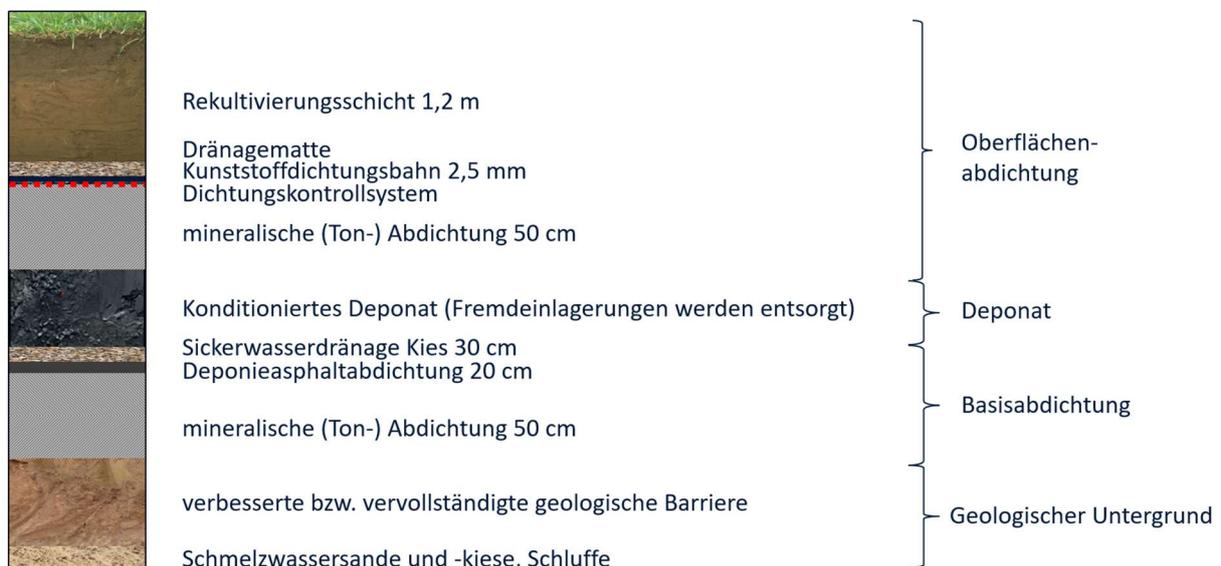


Abbildung 2: Sicherungsalternative Deponie Brüchau: Aufbau des Sicherungssystems in Anlehnung DepV DKIII-Standard

Die Sicherungsalternative beinhaltet die Verbesserung und Vervollständigung der vorhandenen geologischen Barriere und den Aufbau einer Basisabdichtung als Kombinationsabdichtung, bestehend aus den Komponenten mineralische (Ton-) Abdichtung und Deponieasphaltabdichtung auf der Sohle der ehemaligen Mergelgrube (Anlagen 4.6.1).

Voraussetzung für die Errichtung der Basisabdichtung ist die vorherige Entnahme und Umlagerung des Deponats im vorgesehenen Einbauabschnitt. Im Zuge dieser Arbeiten wird das gesamte Deponat konditioniert und alle separierbaren Fremdeinlagerungen entfernt. Die separierten Fremdeinlagerungen werden einer fachgerechten Entsorgung zugeführt.

Nach Fertigstellung der einzelnen Dichtungsabschnitte an der Basis wird das konditionierte Deponat entsprechend der vorgegebenen Kubatur wieder eingebaut und darüber die Oberflächenabdichtung errichtet. Die Oberflächenabdichtung besteht aus den zwei redundanten Dichtungskomponenten mineralische (Ton-) Abdichtung und einer für den Einsatzzweck behördlich zugelassenen Kunststoffdichtungsbahn (KDB), einer Flächendränage für versickerte Niederschlagsanteile und einer Rekultivierungsschicht. Zur Feststellung eventueller Leckagen der KDB wird dieses Dichtungselement durch ein Dichtungskontrollsystem ergänzt.

Mit Umsetzung dieser Arbeiten auf der Deponie Brüchau werden alle standortspezifischen Anforderungen an eine dauerhafte Bewahrung der Schutzgüter (menschliche Gesundheit, Boden, Wasser und Luft) erfüllt.

Durch die Dichtungselemente (Konvektionssperre) wird der direkte Kontakt zum Deponat vollständig unterbunden. Damit ist die Möglichkeit von Materialverwehungen, Lösungsvorgängen und Ausdampfungen (Quecksilber) aus dem konditionierten Material ausgeschlossen. Zusätzlich stellen die Dichtungselemente eine wirksame Abschirmung gegen die natürliche radioaktive Strahlung der NORM-Stoffe dar.

Der Stand der Technik und damit eine ausreichende Langzeitsicherheit gegen ein Versagen der Dichtungselemente wird durch Einhaltung der Qualitätsstandards entsprechend DepV Anhang 1, Pkt. 2 gewährleistet.

Entsprechend der obigen Darstellungen erfüllt das hier Beantragte daher alle Erfordernisse, die an eine Entlassung aus der Bergaufsicht zu stellen sind. Indem die hier beschriebenen Maßnahmen inhaltlich nachvollziehbar, vollständig und technisch umsetzbar sind, können einer entsprechenden Zulassung damit keinerlei Hinderungsgründe entgegenstehen, weshalb auch ein Anspruch des Antragsstellers auf ebendiesen Änderungsantrag (Ergänzung 2 zum ABP HER 3/22) besteht.

4 Bewertung der Standortvoraussetzungen für eine Sicherung

Laut ABergV Anhang 6 Nr. 2 muss der Standort für eine bergbauliche Entsorgungsanlage geologisch, hydrogeologisch und geotechnisch geeignet sein. Konkretisiert werden die Anforderungen in der DepV Anhang 1 (siehe Kap. 3). Danach muss die geologische Durchlässigkeit $k \leq 1 \cdot 10^{-9}$ m bei einer Stärke $\geq 5,0$ m oder gleichwertig, bei einer Mindestdicke 0,5 m ausgebildet sei.

Seite 14 von 54

Der Standort Deponie Brüchau war vor der Inbetriebnahme als Abfallentsorgungsanlage für bergbauliche Rückstände im Jahr 1972 eine Tongrube. In dieser wurde der anstehende Mergel als Rohstoff für die damals unmittelbar daneben betriebene Ziegelei gewonnen.

Im Rahmen eines Standortfindungsprogramms für eine Deponie für Wasserschadstoffe im ehemaligen Kreis Kalbe wird in einem geologischen Gutachten vom 04.10.1971 (Anlage 1.1) der anstehende Mergel als schwach sandiger, schwach toniger Schluff (Abbildung 3) mit einem Schlämmkornanteil (Ton-, Schluffkorn $\leq 0,063$ mm) zwischen 39 und 47 % beschrieben. Laut damaligen Gutachten ergab die *„geologische Aufnahme des Profils der Grube ..., daß der Geschiebemergel überall in der Grube vorhanden ist, daß trifft sowohl für die ehemaligen Abbauwände als auch für die Grubensohle zu.“*



Abbildung 3: Aufgeschlossene geologische Barriere (Mergel ca. 2,5 m) in der Baugrube des Feststoffsedimentationssystems unmittelbar südlich des wasserüberdeckten Zentralbereichs

Im Ergebnis kommt der Gutachter zu der Einschätzung: *„Die Grube ist sehr gut geeignet und wird als einzige Grube für das Kreisgebiet vorgeschlagen.“*

Laut den Ergebnissen von Durchlässigkeitsbestimmungen („Aktualisierung der Gefährdungsabschätzung der Obertagedeponie Brüchau“, Abschlussbericht Fugro 17.03.2006; Anlage 1.2) kann der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k_f des anstehenden Mergels im Mittel mit ca. 1×10^{-9} m/s veranschlagt werden. Damit handelt es sich gemäß DIN 18130 um ein sehr schwach wasserdurchlässiges Material mit den notwendigen Barriereigenschaften.

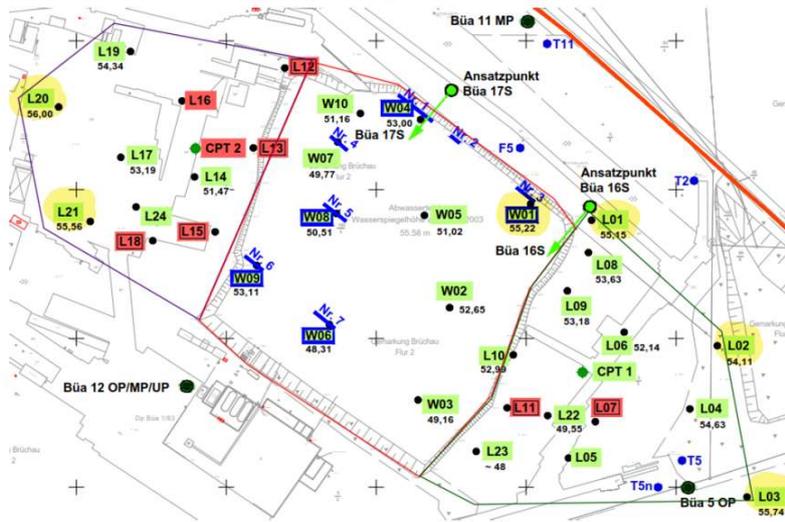


Abbildung 4: Lage der Sondierungslokalationen (aus Präsentation Untersuchungsergebnisse OTD Bruchau vom 09.09.2020, CDM Smith)

Einschränkend ist festzustellen, dass bei Sondierungen auf dem Deponieareal 2019 im Rahmen der Standorterkundung durch CDM Smith (Abbildung 4) im westlichen Bereich der Deponie (Verfüllabschnitt NW, Sondierung L16) der Geschiebemergel lokal nicht nachgewiesen werden konnte (Abbildung 5).

Zudem wurde im Verfüllabschnitt SO, im Bereich der Sondierung L11, eine Schwächezone erkundet, bei der die Mächtigkeit des Barrierematerials voraussichtlich unter 0,3 m beträgt.

Obertagedeponie Bruchau - Standorterkundung und Messnetzerweiterung

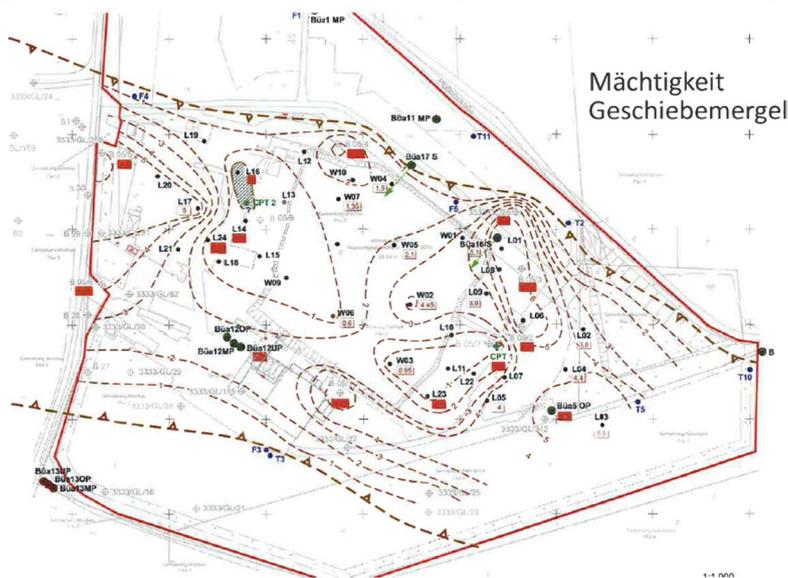


Abbildung 5: Annahmen zur Mächtigkeiten des Geschiebemergels im Deponiebereich mit Ausweisung der Fehlstelle in der geologischen Barriere (aus Präsentation Untersuchungsergebnisse OTD Bruchau 09.09.2020, Fa. CDM Smith)

Wegen der nicht flächendeckend vorhandenen geologischen Barriere in Verbindung mit einer unzureichenden Schichtstärke muss die geol. Barriere am Standort Brüchau durch technische Maßnahmen lokal geschaffen sowie flächendeckend vervollständigt und z.T. verbessert werden.

Das Abdichtungskonzept beinhaltet aufgrund der ausgewiesenen kleinräumigen Mächtigkeitsschwankungen des Mergelhorizonts die Erstellung einer zusätzlichen vollflächigen künstlichen geologischen Barrierschicht unterhalb der Basisabdichtung, welche hinsichtlich der Durchlässigkeit gleichwertig zu den Anforderungen der DepV ist.

Die hydrogeologischen Bedingungen des Standorts sind wegen der großen Flurabstände von ca. 20 m u. GOK bzw. >10 m unter Grubensohle im Bereich der Deponie als optimal für die Sicherungsoption anzusehen. Lösungsprozesse durch Grundwasser und eine Grundwasserbeeinflussung der Arbeiten bei der Errichtung der Basisabdichtung sind auszuschließen.

Das geologische Gutachten aus dem Jahr 1971 weist für den Mergel in den 7 durchgeführten Bohraufschlüssen eine starke Verdichtung aus und bezeichnet die Lagerungsdichte sowie Durchfeuchtung als „günstig“. Den Sanden im Liegenden der geologischen Barriere wird eine feste (dichte) Lagerung attestiert. Damit weist das anstehende Material im Bereich des Standorts Deponie Brüchau gute Baugrundeigenschaften für die Errichtung einer Basisabdichtung auf. Das Auftreten ungleichmäßiger und hoher Setzungen kann ausgeschlossen werden.

5 Planung der Sicherungskubatur

Voraussetzung für die Planung der Sicherungskubatur, bestehend aus einer Basis- und Oberflächenabdichtung, sind Kenntnisse hinsichtlich der Abbauhistorie und Morphologie der ehemaligen Tongrube. Daraus lassen sich Schlüsse für das notwendige Höhenniveau und die Gestaltung des Planums für die Basisabdichtung ableiten. Zugleich bilden diese Informationen die Grundlage für eine belastbare Ermittlung der umzulagernden Materialmengen. Im Zuge der Errichtung der Basisabdichtung wird es notwendig, den gesamten eingelagerten Grubeninhalt zusammen mit eventuell belasteten Sohl- und Böschungsmaterial der geologischen Barriere abschnittsweise auszuheben. Nach einer entsprechenden Konditionierung sowie ggf. notwendigen Zwischenlagerung wird das Material, bis auf die separierten Fremdeinlagerungen in die Abschnitte mit fertiggestellter Basisabdichtung wieder eingebaut.

5.1 Erkenntnisse zur Morphologie der Tongrube und Einfluss der historischen Tonabbauethodik auf die geplante Sohlkubatur

Für die Modellierung der Tongrube wurden folgende Unterlagen herangezogen:

1. Luftbild der Tonabbaustelle Brüchau aus dem Jahr 1969 (Luftbildnummer DDRBA_1969-c74855_197) (Abbildung 6)
2. Ergebnisse der 34 land- und wasserseitigen Sondierungen (2019) im Rahmen der Standorterkundung durch CDM Smith (Abbildung 4, Anlage 2.1)
3. Ergebnisse der geoelektrischen Untersuchungen (2018) im Rahmen der Standorterkundung durch CDM Smith (Abbildung 9, Anlage 2.2)

Das vorhandene Luftbild der ehemaligen Tongrube Brüchau ermöglicht eine detaillierte Rekonstruktion der Abbaugrenze, zu den Abbauverfahren und zur Oberflächenausbildung der Grubenböschungen und Sohle. Da kein Grubenriss mit konkreten Angaben zu Abbautiefen vorhanden ist, erfolgt die Modellierung der Oberfläche in Auswertung der Sondierungen und geophysikalischen Erkundungen. Dabei wurde festgestellt, dass die Ergebnisse der Sondierungen teilweise kaum mit den Ergebnissen der Widerstandsmessungen korrelieren. Zudem kommt es kleinräumig zu starken Höhenversprüngen der Mergeloberfläche.

Diese Resultate lassen sich unter Berücksichtigung der Abbaumethodik gut interpretieren.

Der älteste Grubenteil des Tontagebaus befindet sich unterhalb der Ablagerungsfläche NW. Voraussichtlich wurde der Mergel hier noch weitgehend in Handarbeit abgebaut. Dazu wurden einzelne Gruben/Abbaue unmittelbar nebeneinander aufgefahren. Diese waren rechteckig. Das Sohlniveau dieses Altabschnitts liegt zumeist zwischen ca. 51 m bis ca. 52 m NHN. Zumindest einzelne Abbaue müssen ursprünglich noch tiefer gereicht haben. Ggf. wurden die tieferen ausgeförderten Areale nachträglich mit dem anfallenden Abraum aus den aktuellen Abbauflächen aufgefüllt. Je nach Anfall handelte es sich dabei um Mergel, welcher nicht den Qualitätskriterien für die Ziegelproduktion entsprach oder Deckgebirgsmaterial. Im Luftbild (Abbildung 6) lassen sich diese rechteckigen Strukturen an der Sohle gut erkennen. Die ausgewiesene Fehlstelle im Bereich von L16 ist voraussichtlich auf eine tiefere Abbaugrube zurückzuführen. Eine weitere tiefe Grube kann im Luftbild (Abbildung 6) in der SW-Ecke der Tongrube/Altabschnitt verortet werden. Die entsprechende Sondierung L24 (Abbildung 4) in diesem Bereich weist hier die Grubensohle mit 48,99 m NHN aus.

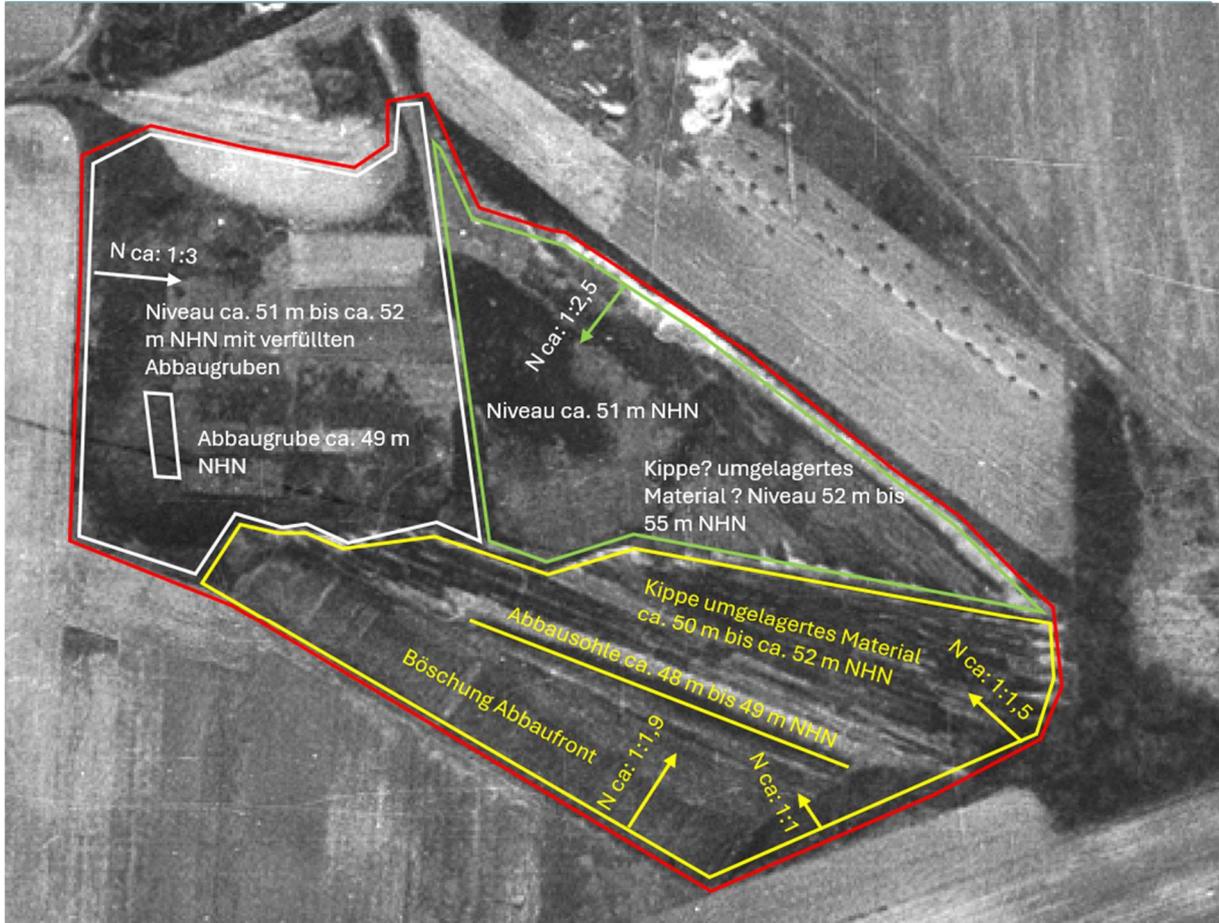


Abbildung 6: Luftbild Tongrube Brüchau vor der Verfüllung 1969 mit Darstellung der Abbauverfahren (weiß umrandet Altbereich, gelb umrandet Abbau mit Eimerkettenbagger, grün umrandet Abbau mit Schaufelradbagger bzw. Löffelbagger), prognostizierten Höhenniveaus und Böschungsneigungen

Die östlichen Abbaubereiche der Brüchauer Tongrube sind jüngeren Datums. Im südlichen Teil dieses Abbaubereichs (Abb. 6, gelb umrandet) wurde der Mergel maschinell mittels Eimerkettenbagger gewonnen (Abbildung Eimerkettenbagger). Dies ist anhand der gleichmäßigen Böschungsbildung und der Grabenstruktur unmittelbar vor und parallel zur Böschung erkennbar. Das Grabentiefste von ca. 48 m bis 49 m NHN entspricht voraussichtlich dem Abbauniveau im gesamten südlichen Abschnitt. Die im Rahmen der Standorterkundung in der Sondierung L11 ausgewiesene Schwächezone des Mergelhorizonts ist in diesem Abbautiefsten zu verorten.

Der Abbau in diesem Abschnitt war mit der Braunkohlegewinnung im Tagebau vergleichbar. Während sich der Mergelabbau parallel zur Böschung in südliche Richtung entwickelte, wurde der dabei anfallende Abraum in die bereits ausgeförderten Bereiche nördlich davon verkippt (Abbildung 7). Das Kippengelände ist im Luftbild an seiner Rippenstruktur gut erkennbar. Bei dem hier in den Sondierungen ausgewiesenen Mergel handelt es sich vollständig um umgelagertes Material. Anhand der Haufwerksbildung im Kippenareal lassen sich auch die

kleinräumigen Höhenversprünge für den angetroffenen Mergelhorizont in den entsprechenden Sondierungen erklären. Die Kippenmächtigkeit kann mit ca. 2 bis 4 m veranschlagt werden.



Abbildung 7: *Beispiel historischer Tonabbau mit Eimerkettenbagger und Absetzer aus Fa. Randers Tegl Laumans: 125 Jahre Laumans; Die Historie: Der Tonabbau Link: <https://www.youtube.com/watch?v=2gkCCdBTccg>*

Der Abbau im nördlichen Teil des östlichen Abbaufelds (Abbildung 6, grün umrandet) ist nicht eindeutig einem Abbauverfahren zuzuordnen. Voraussichtlich erfolgte hier ein Abbau mittels Schaufelrad- bzw. Löffelbagger. Die Fläche zeichnet sich überschlägig durch 2 unterschiedliche Plateaubereiche mit Höhenniveaus von ca. 51 m NHN im Westen und 52 m bis 55 m NHN im Osten aus. Dass es sich bei dem östlichen Areal auch um ein Kippenareal handelt, ist nicht belegbar. Die erkennbaren Rippenstrukturen im Luftbild deuten darauf hin.

Es gibt Hinweise darauf, dass sich an der Grenze zwischen dem Altteil im Westen und dem nördlichen Teil des östlichen Abbaufelds auch eine Grabenstruktur befand (vgl. Sondierung W07 49,77 m NHN zusammen mit Profil 4 der Geoelektrik und Profil 5 der Geoelektrik im Bereich von Sondierung W08).

Die Ergebnisse der Grubenrekonstruktion sind in ein Geländemodell eingeflossen (Abbildung 8). Dieses stellt die vermutete Tongrubenkubatur bzw. Grubensohle vor der Nutzung als Deponie dar. Die dargestellten Farben entsprechen den Höhenniveaus (blau: tiefer Bereich über grün, gelb zu braun: hoher Bereich).

Die Böschungsneigungen der Grube variieren zwischen N: 1:1 im Bereich der SO-Böschung bis 1:3 in der Westböschung.

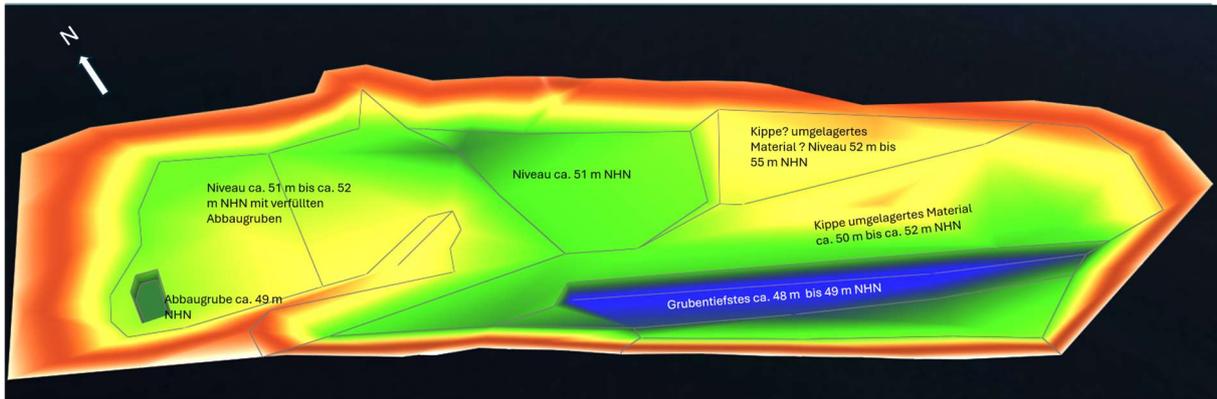


Abbildung 8: Geländemodell der rekonstruierten Tongrube Brüchau vor der Verfüllung 1972 auf Basis der vorhandenen Informationen

5.2 Geplante Kubatur für das Planum der Basisabdichtung

Für die Erstellung des Planums sind folgende Randbedingungen zu berücksichtigen:

1. Unterhalb des Planums dürfen keine Deponatablagerungen bzw. Sohlbelastungen oberhalb der in der Zulassung zum ABP Rückbau festgelegten Sanierungszielwerte verbleiben.
2. Die Böschungsneigungen der Grube müssen eine standsichere und technologisch machbare Herstellung der Basisabdichtung und eine zumindest temporäre Sickerwasserfassung gewährleisten.

Wegen der ungleichmäßigen Ausbildung der vorhandenen natürlichen geologischen Barriere, den Materialumlagerungen während des Tongrubenbetriebes und der bekannten lokalen Fehlstellen im Mergelhorizont, kann die rekonstruierte Grubenmorphologie in der Planung nur eingeschränkt Verwendung finden.

Insbesondere in den Grubenarealen unter dem Zentralteil und dem Ablagerungsbereich SO orientiert sich die Planung bei der Festlegung des Sohlniveaus weitgehend an den vorhandenen Informationen zu den historischen Abbaufahren. Danach ist die ursprüngliche Abbausohle der Tongrube außerhalb des Altbereichs zumindest im südlichen Abschnitt bei einem Höhenniveau zwischen ca. 48 m bis ca. 49 m NHN anzusetzen. Die Angaben werden durch die Ergebnisse der geoelektrischen Erkundung gestützt. Danach weist das Kippmaterial zum Teil tiefreichende Anomalien mit stark abgesenkten spezifischen elektrischen Widerständen auf (vgl. Profil 4 Abbildung 9).

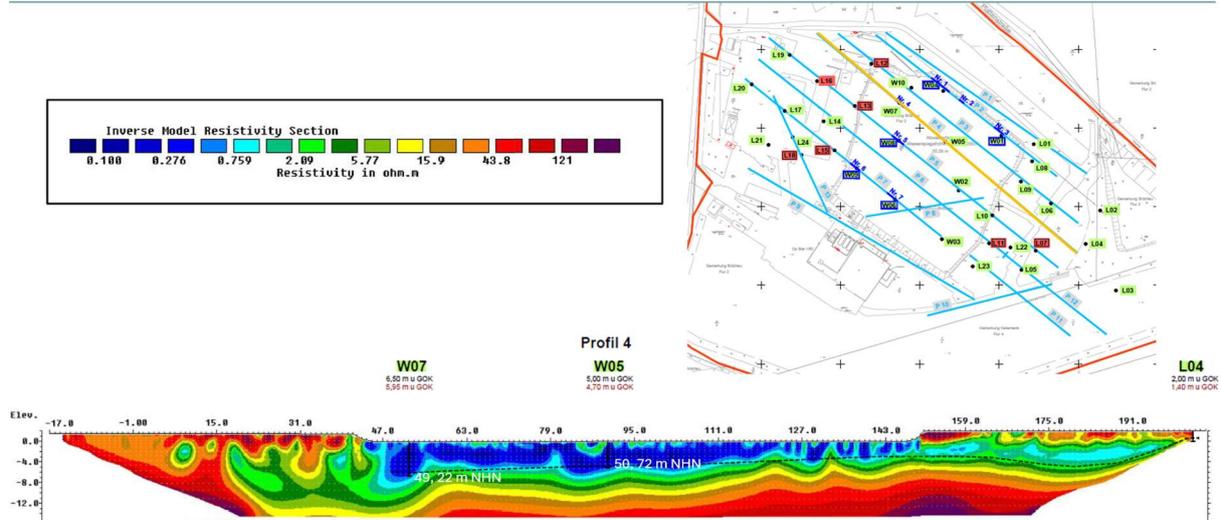


Abbildung 9: Geophysikalisches Messprofil 4 mit farblicher Darstellung der spezifischen elektrischen Widerstände und den Sondierungstiefen der wasserseitigen Sondierungen W05, W07

Auch wenn die Aushubtiefen außerhalb des Altbereichs im Süden für den nördlichen Teil der ehemaligen Tongrube nicht gesichert übertragbar sind, wird unter Berücksichtigung eines Worst-Case für beide Bereiche zunächst ein einheitliches Sohlniveau von 48,5 m NHN veranschlagt.

Die Planung sieht die Sicherung der Deponie in 2 Bauabschnitten vor. Im 1. Bauabschnitt erfolgt die Umlagerung des Deponats im Ablagerungsbereich SO auf ein externes Zwischenlager. Ziel ist es, die Grubensohle der Tongrube freizulegen. Dieses Vorgehen dient auch als Vorerkundung zum Abgleich der Planung mit den realen Verhältnissen. Die dabei gewonnenen Informationen gehen in die Ausführungsplanung für Bauabschnitt 2 (Standortsicherung) mit ein.

Mit diesem Vorgehen kann das Optimierungspotential durch eventuell mögliche Verringerung der notwendigen Aushubtiefen im Norden des Zentralteils und des Ablagerungsbereichs SO voll ausgeschöpft werden.

Gleichzeitig soll damit das Sohlgefälle Richtung Süden festgelegt werden.

Der notwendige Aushub von Bodenmaterial zum Erreichen des vorgegebenen Sohlniveaus zusätzlich zum Deponieinventar soll separiert werden. Das Material steht dann als Zwischenabdeckung in umgelagerten Deponateinbaubereichen zur Verfügung. Damit sollen Emissionen aus dem Deponat während der Sicherungsarbeiten weitgehend reduziert werden.

Für den Altbereich sieht die Planung ein Sohlniveau von 51,0 m NHN vor. Der Übergang zwischen den beiden Höhenniveaus erhält eine Neigung von 1:5 bzw. 20 %.

Die Planung (Anlage 4.1) sieht vor, die Böschungen der Grube einheitlich mit einer Neigung von 1:3 auszuführen. Damit werden die Voraussetzungen aus dem Punkt Nr. 2 erfüllt. Bei einem Höhenniveau von ca. 57 m bis 58 m NHN im Bereich der Böschungsschulter der Grubenkubatur

Aushubhöhe wird der entsprechende Abschnitt freigemessen. Dazu werden nach einem vorgegebenen Raster Bodenproben (Anlage 6.1) entnommen und untersucht. Organoleptisch auffällige Materialien unterhalb des Zielhorizonts werden vor der Beprobung restlos mit entnommen. Bei Einhaltung der vorgegebenen Sanierungszielwerte (Tabelle 1) erfolgt die Freigabe für die Sicherungsarbeiten. Andernfalls wird der Aushub bis zum Einhalten der Sanierungsvorgaben fortgesetzt. Die Fehlmengen unterhalb des vorgegebenen Höhenniveaus werden durch den Einbau geeigneten Bodenmaterials kompensiert.

Tabelle 1: Sanierungszielwerte unterhalb der geplanten Sicherungskubatur der Deponie Brüchau

Parameter	Ungesättigter Bodenbereich	Gesättigter Bodenbereich
MKW C10-C22 [mg/kg TM]	200	100
MKW C10-C40 [mg/kg TM]	400	200
PAK (16 nach EPA) [mg/kg TM]	3	3
BTEX [mg/kg TS]	1	1
Quecksilber [mg/kg TM]	1	1
Kupfer [mg/kg TM]	80	80
Blei [mg/kg TM]	140	140

5.4 Kubatur der Oberflächenabdichtung

Die Kubatur der Oberflächenabdichtung am Standort Brüchau muss:

1. den natürlichen Abfluss von Oberflächenwasser und Interflow aus Niederschlägen ermöglichen,
2. unter Berücksichtigung der ergänzenden künstlichen geologischen Barriere und Basisabdichtung, die Umlagerung der notwendigen Aushubmengen, inklusive der beim Rückbau der Infrastruktur anfallenden nicht mehr verwertbaren mineralischen Reststoffe (vor allem Beton und ggf. belastetes Bodenmaterial außerhalb der Sicherungsgrenzen), gewährleisten,
3. eine Einbindung in das Landschaftsbild ermöglichen und
4. die erforderliche Standsicherheit aufweisen.

Zur Einhaltung der Vorgaben unter Punkt 1 muss die Sicherungsplanung, unter Berücksichtigung der gegebenen Standortverhältnisse eine Mindestneigung der Oberflächenkubatur von 5% realisieren. Zusätzlich soll gewährleistet werden, dass das Oberflächenwasser, zusammen mit dem eingesickerten Anteil (Interflow) außerhalb der Deponat-ablagerungsgrenzen in umlaufenden Randmulden und Sickerdränen gefasst und bei

Notwendigkeit in natürlichem Gefälle in die ehemalige Restgrube abgeführt werden kann (Abbildung 13).

Für die Mengenermittlung des umzulagernden Materials wurde die Oberfläche des Gesamtareals (Einlagerungsbereich und Umfeld) im Jahr 2024 neu vermessen und ein Geländemodell (Abbildung 12) erstellt. In die Modellierung der Unterwasserflächen des Zentralbereichs sind die Daten einer Sonarvermessung aus 2009 mit eingeflossen.

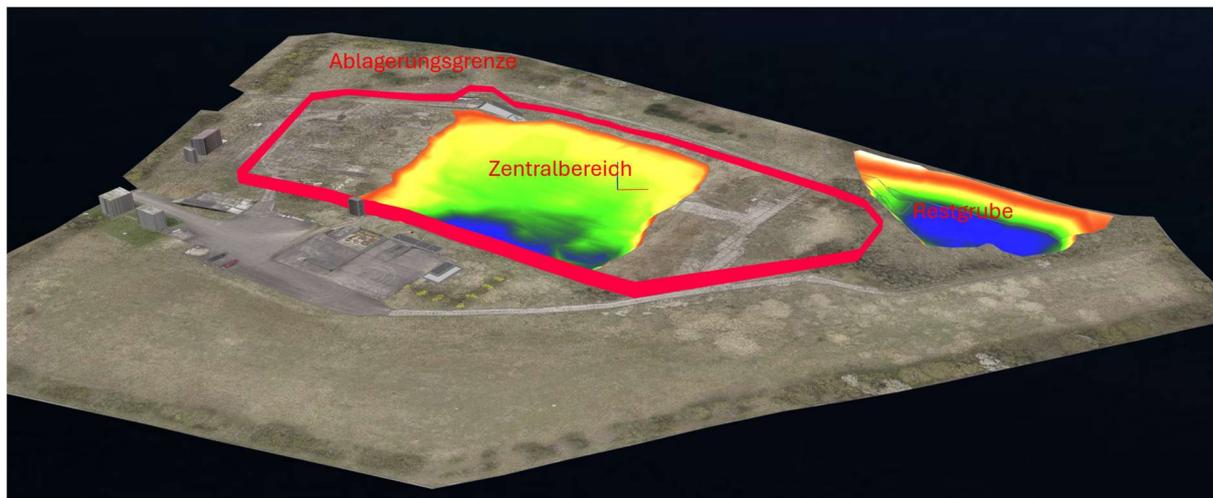


Abbildung 12: Geländemodell für die aufgemessene Geländeoberfläche im Bereich der Deponie Brüchau (Unterwassersohle im Zentralbereich und Restgrube sind mit Höhenniveaus dargestellt)

Die Verschneidung der Deponieoberfläche aus Abbildung 12 mit:

1. der rekonstruierten Oberfläche der ehemaligen Tongrube aus Abbildung 8 ergibt ein Ablagerungsvolumen in der Deponie Brüchau von 75.427 m^3 ,
2. der geplanten Sohlkubatur aus Abbildung 10 ergibt ein **Aushub- und Umlagerungsvolumen von 109.587 m^3** .

Anhand der vorhandenen Informationen wurde das Ablagerungsvolumen in der Deponie Brüchau bislang mit ca. 100.000 m^3 veranschlagt. Unter Einbeziehung des voraussichtlich belasteten Kippenmaterials sind diese Annahmen plausibel.

Für die Planung der Sicherungskubatur wird das notwendige Einlagerungsvolumen in den gesicherten Standort mit mindestens 110.000 m^3 kalkuliert. Dabei sind der verdichtete Einbau des konditionierten Materials und ca. 2.200 m^3 Beton und Asphalt aus dem Rückbau der vorhandenen Infrastruktur mitberücksichtigt.

Unter Einbeziehung der o.g. Planungsvoraussetzungen wurde, die in Abbildung 13 dargestellte, Kubatur entwickelt (Anlage 4.5). Das Geländemodell zeigt die Einbindung der gesicherten Deponie in das Umgebungsgelände.

Die Oberfläche der Rekultivierungsschicht umfasst eine Grundfläche von ca. 24.800 m². Der langgezogene Firstbereich der Deponie weist eine Höhe von ca. 61,70 m NHN auf und befindet sich damit ca. 3,70 m bis ca. 4,70 m über dem Umgebungsgelände.

Von der Firste verläuft die Rekultivierungsschicht allseitig mit einem Gefälle von ca. 5 % bis ca. 7 % zum Deponiefuß mit einer Höhe von ca. 58,10 m NHN. Am den Deponiefuß schließt sich eine umlaufende Randmulde von 2 m Breite mit einer Mindestdiefe von 30 cm an.

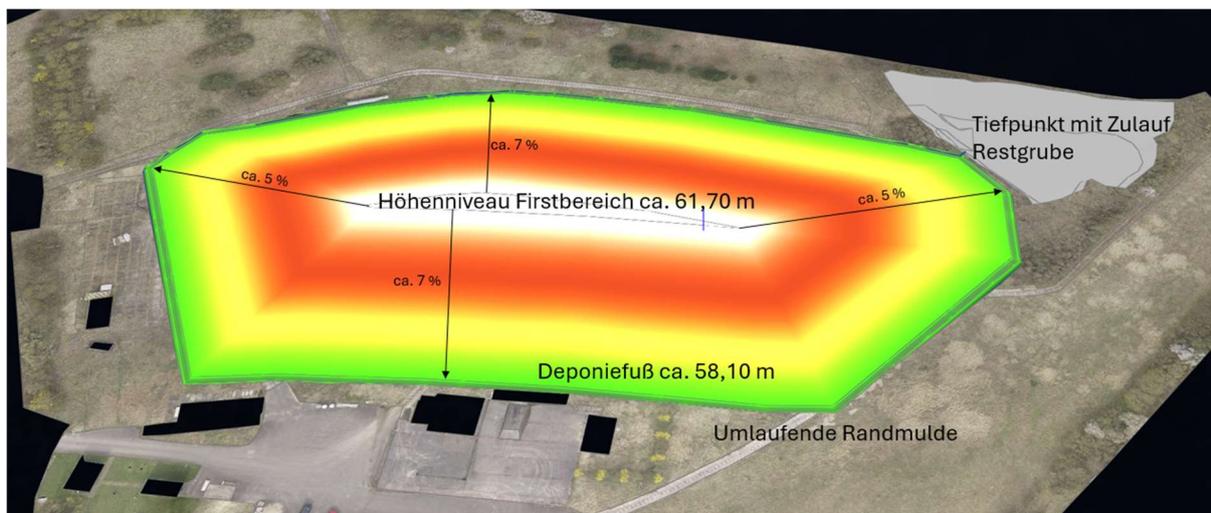


Abbildung 13: Geländemodell der gesicherten Deponie Brüchau (Oberfläche Rekultivierungsschicht) mit Darstellung des umgebenden Geländes (aktueller Zustand)

Mit den geringen Neigungen wird sich der gesicherte Deponiekörper gut in das Landschaftsbild einfügen. Gleichzeitig sind Standsicherheitsprobleme für die Komponenten der Oberflächenabdichtung auszuschließen.

Die Mengenermittlung weist für die geplante **Kubatur ein Deponataufnahmevermögen** von ca. **117.100 m³** aus. Neptune Energy schlägt vor zu **prüfen, ob das Mengendefizit von ca. 7.000 m³** durch anfallendes Material zur Beseitigung **aus den laufenden refinanzierten Rückbautätigkeiten in der Altmark ausgeglichen werden kann**. Dieses könnte dann als Deponieersatzbaustoff zur Sicherstellung der notwendigen Gefälleverhältnisse Verwendung finden.

6 Geologische Barriere und Basisabdichtung

Der Aufbau und die Qualität der geologischen Barriere und der Basisabdichtung für die Sicherung der Deponie Brüchau orientieren sich an den Vorgaben der Deponieverordnung (DepV) Anhang 1 für eine DKIII-Deponie.

6.1 Geologische Barriere

Die geologische Barriere soll unabhängig von technischen Sicherungselementen die Schadstoffausbreitung aus dem Deponiekörper maßgeblich behindern. Da die Schadstoffe hauptsächlich in gelöster Form als Sickerwasser bzw. bei Kohlenwasserstoffen als Phase mobil sind, muss die geologische Barriere im Untergrund der Deponie eine geringe Durchlässigkeit gegenüber Flüssigkeiten aufweisen. Daneben soll sie ein hohes Schadstoffrückhaltepotenzial besitzen.

Die materiellen Voraussetzungen hinsichtlich Wasserdurchlässigkeit und Schichtstärke einer geologischen Barriere für eine DKIII-Deponie sind Anhang 1, Nummer 2.2 Tabelle 1 Nummer 1 DepV zu entnehmen (vgl. Kap. 3 Herleitung und Darstellung der geplanten Sicherungsalternative; Geologische Barriere).

Dagegen gibt es keine verpflichtenden Vorgaben für das Schadstoffrückhaltevermögen. Ein hoher Anteil an Tonmineralen ist Voraussetzung für einen guten Rückhalt für Kationen (betrifft die überwiegenden Schwermetalle in gelöster Form). Im Gegensatz dazu werden gelöste Salze (z.B. Chloride und Sulfate) und anionisch vorliegende Stoffe (z.B. Chrom, Molybdän, Arsen, Cyanid) durch bindige mineralische Materialien (Tone, Schluffe) nicht bzw. kaum adsorbiert (aus GDA-Empfehlung E1-11 Schadstoffrückhaltevermögen mineralischer Barrieren 2019).

Für das Schadstoffpotential der Deponie Brüchau mit den Hauptschadstoffen Chloride und Quecksilber in elementarer Form muss man attestieren, dass hier hauptsächlich die Durchlässigkeit der geologischen Barriere für die Behinderung einer Schadstoffausbreitung und nicht das Schadstoffrückhaltevermögen der Tonminerale relevant ist.

An der Ablagerungsbasis der Deponie Brüchau ist eine geologische Barriere in Form des Mergelhorizonts vorhanden. Das Material dieser Barrierschicht erfüllt, anhand der vorhandenen Informationen die Anforderungen an die geringe Wasserdurchlässigkeit von $k_f \leq 1 \cdot 10^{-9}$ m/s. Aufgrund von Fehlstellen und der nicht ausreichenden Mächtigkeit des Mergelhorizontes wird es notwendig, die geologische Barriere in Anlehnung an die Vorgaben in Anhang 1 Nummer 1.2 Ziffer 3 Satz 2 DepV durch technische Maßnahmen zu vervollständigen und zu verbessern. Im Ergebnis der technischen Maßnahmen muss die gleiche Schutzwirkung gegenüber einer natürlichen geologischen Barriere für eine DKIII-Deponie nach DepV erzielt werden.

Die Planung sieht vor, auf der Sohlkubatur vollflächig eine 0,5 m starke Schicht aus natürlichem mineralischem Material (Ton, Lehm ggf. vergütet) zur Ergänzung/Vervollständigung der vorhandenen geologischen Barriere einzubauen. Mit der Vorgabe einer Wasserdurchlässigkeit von max. $k_f 1 \times 10^{-10}$ m/s bei einem Gradienten $i=30$ ist sichergestellt, dass diese Schicht allein schon die vorgegebene Schutzwirkung für eine geologische Barriere erfüllt. Der Einbau des Materials erfolgt in 2 Lagen a 25 cm und ist vorab in einem Probefeld zu testen.

Die Grundfläche der technischen geologischen Barriere beträgt ca. 22.100 m². Auf Grund der Böschungsbereiche kann die Oberfläche der wirksamen Barriere unter Vernachlässigung der Randbereiche zum Anschluss an die Grubenkubatur mit ca. 22.700 m² veranschlagt werden. Für die Errichtung der technischen geologischen Barriere werden ca. 12.000 m³ Material benötigt.

Die notwendige Qualität hinsichtlich der Eigenschaften, Dimensionierung, eingesetzten Materialien, dem Einbau und der notwendigen Eigen- und Fremdprüfungen wird durch Anwendung des bundeseinheitlichen Qualitätsstandards 1-0 „Technische Maßnahmen betreffend die geologische Barriere“, aufgestellt durch die LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“, vom 16.07.2014 gewährleistet (Anlage 5.1.1).

6.2 Basisabdichtung

Entsprechend den Vorgaben aus der Deponieverordnung sieht die Planung zur Sicherung des Standortes Deponie Brüchau die Errichtung einer Basisabdichtung bestehend aus 2 Abdichtungskomponenten vor.

Die untere Basisabdichtungskomponente besteht aus natürlichem bzw. vergütetem mineralischem Material, während aus Stabilitätsgründen bei der darüber angeordneten oberen Dichtungskomponente auf den Einsatz einer sonst zumeist verwendeten Kunststoffdichtungsbahn (KDB) verzichtet und stattdessen auf die mögliche Alternativlösung einer Asphaltabdichtung zurückgegriffen wird. Genauso wie bei der KDB handelt es sich bei der Asphaltabdichtung um eine Konvektionssperre. Damit wird die Empfehlung der DepV, bei Notwendigkeit einer Kombinationsdichtung, jeweils 1 Dichtungselement als mineralische Dichtung und das 2. Element als Konvektionssperre auszubilden erfüllt.

Zur Fassung und Ableitung eventuell anfallenden Sickerwassers aus dem Deponat schließt die Basisabdichtung nach oben hin mit einer Flächendränage ab.

6.2.1 Basisabdichtung mineralische Abdichtungskomponente

Oberhalb der verbesserten/vervollständigten geologischen Barriere wird im Pressverbund die mineralische Abdichtungskomponente aus natürlichem oder vergütetem Material hergestellt. Gemäß Anhang 1, Nummer 2.2 DepV muss diese Dichtungskomponente eine Mindestdicke von 0,50 m und einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k \leq 5 \times 10^{-10}$ m/s bei einem Druckgradienten von $i = 30$ einhalten.

Bei einer Grundfläche von ca. 21.700 m² weist die Oberfläche auf Grund der Böschungsanteile 22.250 m² auf. Für die Errichtung der mineralischen Basisabdichtungskomponente müssen ca. 11.100 m³ geeignetes Material (Ton, Lehm ggf. vergütet) eingebaut werden.

Hinsichtlich der Materialanforderungen, Anforderungen an die Leistungsfähigkeit mit den notwendigen Nachweisen, die Beständigkeit, notwendige Eignungsuntersuchungen, die Gewinnung und Aufbereitung des Dichtungsmaterials, des Einbaus, Maßnahmen zum Schutz der fertigen Komponente und des Qualitätsmanagements mit Abnahmevoraussetzungen wird auf folgende Unterlagen verwiesen, welche dem Antrag als Anlagen beigelegt und für die Sicherung verbindlich umzusetzen sind.

- LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (04.12.2014): Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 2-0 Mineralische Basisabdichtungskomponenten - übergreifende Anforderungen (Anlage 5.1.2)
- LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (02.12.2020): Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 2-1 Mineralische Basisabdichtungskomponenten aus natürlichen mineralischen Baustoffen (Anlage 5.1.3)
- LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (02.12.2020): Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 2-2 Mineralische Basisabdichtungskomponenten aus vergüteten natürlichen mineralischen Baustoffen (Anlage 5.1.4)
- ggf. LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (02.12.2020): Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 2-3 Mineralische Basisabdichtungskomponenten aus Deponieersatzbaustoffen

6.2.2 Basisabdichtung Asphaltkomponente

Asphaltabdichtungen bestehen aus definierten Gesteinskörnungen und spezifischen Bitumen als Bindemittel. Eine Asphaltabdichtungskomponente besteht aus einer Tragschicht und einer Dichtungsschicht. Bei einem Hohlraumgehalt ≤ 3 Vol.-% gilt die Dichtungsschicht als konvektionsdicht. Für die nachfolgend dargestellten Deponieasphalte liegt eine Eignungsbeurteilung der LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ vor (Anlage 5.1.6):

Asphalttragschicht

AC 16 T-DA: ASPHALTBETON MIT GRÖBTKORN 16 MM FÜR ASPHALTTRAGSCHICHTEN IN ABDICHTUNGSKOMPONENTEN AUS DEPONIEASPHALT (VORMALS DEPONIEASPHALTTRAGSCHICHT - DAT)

Asphaltdichtungsschicht:

AC 11 D-DA: ASPHALTBETON MIT GRÖBTKORN 11 MM FÜR ASPHALTDICHTUNGSSCHICHTEN IN ABDICHTUNGSKOMPONENTEN AUS DEPONIEASPHALT (VORMALS DEPONIEASPHALTDICHTUNGSSCHICHT – DAD)

AC 16 TD-DA: ASPHALTBETON MIT GRÖBTKORN 16 MM FÜR ASPHALTTRAGDICHTUNGSSCHICHTEN IN ABDICHTUNGSKOMPONENTEN AUS DEPONIEASPHALT (VORMALS DEPONIEASPHALTTRAGDICHTUNGSSCHICHT – DADT)

DARIN BEDEUTEN

AC ASPHALTBETONE (ASPHALT CONCRETE),

D DICHUNGSSCHICHTEN,

DA DEPONIEASPHALT,

T TRAGSCHICHTEN UND

TD TRAGDICHUNGSSCHICHTEN.

Die Planung sieht eine insgesamt 20 cm starke Asphalt dichtungskomponente bestehend aus:

- 8 cm AC 16 T-DA Asphalttragschicht und
- 2 Lagen à 6 cm AC 11 D-DA Asphalt dichtschiicht vor.

Die Anforderungen an das Asphalttrag- und Deckschichtmaterial sind in der „Güterichtlinie Abdichtungskomponenten aus Deponieasphalt“ beschrieben.

Tabelle 2: Anforderungen an Tragschichten (AC 16 T-DA), Dichtungsschichten (AC 11 D-DA) und Tragdichtungsschichten (AC 16 TD-DA) in Dichtungskomponenten aus Deponieasphalt (aus DGGT Güterrichtlinie Abdichtungskomponenten aus Deponieasphalt)

	Bezeichn. /Einheit	AC 16 T-DA	AC 11 D-DA	AC 16 TD-DA
Bindemittelsorte		70/100	70/100	70/100
Bindemittelgehalt	M-%	5,2-6,5	6,5-7,5	6,0-7,0
Hohlraumgehalt der fertigen Schicht	Vol.-%	≤ 4	≤ 3	≤ 3
Siebdurchgang 22,4 mm	M-%	100		100
Siebdurchgang 16,0 mm	M-%	90-100	100	90-100
Siebdurchgang 11,2 mm	M-%	-	90-100	-
Siebdurchgang 2,0 mm	M-%	40-60	45-60	40-60
Siebdurchgang 0,063 mm	M-%	9-14	11-16	9-14

Bei einer Grundfläche von ca. 20.900 m² weist die Oberfläche auf Grund der Böschungsanteile 21.450 m² auf. Für die Errichtung der Asphaltabdichtung müssen ca. 4.250 m³ Asphalt eingebaut werden.

Hinsichtlich der Materialanforderungen, der notwendigen Eignungsuntersuchungen, der Asphaltherstellung und Verarbeitung, der Anforderungen an den Einbau und des Qualitätsmanagements mit Abnahmevoraussetzungen wird auf folgende Unterlagen verwiesen, welche dem Antrag als Anlagen beigefügt und für die Sicherung verbindlich umzusetzen sind.

- LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (04.12.2014): Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 2-0 Mineralische Basisabdichtungskomponenten - übergreifende Anforderungen (Anlage 5.1.2)

- LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (07.07.2015): Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 2-4 „Basisabdichtungskomponenten aus Asphalt“ (Anlage 5.1.5)
- LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (02.12.2015, Fortschreibung 03.12.2019): Eignungsbeurteilung von Deponieasphalt zur Basis- und Oberflächenabdichtung von Deponien (Anlage 5.1.6)
- DGGT Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V.; Arbeitskreis 2.3: Asphaltbauweisen im Wasserbau und in der Geotechnik (2015): Güterrichtlinie Abdichtungskomponenten aus Deponieasphalt (Anlage 5.3.1)

6.2.3 Sickerwasserfassung

Bei der Sicherung der Deponie Brüchau soll das gesamte Deponat konditioniert und in die Bereiche mit der neu errichteten Basisabdichtung umgelagert werden. Der Einbau des Deponats erfolgt dann lagenweise unter Verdichtung. In dem Deponat sind nach dem Einbau keine freien Flüssigkeiten mehr vorhanden. Durch die Oberflächenabdichtung wird der Eintrag von Oberflächenwasser nach Abschluss der Sanierung wirkungsvoll verhindert.

Damit ist die Bildung von Sickerwasser praktisch ausgeschlossen. Allenfalls während der Bauausführung sind Einträge von Wasser in die bereits basisgedichteten Bereiche zu erwarten. Dieses Wasser wird weitgehend gefasst und abgeführt. Versickerte Restwassermengen sind allerdings nicht auszuschließen.

Um diese Restwassermengen zu fassen und abzuführen sowie zu Kontrollzwecken wird oberhalb der Dichtungskomponenten der Basisabdichtung eine mineralische Entwässerungsschicht, in Anlehnung an die Vorgaben Anhang 1, Nummer 2.2 DepV erstellt.

Wegen der erwarteten geringen Beaufschlagung des Systems mit Sickerwasser kann die Schichtstärke entsprechend der Ausnahmeregelungen in der DepV von 50 cm auf 30 cm reduziert werden.

Hinsichtlich der Materialanforderungen, der Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des Entwässerungssystems mit den notwendigen Nachweisen, der Beständigkeit, der notwendigen Eignungsuntersuchungen, des Einbaus, der Maßnahmen zum Schutz der fertigen Komponente und des Qualitätsmanagements mit Abnahmevoraussetzungen wird auf folgende Unterlagen verwiesen, welche dem Antrag als Anlagen beigefügt und für die Sicherung bis auf die im Kapitel dargestellten Ausnahmen verbindlich umzusetzen sind.

- LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (02.12.2020): Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 3-1 „Mineralische Entwässerungsschichten aus natürlichen Baustoffen in Basisabdichtungssystemen“ (Anlage 5.1.7)

- DGGT Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V.; Arbeitskreis 6.1: Geotechnik der Deponiebauwerke (2024): GDA-Empfehlung E 2-14 „Basis-Entwässerung von Deponien“ (Anlage 5.3.2)

In Anwendung dieser Vorgaben und Empfehlungen ist geplant die Entwässerungsschicht aus Kies (Rundkorn) oder doppelt gebrochenen Splitt der Korngruppe $d/D = 16/32$ nach DIN EN 12620 herzustellen. Damit soll der geforderte Durchlässigkeitsbeiwert $k \geq 10^{-3}$ m/s langfristig sichergestellt werden.

Die Grundfläche der Flächendränage beträgt ca. 20.600 m² bei einer Oberfläche ca. 21.150 m². Für die Errichtung der Flächendränage muss ein Einbauvolumen von ca. 6.300 m³ Kies veranschlagt werden.

Es wird allenfalls während der Bauperiode und kurze Zeit nach Fertigstellung der Standortsicherung mit dem Anfall von Deponiesickerwasser kalkuliert. Das in dieser Zeit anfallende Wasser kann von der geplanten Flächendränage schadlos aufgenommen werden. Wie bereits im Kap. 5.2 beschrieben, soll im Rahmen der Durchführungsplanung die Sohlkubatur anhand der Erkenntnisse aus der Umlagerung des SO-Bereichs optimiert und die Gefälleverhältnisse für die Sickerwasserfassung zusammen mit der Leitungsführung abschließend festgelegt werden.

Die in der GDA-Empfehlung E2-14 enthaltenen Planungsvorgaben hinsichtlich der Gefälleverhältnisse (Längsgefälle Sickerleitungen min. 1%), Leitungsquerschnitte (mindestens DN250) und Leitungslängen (max. 400 m) finden standortangepasst Berücksichtigung.

Aktuell wird davon ausgegangen, dass die spätere Sohle außerhalb des Altbereichs nach Süden abfallen wird. Aus diesem Grund wird hier entlang der Südböschung eine 53 m lange Sickerleitung vorgesehen, welches das Sickerwasser Richtung Westen leitet.

Für den Altbereich selbst wird ein Gefälle Richtung Osten geplant. Das anfallende Sickerwasser wird dann am Böschungsfuß östlich des Altbereichs in einem 50 m langen Sickerstrang gefasst und nach Süden abgeführt. An der Schnittstelle/Tiefpunkt beider Sickerstränge wird ein 11,00 m hoher Sickerwasser- und Kontrollschacht DN 3000 errichtet (Abbildung 14, Anlage 4.2). Von hier aus kann das Wasser nach Notwendigkeit abgepumpt und extern entsorgt bzw. verpresst werden. Die Information dazu erfolgt automatisch über entsprechende Kontrolleinrichtungen an das zuständige Personal.

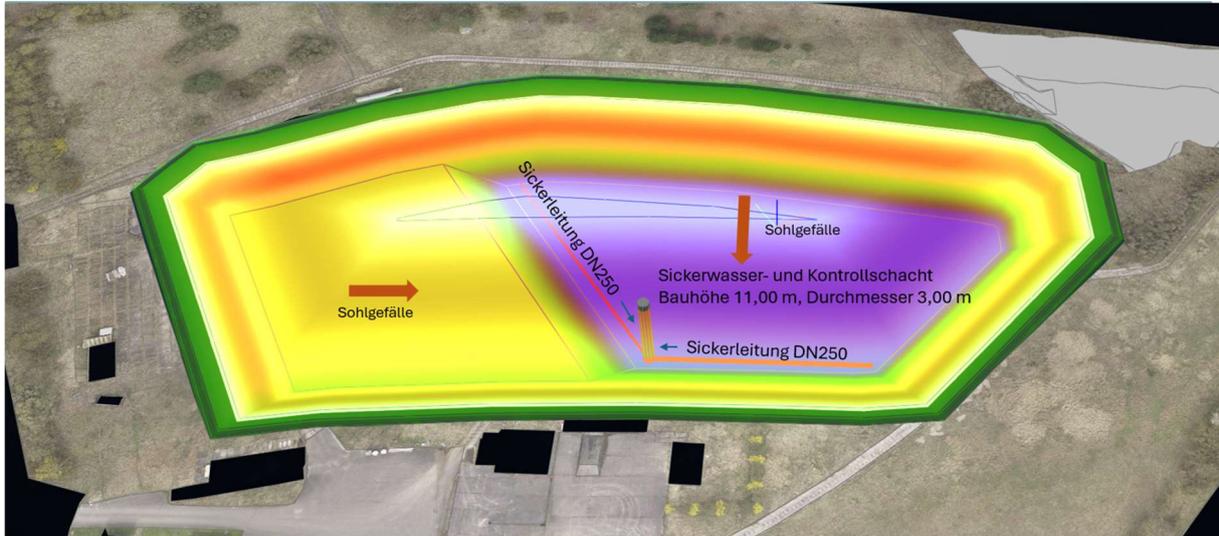


Abbildung 14: Geländemodell der gesicherten Deponie Brüchau mit Darstellung der aktuell geplanten Deponiesickerwasserfassung (Oberfläche Rekultivierungsschicht transparent)

Hinsichtlich der Qualitätsanforderungen für den Schacht und die eingesetzten Rohre gelten:

- LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (28.07.2017): Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 8-1 „Rohre, Schächte und Bauteile in Basis- und Oberflächenabdichtungssystemen von Deponien“ (Anlage 5.1.8) in Verbindung mit der GDA-Empfehlung E 2-14

7 Oberflächenabdichtung

Die Oberflächenabdichtung schützt das Deponat vor dem Eintritt von Oberflächenwasser, verhindert so Lösungsprozesse und die Bildung von Sickerwasser. Gleichzeitig werden eventuelle gas- und partikelförmige Emissionen aus dem abgelagerten Material unterbunden.

Für die Sicherung der Deponie Brüchau ist eine Kombinationsabdichtung aus einer natürlichen mineralischen Dichtung und einer Konvektionssperre geplant. Die geplanten Abdichtungselemente der Oberflächenabdichtung entsprechen den Vorgaben für eine DKIII-Deponie aus Anhang 1, Nummer 2.3 Tabelle 2 Nummern 3 bis 5 DepV.

Damit werden die Voraussetzungen für ein redundantes Dichtungssystem geschaffen. Der Einbau eines Dichtungskontrollsystems für die Konvektionssperre bietet zusätzliche Sicherheit gegen ein Versagen.

Die hydraulische Belastung des Dichtungssystems wird durch den Einbau einer Flächenentwässerung und einer ausreichend dimensionierten Rekultivierungsschicht wirkungsvoll reduziert. Gleichzeitig bilden beide Elemente der Oberflächenabdichtung Schutz vor mechanischen Beschädigungen und weiteren klimatischen Belastungen (Temperatur).

Auf den Einbau einer Ausgleichs- und/oder Entgasungsschicht kann am Standort Brüchau verzichtet werden.

Abbauversuche mit dem Deponat haben nachgewiesen, dass das Material für einen biologischen Abbau nicht zur Verfügung steht und damit kein Deponiegas gebildet wird. Durch den Wegfall von freiem Wasser, als Voraussetzung für den biologischen Abbau nach der Konditionierung und den Wiedereinbau des Deponats in die gedichteten Abschnitte kann ein biologischer Abbau zusätzlich ausgeschlossen werden.

7.1 Dichtungsaufleger

Das Dichtungsaufleger bestimmt die endgültige Kubatur des Oberflächenabdichtungssystems (Abbildung 15, Anlage 4.3). Es dient hauptsächlich als Tragschicht für die aufgebrachte Oberflächenabdichtung und zur Herstellung der notwendigen Gefälleverhältnisse für das anfallende Oberflächenwasser aus Niederschlägen.

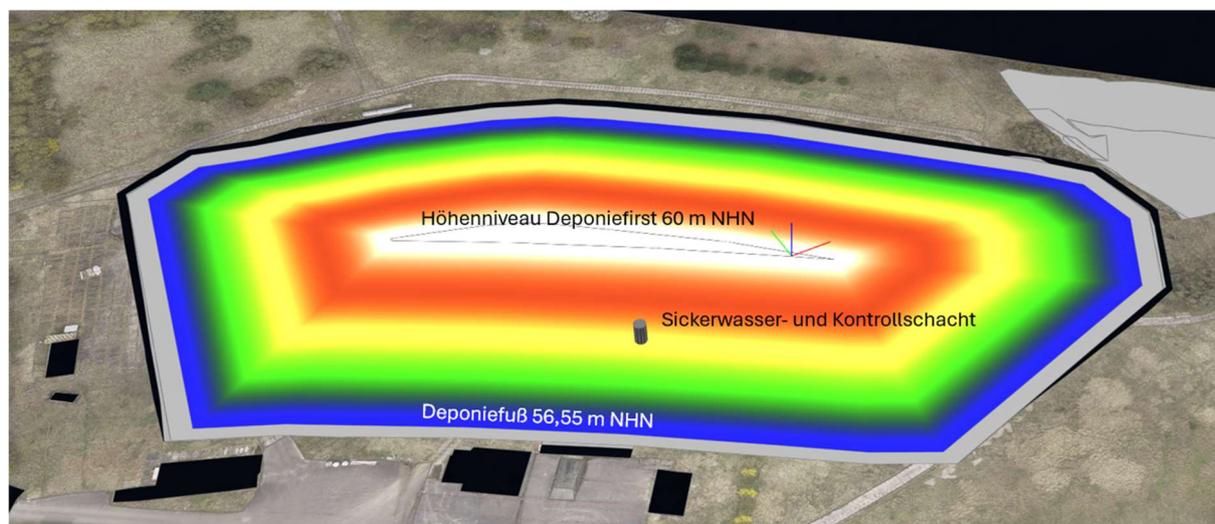


Abbildung 15: Geländemodell Dichtungsaufleger der Deponie Brüchau

Als Baustoffe für das Dichtungsaufleger werden das umzulagernde Deponat zusammen mit dem gewonnenen Bodenmaterial bei der Realisierung des vorgegebenen Planums für die Basisabdichtung genutzt. Da im Ergebnis der Mengenberechnung ein Volumendefizit von ca. 7.000 m³ auszugleichen ist, wird zur Herstellung des geplanten Dichtungsauflegers zusätzliches Material benötigt.

Dieses muss mechanisch stabil, biologisch nicht abbaubar und verdichtbar sein. Zudem darf es nicht ausgasen und keine freien Flüssigkeiten enthalten.

Um Emissionen (Quecksilber/NORM) zu reduzieren/verhindern ist geplant, die oberen 50 cm des Dichtungsauflegers entweder aus den umzulagernden Bodenanteilen oder aus dem

zwischenengelagerten Deponat des Ablagerungsbereichs SO (geringe Quecksilbergehalte) zu errichten.

Da das gesamte Deponat konditioniert und unter definierten Bedingungen (lagenweiser Einbau mit Verdichtung) in die gesicherten Bereiche eingelagert wird, kann nach Abschluss des Abbindeprozesses davon ausgegangen werden, dass der Deponiekörper und damit das Dichtungsauflager eine ausreichende Tragfähigkeit, als Voraussetzung für eine technisch einwandfreie Herstellung der Oberflächenabdichtung, besitzt. Nach der Profilierung des Dichtungsaufagers wird die Oberfläche maximal dynamisch verdichtet.

Eine separate Tragschicht kann damit entfallen.

7.2 Oberflächenabdichtung mineralische Abdichtungskomponente

Die Vorgaben der DepV für die mineralische Abdichtungskomponente aus natürlichem oder vergütetem Material in der Oberflächenabdichtung sind weitestgehend identisch mit dem Dichtungselement an der Deponiebasis. Gemäß Anhang 1, Nummer 2.3 DepV muss auch diese Dichtungskomponente eine Mindestdicke von 0,50 m und einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k \leq 5 \times 10^{-10}$ m/s bei einem Druckgradienten von $i = 30$ einhalten. Die Planung setzt diese Vorgaben um.

Die Forderung nach einem Schadstoffrückhaltevermögen entfällt.

Bei einer Grundfläche von ca. 20.900 m² weist die Oberflächenkubatur eine abgewinkelte Fläche von 20.950 m² auf. Für die Errichtung der mineralischen Oberflächenabdichtungskomponente müssen ca. 10.400 m³ geeignetes Material (Ton, Lehm ggf. vergütet) eingebaut werden.

Hinsichtlich der Materialanforderungen, der Anforderungen an die Leistungsfähigkeit mit den notwendigen Nachweisen, der Beständigkeit, der notwendigen Eignungsuntersuchungen, der Gewinnung und Aufbereitung des Dichtungsmaterials, des Einbaus, der Maßnahmen zum Schutz der fertigen Komponente und des Qualitätsmanagements mit Abnahmevoraussetzungen wird auf folgende Unterlagen verwiesen, welche dem Antrag als Anlagen beigefügt und für die Sicherung verbindlich umzusetzen sind.

- LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (04.12.2014): Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-0 „Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten Übergreifende Anforderungen“ (Anlage 5.1.9)
- LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (04.12.2020): Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-1 Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten aus natürlichen mineralischen Baustoffen (Anlage 5.1.10)
- LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (02.12.2014): Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 5-2 „Mineralische Oberflächenabdichtungskomponenten aus vergüteten natürlichen mineralischen Baustoffen“ (Anlage 5.1.11)

7.3 Kunststoffdichtungsbahn

Laut DepV kann die Konvektionssperre aus einer Asphaltichtung oder Kunststoffdichtungsbahn bestehen. Für die Oberflächenabdichtung der Deponie Brüchau ist der Einsatz einer Kunststoffdichtungsbahn (KDB) als 2. Abdichtungselement vorgesehen.

Die Kombinationsabdichtung aus einer Tonabdichtung als mineralisches Element und einer KDB stellt das Regelabdichtungssystem für die Oberflächenabdichtung einer DKIII-Deponie dar.

Gemäß DepV muss die Dicke der Eingesetzten KDB mindestens 2,5 mm betragen. Voraussetzung für den Einsatz der KDB ist die Zulassung durch die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM-Zulassung).

Die Zulassungsvoraussetzungen sind in der von der BAM, Fachbereich 4.3 „Schadstofftransfer und Umwelttechnologien“ herausgegebenen aktuellen „Richtlinie für die Zulassung von Kunststoffdichtungsbahnen für Deponieabdichtungen“ (05.2024) niedergelegt (Anlage 5.2.1).

Die Richtlinie beschreibt neben den rechtlichen Grundlagen, dem Geltungsbereich und den dazugehörigen Vorschriften, die Voraussetzungen und Inhalte der produktbezogenen Zulassung einer KDB.

„AUF DER GRUNDLAGE DIESER RICHTLINIE ZUGELASSENE DICHUNGSAHNEN SIND AUCH FÜR DIE SICHERUNG VON ALTLASTEN UND DIE OBERFLÄCHENABDICHTUNG VON DEPONIEEN GEEIGNET, DIE NICHT DER DEP V UNTERLIEGEN“ (Auszug aus der BAM-Richtlinie).

Die BAM-Zulassung für eine KDB beschreibt den Zulassungsgenstand, benennt den Antragsteller und Zulassungsnehmer, stellt die Prüfverfahren und Anforderungen sowie die notwendigen Maßnahmen der Eigen- und Fremdüberwachung dar und gibt Hinweise zum Einbau. Die Zulassung ist zeitlich begrenzt.

Eine Liste der zugelassenen Produkte kann unter dem Link:

https://tes.bam.de/tes/Content/DE/Downloads/geokunststoffe_zul_list.html

heruntergeladen werden.

Wegen des geringen Gefälles der Oberflächenkubatur von max. 7 % kann eine beidseitig glatte Kunststoffdichtungsbahn aus PEHD zum Einsatz kommen.

Vor den Bauarbeiten wird vom Hersteller ein individueller Verlegeplan für die Deponie Brüchau erarbeitet.

Die Kunststoffdichtungsbahn wird entsprechend der Vorgaben des Zulassungsbescheides manuell bzw. unter Verwendung eines Großgerätes mit angehängter Traverse auf der mineralischen Abdichtungskomponente in Gefällerrichtung ausgerollt. Voraussetzung für die Verlegung ist eine vorherige Freigabe des Planums der mineralischen Dichtung durch den

Fremdprüfer für die KDB. Die einzelnen Bahnen werden mit ca. 0,10 m Überlappung verlegt und maschinell mit Doppelnahat verschweißt.

Für den Anschluss von Durchdringungen oder an maschinell unzugänglichen Stellen wird das Extrusionsschweißverfahren angewendet.

Am Deponiefuß wird die KDB randseitig in die Mulde der Oberflächenwassersickerrigole eingebunden. Die mit der Kunststoffdichtungsbahn abzudichtende Fläche beträgt ca. 22.900 m².

7.4 Dichtungskontrollsystem

Das Dichtungskontrollsystem (DKS) ist ein elektronisches Überwachungssystem, durch das die Funktionsfähigkeit von konvektiven Abdichtungen (KDB) langfristig (mind. 30 Jahre) kontrolliert werden kann. Somit können mögliche Fehlstellen (Undichtigkeiten) ermittelt, geortet und im Nachgang ausgebessert werden. Die technische Nachweisschwelle des Systems ermöglicht die Ortung von allen Leckagen mit einem Lochdurchmesser ≥ 5 mm mit einer Ortungsgenauigkeit im Radius von 2,5 m.

Die DepV fordert den Einsatz eines Dichtungskontrollsystems für die Oberflächenabdichtung einer DKIII-Deponie. Die Zulassung des DKS wird genau wie bei der KDB durch die BAM erteilt und ist inhaltlich mit den Zulassungen dieser Dichtungskomponente vergleichbar. Die Voraussetzungen und Inhalte der Zulassung sind in der „Richtlinie für die Zulassung von Dichtungskontrollsystemen für Konvektionssperren in Deponieoberflächenabdichtungen“ (Stand 12.2022) Anlage 5.2.2 enthalten.

Die langfristige Funktionsfähigkeit von Kunststoffdichtungsbahnen in einer Oberflächenabdichtung kann nur durch Fehler während der Verlegung (Nahtqualität, mechanische Beschädigungen) und/oder durch den Eintrag von Zugspannungen infolge kleinräumiger Setzungen gefährdet werden. Alle Fehler zeigen sich sofort oder in einem begrenzten Zeitraum nach Fertigstellung, so dass im Mindestfunktionszeitraum des DKS alle eventuellen Undichtigkeiten erkannt, lokalisiert und gezielt beseitigt werden können. Kleinräumige Setzungen im Deponat können für die gesicherte Deponie Brüchau nach der Deponatumlagerung zudem vollständig ausgeschlossen werden.

Aktuell sind in Deutschland von der BAM die Dichtungskontrollsysteme der Firmen Sensor und Progeo (Stand 02.09.2024) zugelassen. Da das System der Fa. Sensor einer Beschränkung bis zum 01.03.2027 unterliegt, soll hier beispielhaft das unbefristet zugelassene System „Geologger MPLE Carbon FS“ der Fa. Progeo skizziert werden.

Das Dichtungskontrollsystem besteht aus einem matrixartigen Mess-Elektrodenraster (ca. 5 m * 5 m) unterhalb der KDB und einem Einspeise- bzw. Gegen-Elektrodenraster (ca. 25 m * 25 m)

Deutschen Wetterdienstes (DWD) 584 mm.

Zum Vergleich, der mittlere Jahresniederschlag in Deutschland beträgt ca. 830 mm.

Um ein schnelles Austrocknen der Rekultivierungsschicht am Standort Brüchau zu verhindern, wird auf den Standardaufbau nach DepV mit Einsatz einer 30 cm dicken Entwässerungsschicht aus Kies, Körnung 16/32 mm verzichtet. Stattdessen wird der optional mögliche Einsatz einer Dränmatte präferiert. Neben der Dränwirkung übernimmt die geosynthetische Flächendränge auch die Funktion als Schutzelement für die KDB.

Voraussetzung für die Nutzung einer Dränmatte im Oberflächenabdichtungssystem der Deponie Brüchau ist eine Zulassung durch die BAM. Die Zulassungsinhalte entsprechen weitgehend denen einer KDB, ergänzt um Ausführungen zu deren hydraulischen Eigenschaften. Die Vorgaben und Inhalte der Zulassung sind in der „Richtlinie für die Zulassung von Kunststoff-Dränelementen in Deponieoberflächenabdichtungen“ (Stand 05.2024) Anlage 5.2.3 zu entnehmen.

Die Flächendränge auf der Deponie Brüchau soll durch eine Dränmatte mit BAM-Zulassung aus dreischichtigem Verbundstoff, bestehend aus dem Dränkern und beidseitigen Filtervliesen ausgeführt werden. Die Dränkapazität dieser Dränmatte bei 20 kN/m² Auflast ist mit > 0,125 l/s*m bei $i = 0,1$ vorgegeben.

Eine Liste der zugelassenen Produkte kann unter dem Link:

https://tes.bam.de/TES/Content/DE/Downloads/geokunststoffe_zul_list.html

heruntergeladen werden.

Die Flächendränge wird vollflächig auf der KDB gemäß Zulassungsbescheid, unmittelbar nach Freigabe der abgedichteten KDB-Fläche in Gefällerrichtung von Hand ausgerollt. Die Verlegung der Bahnen erfolgt auf „Stoß“, wobei das oben liegende Vlies der nebeneinander liegenden Bahnen überlappt wird. Am Deponiefuß wird die Dränmatte genau wie die KDB randseitig in die Mulde der Oberflächenwassersickerrigole eingebunden. Die oberhalb der Kunststoffdichtungsbahn mit der Dränmatte abzudeckende Fläche beträgt ca. 22.900 m².

7.6 Rekultivierungsschicht

Die Rekultivierungsschicht übernimmt Funktionen und Aufgaben, die sich wie folgt gliedern:

- Kulturfähiger Boden für die Bepflanzung und Eingliederung des Bauwerkes in die Landschaft,
- Schutz der Abdichtungselemente vor mechanischen Einwirkungen,
- Schutz der Abdichtungselemente vor meteorologischen Einflüssen,
- Niederschlagspuffer durch Zwischenspeicherung und gleichmäßige Wasserabgabe an die Flächendränge sowie Verdunstung durch Evapotranspiration.

Auf Grundlage der regional zur Verfügung stehenden Bodenmaterialien (leichte Böden mit geringen Schlämmerkornanteilen) und den Vorgaben der DepV bzgl. der nutzbaren Feldkapazitäten ($nFk \geq 140$ mm) wird die Mächtigkeit der Rekultivierungsschicht aktuell mit 1,20 m, und damit 20 cm oberhalb der laut DepV vorgegebenen Mindestmächtigkeit von 1 m angesetzt. Die unteren 0,90 m werden aus Füllbodenmaterial hergestellt. Die oberen 0,30 m bestehen aus kulturfähigem Oberboden.

Die Grundfläche der Rekultivierungsschicht beträgt nach Abschluss der Sanierung ca. 24.800 m² bei einer abgewickelten Fläche von ca. 25.000 m². Für den Oberbodenanteil ist eine Menge von ca. 7.500 m³ notwendig, während für den Unter-/Füllboden ca. 20.200 m³ Boden aufgewendet werden müssen. In den Randbereichen außerhalb der Abdichtungselemente kann die Stärke der Rekultivierungsschicht reduziert werden.

Die Mindestanforderungen für die Qualität des eingesetzten Bodens für die Rekultivierungsschicht entsprechen den Vorgaben aus Anhang 3 Nummer 2 Tabelle 2 Zuordnungswerte Spalte 9 Rekultivierungsschicht der DepV.

Hinsichtlich der Materialanforderungen, den notwendigen Nachweisen und Eignungsuntersuchungen, der Gewinnung und Aufbereitung des Bodens, des Einbaus, der Maßnahmen zum Schutz der fertigen Komponente und des Qualitätsmanagements mit Abnahmevoraussetzungen wird auf folgende Unterlage verwiesen, welche dem Antrag als Anlage beigefügt und für die Sicherung verbindlich umzusetzen ist.

- LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (23.09.2021): Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 7-1 „Rekultivierungsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“ (Anlage 5.1.12)

Nach Fertigstellung der Rekultivierungsschicht wird diese, entsprechend dem noch ausstehenden Landschaftspflegerischen Begleitplans, begrünt.

8 Langzeitverhalten der Sicherungselemente, der Basis- und Oberflächenabdichtung

Die DepV fordert in Anhang 1 bezüglich der Langzeitsicherheit für das Abdichtungssystem eine Funktionserfüllung der einzelnen Komponenten und des Gesamtsystems über einen Zeitraum von mindestens 100 Jahren, für Dichtungskontrollsysteme gilt abweichend ein Zeitraum von mindestens 30 Jahren.

Durch konsequente Anwendung der materiellen Vorgaben aus dem Abfallrecht (DepV) mit den darin etablierten Qualitätsvorgaben in Form der Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards und der Zulassungen durch die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung können die

Ansätze aus der DEPV auch auf das geplante Sicherungsniveau der Deponie Brüchau übertragen werden. Die Einhaltung des Standes der Technik ist damit gewährleistet.

Im Rahmen der Durchführungsplanung wird ein Qualitätsmanagementplan unter Berücksichtigung der Vorgaben aus den GDA-Empfehlungen „E 5-1 Grundsätze des Qualitätsmanagements“ (Stand 10.2020, Anlage 5.3.3) erarbeitet. Dieser umfasst die Gesamtheit der Tätigkeiten im Rahmen der Qualitätsplanung, der Qualitätslenkung sowie der Qualitätssicherung und wird im Planungsprozess und bei der Projektdurchführung umgesetzt.

9 Entwässerung

9.1 Entwässerung während der Projektumsetzung

Im Rahmen der Projektumsetzung und unmittelbar nach Fertigstellung der Sicherung fällt neben Oberflächenwasser aus Niederschlägen und der Wasservorlage im Zentralteil des Ablagerungsbereichs, inklusive des korrespondierenden Schichtenwassers auch Brauchwasser aus der Gerätereinigung sowie Sickerwasser aus dem Deponat an.

Die zur Fassung, Ableitung, Zwischenspeicherung notwendigen Maßnahmen sind weitgehend identisch zu den Ausführungen in der Ergänzung 1 zum ABP Nr. HER 3/22 – Durchführungsplanung vom 15.05.2024, Kapitel 2.5.2 „Be- und Entwässerung, Gerätereinigung“ [6]. Hier wird darauf verwiesen.

Neben den dort beschriebenen Anlagen wird im Rahmen der Sicherung noch Wasser aus der Zwischenlagerung des gering belasteten Deponats aus dem Ablagerungsbereich SO anfallen. Dieses ist gemäß § 3 Abs. 2 AwSV Nr. 8 als "allgemein wassergefährdender" Stoff zu klassifizieren. Die dafür vorgesehene Zwischenlagerfläche (Anlage 7.1) von ca. 16.500 m² im Süden des Deponieareals wird, wegen der veranschlagten Bauzeit von über 6 Monaten, als ortsfeste Anlage gemäß der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) betrachtet. Die Bauausführung wird die Vorgaben der §26 und §28 AwSV erfüllen. Aktuell ist eine KDB als untere Abdichtungskomponente vorgesehen, darüber folgt eine kornabgestufte Tragschicht 0/32 mm von 15 cm und eine 8 cm starke Asphalttragdeckschicht AC 16 TD.

Das anfallende Wasser wird in randlich angeordneten Mulden des Zwischenlagers gesammelt und mit natürlichen Gefälle Richtung Osten in ein Speicherbecken abgegeben. Dieses Becken hat eine Kapazität von ca. 150 m³ (Abbildung 17).

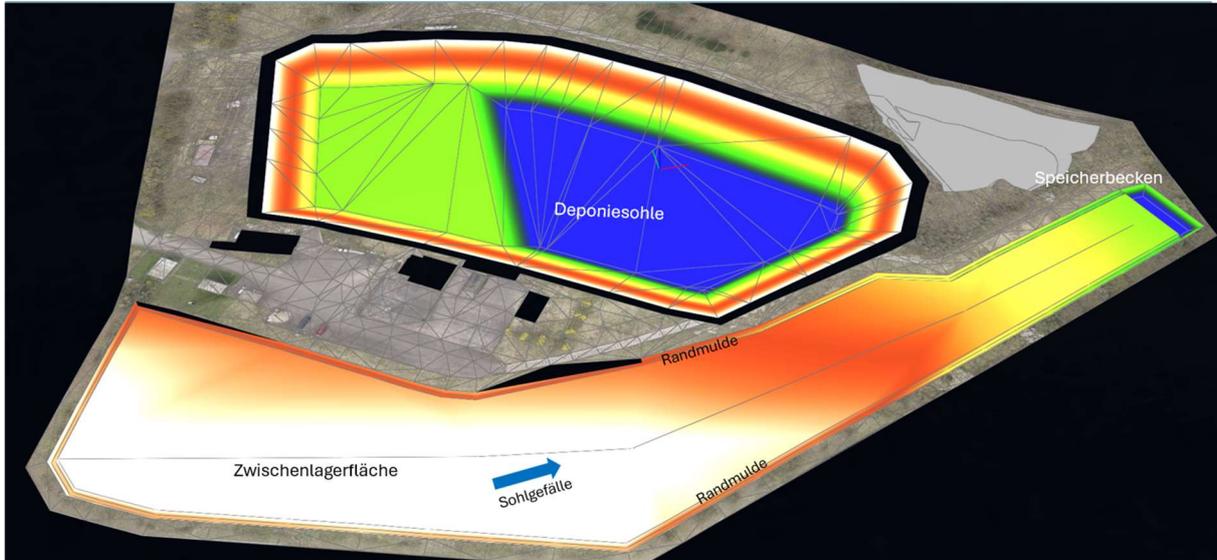


Abbildung 17: Darstellung des Geländemodells des geplanten Zwischenlagers mit Höhenniveaus

Zusätzlich fällt, nach Fertigstellung der Sicherung für einen begrenzten Zeitraum schon während der Bauausführung in den Ablagerungsbereich eingetretenes Wasser im Sickerwasserfassungssystem der Basisabdichtung an (vgl. Kap. 6.2.3).

Für die Gewährleistung der sicheren, umweltschonenden und wirtschaftlichen Entsorgung des Überstands- und Oberflächenwassers sowie Sickerwassers aus der Deponie Brüchau ist vorgesehen, die Bohrung Mahlsdorf 2 für die Versenkung determinierter Wassermengen vom Sicherungsstandort nachzunutzen.

Für die Wiederinbetriebnahme der Bohrung ist es notwendig die vorhandene Infrastruktur vor Ort herzurichten. Dafür hat Neptune Energy entsprechend der Anforderung des LAGB den Sonderbetriebsplan OPEA 01-2024 „Einbringung von Überstandswasser vom Deponiestandort Brüchau in die ehemalige Versenkbohrung Mahlsdorf 2“ erarbeitet und am 15.05.2024 zur Zulassung eingereicht.

In Ergänzung zum Sonderbetriebsplan hat Neptune Energy parallel zu diesem Ergänzungsantrag 2 zum ABP Nr. HER 3/22 eine wasserrechtliche Erlaubnis gem. § 8 Abs. 1 in Verbindung mit § 19 Abs. 2 WHG beantragt.

9.2 Niederschlagswasserfassung und -ableitung

Das geplante Niederschlagsentwässerungssystem der gesicherten Deponie Brüchau (Anlage 4.4) muss die schadlose Fassung und Ableitung des Oberflächenwassers, resultierend aus den Niederschlagsereignissen, gewährleisten. Dieses beinhaltet den:

- Oberflächenabfluss von der Rekultivierungsschicht sowie
- den Interflow aus der Flächendränage.

Die Ableitung der jeweiligen Abflüsse wird über ein System aus linienhaften Elementen (Mulden, Rigolen, etc.) gewährleistet.

Der Oberflächenabfluss von der Rekultivierungsschicht und der Interflow aus der Flächendränage können als schadstofffrei betrachtet werden. Diese Abflüsse können ohne weitere Behandlung direkt versickert werden.

Aufgrund der großen Entfernung zu einem geeigneten Vorfluter sollen die Abflüsse ortsnah außerhalb der Ablagerungsfläche auf dem Gelände der Deponie Brüchau versickert werden.

Dafür wird am Deponiefuß, außerhalb des Ablagerungsbereichs, eine ca. 620 m lange und 2 m breite Rand- und Versickerungsmulde mit Gefälle Richtung Osten erstellt (Anlagen 4.6.2, Abbildung 18). In dieser wird das anfallende Oberflächenwasser gefasst und versickert.

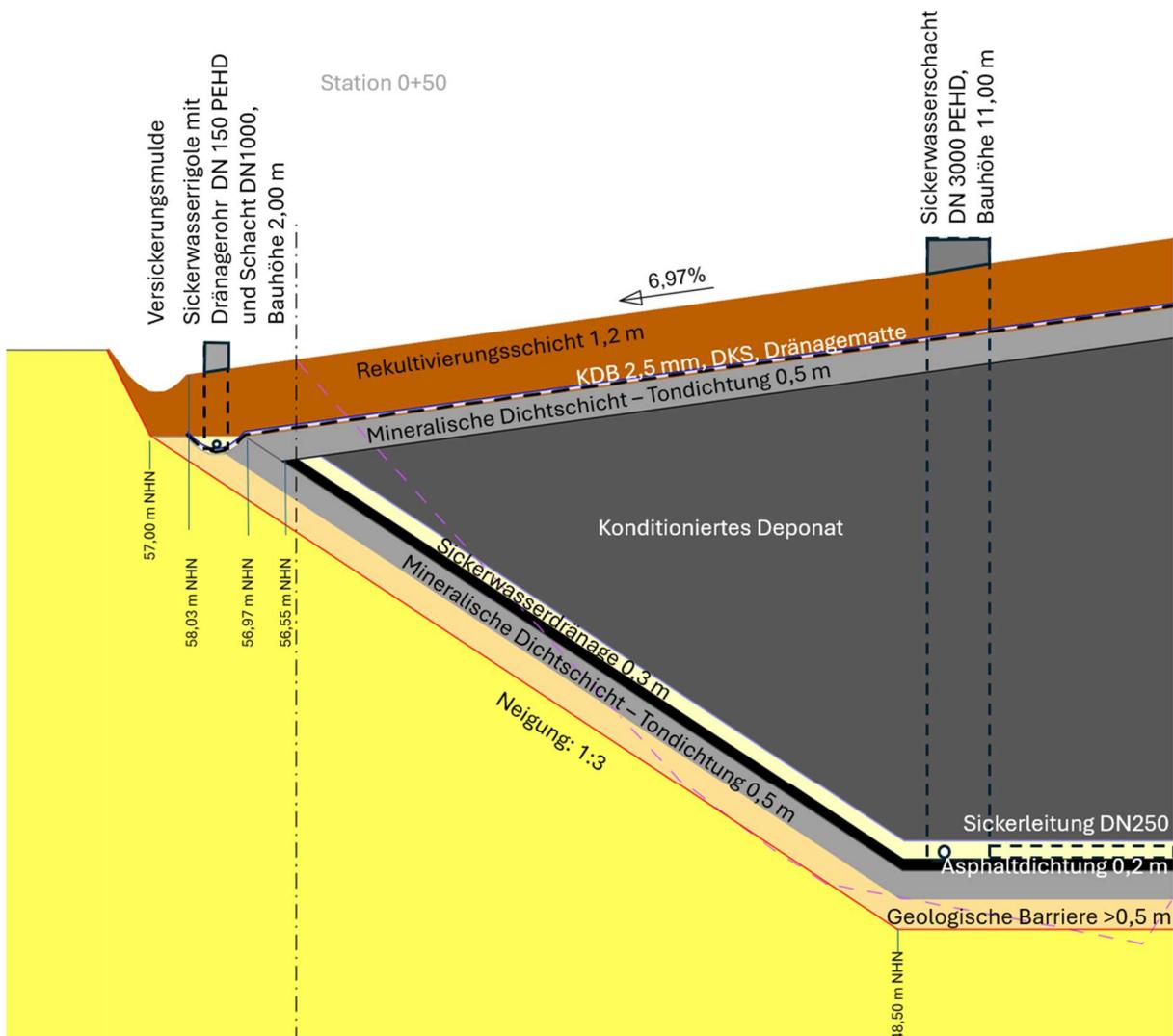


Abbildung 18: Detailquerschnitt der Sicherungselemente im Deponiefußbereich der Deponie Brüchau an Station 0+50

Bei Überschreitung der Versickerungskapazität wird das überschüssige Wasser direkt in die ehemalige Restgrube (vgl. Abbildung 13) abgeleitet.

Der in der Dränmatte gefasste Interflow wird zu einer ca. 602 m langen Oberflächensickerwasserrigole geführt. Die Sickerwasserrigole umschließt randseitig die gesamte Abdichtungsfläche (Abbildung 18). Sie wird als 2,0 m breite und mindestens 0,3 m tiefe Mulde ausgebildet. Die Kunststoffdichtungsbahn der Abdichtung wird komplett durch sie hindurchgeführt.

Oberhalb der KDB wird die Dränagematte des Flächendrains verlegt, so dass sich deren aufgefangenes Interflow am Tiefpunkt der Muldensohle sammeln und in der Rigole abgeführt werden kann. Zur Wasserableitung wird im Muldentiefpunkt oberhalb der Dränagematte ein PEHD Dränagerohr DN 150 eingebaut. Der Rest der Mulde wird mit 8/16 mm bzw. 16/32 mm Kies aufgefüllt.

Zum Schutz vor Verschlammung wird zwischen der Kiesauffüllung der Sickerwasserrigole und der darüber angeordneten Rekultivierungsschicht ein Filtervlies mit einem Flächengewicht von 300 g/m² angeordnet.

An den Richtungs- bzw. Gefällewechsell werden 10 begehbare Kontrollschächte im Abstand von ca. 17 m bis ca. 91 m mit einer Bauhöhe von 2 m als Fertigteilschächte aus PEHD DN 1000 mit Betonkonus nach FBS-Standard und BEGU-Schachtabdeckung Klasse B vorgesehen (Abbildung 19).

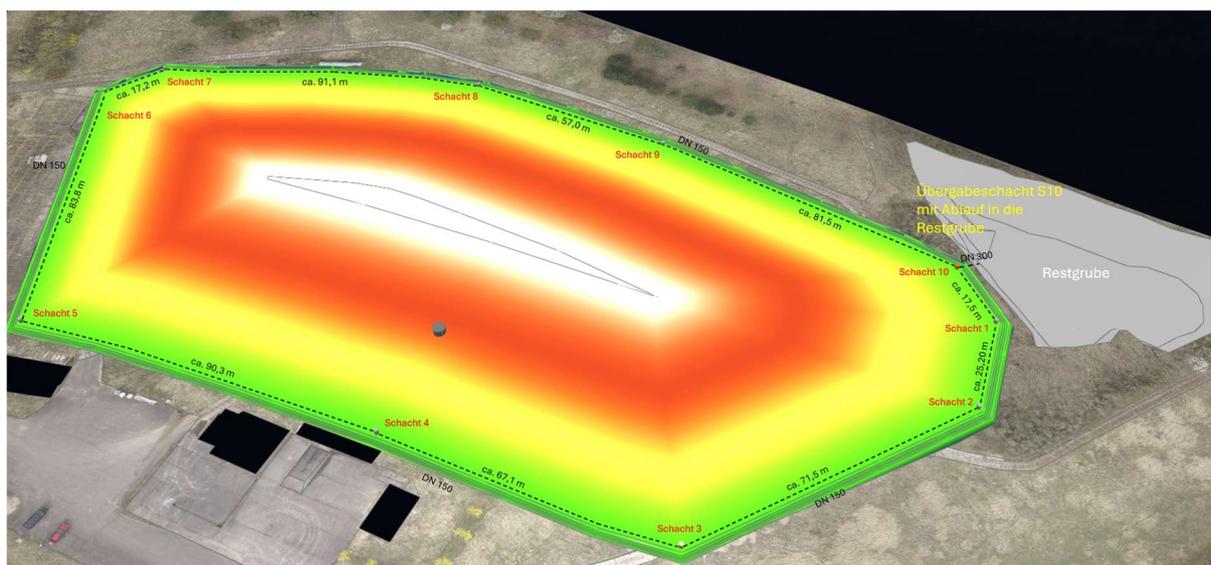


Abbildung 19: Rekultivierungsschicht der Deponie Brüchau mit den Kontrollschächten im Bereich der Oberflächensickerwasserrigole

Im Bereich der späteren Schachtlokationen im Rigolenbereich wird eine ebene Aufstandsfläche von 1,5 m * 1,5 m geschaffen und die Rigolenform entsprechend angepasst.

Um ein Durchstanzen der Schächte durch die KDB auszuschließen, wird unterhalb der Schächte

zwischen KDB und Dränagematte zusätzlich ein Schutzvlies mit einem Flächengewicht von 2.000 g/m² vorgesehen.

Nachfolgend werden die Kontroll- und Revisionsschächte errichtet und das Dränagerohr verlegt. Die Verbindung der Rohre untereinander und zu den Schächten erfolgt durch Steckmuffen.

Abschließend wird mit einem Bagger die Mulde mit Kies aufgefüllt und die Rigole mit einem Filtervlies bedeckt. Das Filtervlies wird zum Schutz vor Verwehungen mit Füllboden abgedeckt.

Am Tiefpunkt im Osten der Deponie am Schacht Nr. 10, wird das aufgefangene Wasser über eine ca. 9 m lange Sammelleitung DN 300 in die Restgrube abgegeben.

Im Rahmen der Sicherung werden die oberflächennahen lokal anzutreffenden wilden Müllablagerungen in der Restgrube rückstandslos entfernt, so dass hier keine Sekundärbelastung des eingebrachten Wassers gegeben ist (vgl. Durchführungsplanung vom 15.05.2024 Kap. 2.3 Überprüfung der verbliebenen Restgrube außerhalb der eigentlichen Deponie auf das Vorhandensein von Deponatresten aus der Hauptgrube [6]).

Die Einlaufbereiche in die Restgrube werden mit Erosionssicherungen aus Wasserbausteinen versehen.

Ein entsprechender „Einleit Antrag“ für die geplante Versickerung zusammen mit den hydraulischen Bemessungen des vorab dargestellten Entwässerungssystems werden im Zuge der Durchführungsplanung erarbeitet und zur Genehmigung eingereicht.

10 Bauablauf zur Umsetzung der Sicherung der Deponie Brüchau

Auf Grund der vorhandenen Kenntnisdefizite hinsichtlich der Sohlauströmung der ehemaligen Tongrube ist die Umsetzung der Sicherung in 2 Bauabschnitten geplant. Die Erkenntnisse bei der Umsetzung des 1. Bauabschnitts (Vorbereitende Maßnahmen) sollen in die Detailplanung für die eigentlichen Sicherungsarbeiten des Bauabschnitts 2 mit einfließen und so eine unter fachlichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten optimierte Projektumsetzung gewährleisten.

10.1 Erster Bauabschnitt Umlagerung des Deponats aus dem Verfüllabschnitt SO auf ein Zwischenlager

Der 1. Bauabschnitt beinhaltet die Umlagerung des mit durchschnittlich 30 mg/kg Quecksilber gering belasteten Deponats aus dem Verfüllabschnitt SO auf eine Zwischenlagerfläche im Süden des eingefriedeten Areals.

Zur Umsetzung dieses Bauabschnitts sind folgende Arbeitsschritte erforderlich:

1. Errichtung der Baustelleneinrichtung (Anlage 7.1) in Anlehnung an die Plandarstellung in Anlage 2.1 der Ergänzung 1 zum ABP Nr. HER 3/22 – Durchführungsplanung vom 15.05.2024 [6]. Die Änderungen betreffen die Nutzung des Bereitstellungslagers (Abbildung 20) für konditioniertes Deponat im Westen der Ablagerungsfläche mit den Abmessungen von 60 m x 25 m und einer Kapazität von ca. 3.500 t. Dieses soll während der Sicherung zur ggf. notwendigen Zwischenlagerung von hoch belasteten Deponatchargen zur Verfügung stehen.

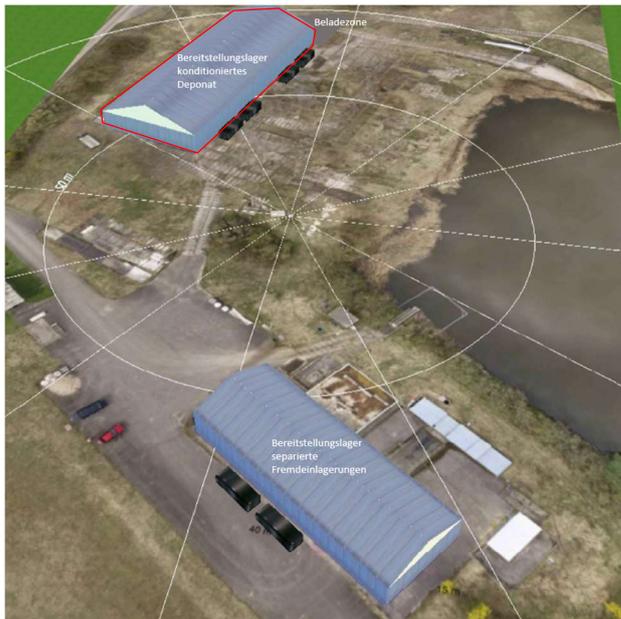


Abbildung 20: *Eingehauste Zwischenlager für hoch belastete Deponatchargen und für die Bereitstellung von separierten Fremdeinlagerungen*

Zusätzlich muss die Zwischenlagerfläche für das Deponat aus dem Verfüllabschnitt SO hergestellt werden. Die Zwischenlagerfläche bietet Platz für maximal 35.500 m³ (Abbildung 21).

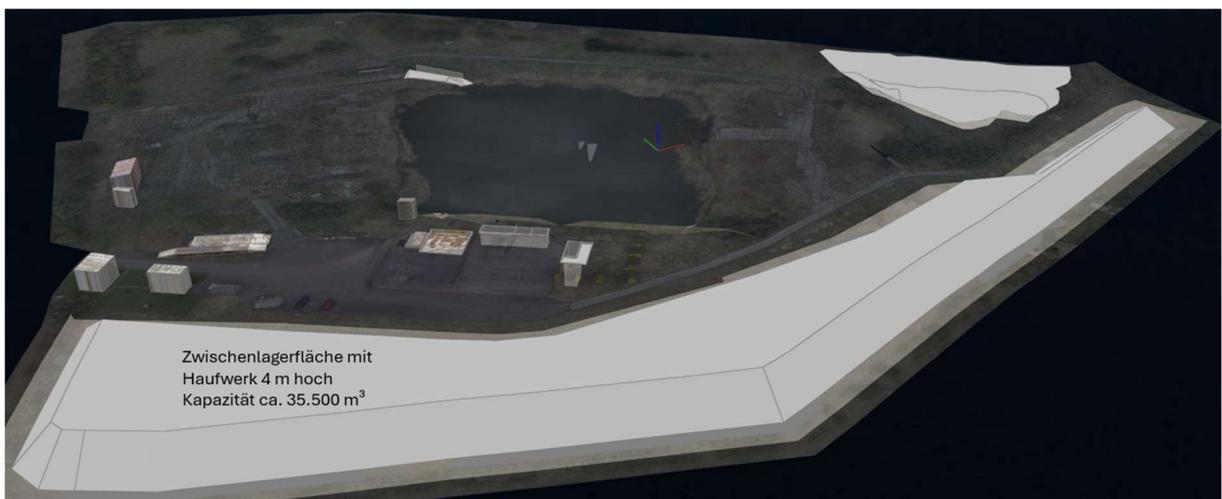


Abbildung 21: *Zwischenlagerkapazität*

2. Sukzessiver Abzug der Wasserauflage im Zentralteil der Deponie (Abbildung 22) bei paralleler Konditionierung des Deponats zur Sicherstellung der Materialstabilität. Beim vorgegebenen maximalen Wasserstand von 56,00 m ü. NN beträgt das Wasservolumen im Zentralteil der Deponie Brüchau ca. 12.600 m³; im Mittel ca. 10.000 m³. Das geplante Vorgehen für diesen Arbeitsschritt ist in der Durchführungsplanung [6] vom 15.05.2024, Kapitel 2.1 detailliert beschrieben.

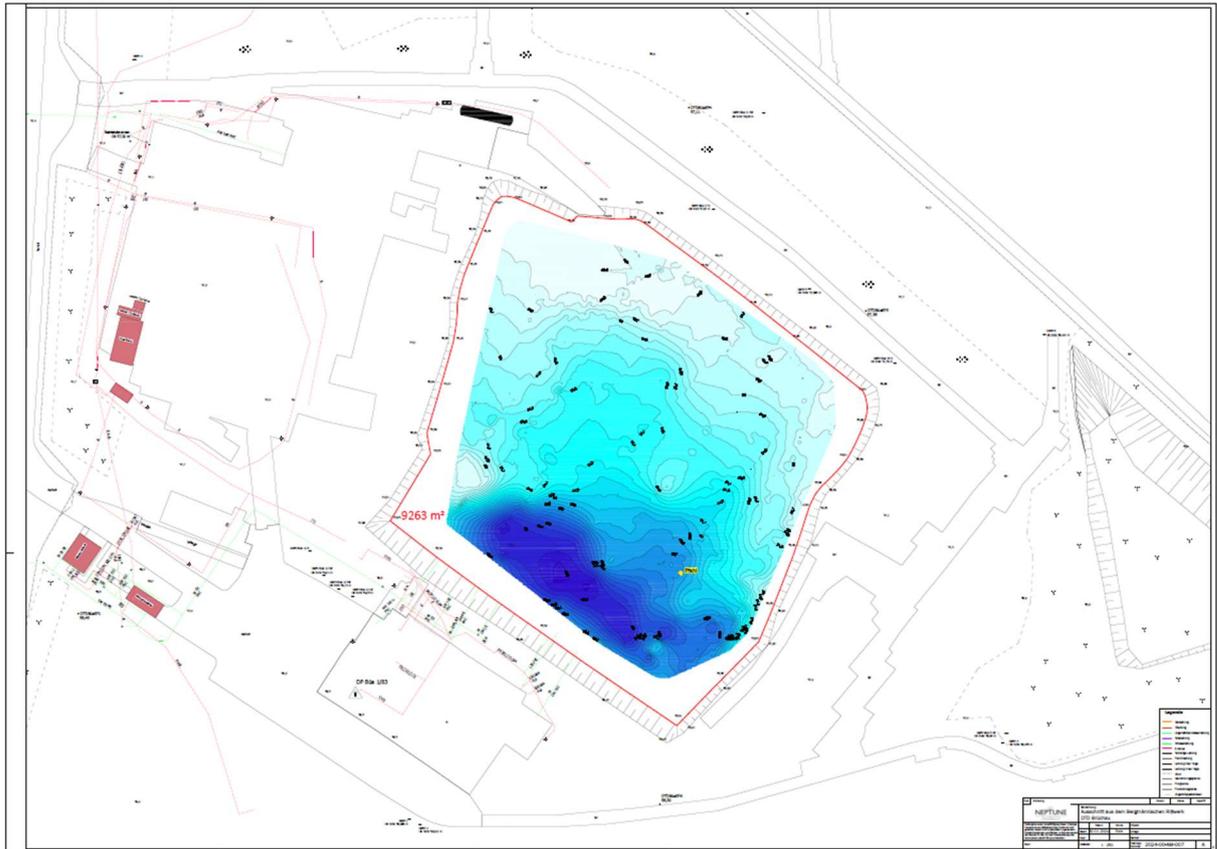


Abbildung 22: Wasserüberdeckter Zentralteil

3. Umlagerung von bis zu 33.000 m³ Deponat auf die Zwischenlagerfläche im Süden des Standortareals. Prüfung der angetroffenen Sohlverhältnisse und Anpassung der Planung nach Notwendigkeit.

10.2 Zweiter Bauabschnitt Standortsicherung

1. Im freigewordenen Ablagerungsbereich SO wird die Sohle entsprechend den Vorgaben profiliert und die Basisabdichtung abschnittsweise als Kombinationsdichtung (Tondichtung/Deponieasphaltdichtung) mit Sickerwasserflächendränage (zu Kontrollzwecken) errichtet.
2. In die fertiggestellten Abschnitte mit Basisabdichtung wird dann sukzessive das konditionierte Deponat aus dem Zentralteil verbracht und entsprechend der geplanten Kubatur eingebaut.

Die Maßnahmen zur Konditionierung und Deponatentnahme des Deponats sind in [1], Kap. 6.2 Deponatkonditionierung und 6.3 Deponatentnahme, [2] Kap. 3.6 „Testkonditionierung“ und 4.3 „Ergebnisse der Testkonditionierung“ und [6] Kap. 2.1.2 „Geplantes Vorgehen bei Konditionierung“ zu entnehmen.

3. Im Rahmen des Ausbaus werden wieder Teile der Deponiesohle für den weiteren Aufbau der Basisabdichtung zur Verfügung gestellt. Dieses Vorgehen wird von Ost nach West so fortgesetzt, bis die gesamte Grube über eine Basisabdichtung verfügt.
4. Das aus dem Bauabschnitt 1 zwischengelagerte Deponat des Ablagerungsbereichs Südost kommt zum Abschluss der Deponatumlagerung zu Profilierungszwecken zum Einsatz. Ziel der Profilierung ist die Errichtung einer Deponiekubatur mit einem allseitigen Gefälle von mindestens 5 % zur Sicherstellung eines natürlichen Abflusses des Oberflächenwassers.
5. Aufbau einer Oberflächenabdichtung als Kombinationsabdichtung bestehend aus den Dichtungselementen Tonabdichtung mit darüberliegender BAM-zugelassener Kunststoffdichtungsbahn (KDB). Ergänzend wird die Oberflächenabdichtung mit einem Dichtungskontrollsystem zur Leckdetektage ausgerüstet. Zum Schutz der Abdichtung, Einbindung in das Landschaftsbild sowie Vergleichmäßigung/Abführung der Niederschlagsversickerung werden die Dichtungselemente nach oben mit einer Flächendrainage und einer Rekultivierungsschicht abgedeckt.
6. Sukzessiver Rückbau der vorhandenen ober- und unterirdischen Infrastruktur auf dem Deponieareal wie z.B. Gebäude (meist Container), Anlagen, Versiegelungen, Wege, Ent- und Bewässerungseinrichtungen, Leitungsrückbau bis zur Liegenschaftsgrenze, Rückbau der Beleuchtung usw..
7. Wiedernutzbarmachung der Fläche nach den Vorgaben des Landschaftspflegerischen Begleitplans.
8. Rückbau und Entsorgung der Baustelleneinrichtung. Rückbau/Entsorgung der Einfriedung und noch vorhandener baulicher Reste auf der Deponie bis auf die im Monitoring verbleibenden Grundwassermessstellen.

Die einzelnen Phasen der Umsetzung werden in Anlage 7.2 visualisiert.

11 Umgang mit Fremdeinlagerungen und Fremdstoffen

11.1 Fremdeinlagerungen

Unter den Begriff Fremdeinlagerungen fallen die bis 1990 in die Deponie auf Zuweisung der DDR-Behörden, eingelagerten Stoffe („Gifte“) aus externen Quellen ([1] Kapitel 3.4). Die separierbaren Fremdeinlagerungen werden im Zuge der Umlagerung zu geeigneten Entsorgungseinrichtungen verbracht. Anhand der vorhandenen Unterlagen ist von einem Abfallaufkommen von mindestens 700 t auszugehen.

Für die Entsorgung geht Neptune Energy von der Notwendigkeit des Einsatzes thermischer Entsorgungsoptionen (Sonderabfallverbrennungsanlagen, ggf. thermische Verwertung) bzw. einer Untertageverbringung (UTD, Bergversatz) für diese Materialien aus.

Die während der Umlagerung geborgenen Fremdeinlagerungen werden bis zur Festlegung des Entsorgungsweges in das dafür vorgesehene eingehauste Bereitstellungslager verbracht und dort in verschlossenen ADR-Containern zwischengelagert. Nach der Festlegung des Beseitigungswegs wird das Material entsprechend den Inhaltsstoffen und nach Vorgaben des geeigneten Entsorgers verpackt und an diesen versendet. Das detaillierte Vorgehen beim Antreffen von Fremdeinlagerungen ist in [6], Kapitel 2.2.2 „Geplantes Vorgehen bei der Entnahme von Fremdeinlagerungen“ beschrieben.

Fremdstoffeinlagerungen sind vor allem im Verfüllabschnitt NW und im westlichen Randbereich des wasserüberdeckten Zentralbereichs zu erwarten.

11.2 Fremdstoffe

Als Fremdstoffe werden im Deponat enthaltender Bauschutt, Straßenaufbruch, Reste aus Bohrlochzementierungen, Schrott, Kunststoffreste, Holz und Pflanzenreste usw. bezeichnet. Anfallende mineralische Bestandteile (Beton, Asphalt, Schotter, Gestein) werden generell im Zuge der Umlagerung wieder in die gesicherten Bereiche mit eingebaut bzw. bei Eignung extern verwertet. Die Zerkleinerung des Materials erfolgt nach Bedarf. Hohlräume beim Wiedereinbau sind dabei auszuschließen.

Organische Materialien wie Holz und Pflanzenreste sowie Schrott und Kunststoffreste > 30 cm Durchmesser/Kantenlänge werden im Zuge der Umlagerung separiert und entsprechend der Belastung bzw. des Materials beseitigt oder verwertet.

Neben den Fremdstoffanteilen im Deponat fallen Fremdstoffe zur Entsorgung (Beseitigung/Verwertung) im Rahmen des regulären Rückbaus der vorhandenen Infrastruktur des Betriebspunktes an:

- Betonplatten aus der Deponieumfahrung, den Oberflächenversiegelungen der Verfüllabschnitte NW und SO sowie der Lagerfläche westlich der Deponie; gesamt ca. 8.337 m².
- Beton und Schrott aus dem Rückbau der versiegelten AwSV-Fläche (ca. 1.260 m²), Fundamente von Gebäuden und Anlagen, der Waage, der Entladerampe, des Feststoff-sedimentationssystems (3-Kammerbecken), des Sedimentationsbeckens für NORM-kontaminierte Schlämme, der Ansaugstelle, der Befüllungsrampe an der NW-Ecke, des wasserüberdeckten Zentralbereichs und dem Lagerschuppen usw.,
- Asphalt und Beton des eingehausten Bereitstellungslagers für hochbelastete Deponat-chargen ca. 1.500 m²,

- Asphalt und KDB des neu zu errichtenden Zwischenlagers im Süden des Deponieareals ca. 16.500 m²,
- Asphalt aus der Asphaltfläche (ca. 2.100 m²) im Eingangsbereich,
- Schotter- und RC-Material der Tragschichten der versiegelten Flächen,
- Container des Sozialgebäudes und der Schwarz-Weiß-Anlage (Verwertung bzw. bei Beseitigungsnotwendigkeit Anfall von Schrott, Dämmstoffen, Holz und Kunststoffen),
- Kunststoffe, Schrott, Kabel aus dem Leitungsrückbau inklusive Trafo- und Verteilerstationen sowie dem Rückbau der Beleuchtungsanlagen,
- Schrott aus Toren und Zäunen, Beton der Pfostenverankerungen aus dem Rückbau der Einfriedungen,
- Schrott aus Lagercontainern und dem Vorhaltetank für die Fahrzeugreinigung,
- Baustellenmischabfälle, Schrott, Kunststoffe und Holz aus Ablagerungen von nicht fest mit dem Untergrund verbundenen Materialien,
- Holz, Grünabfall und Stubben aus der ggf. notwendigen Baufreimachung im Osten der Deponie.

Hinsichtlich der Schadstoffgehalte können keine konkreten Aussagen getroffen werden. Es ist jedoch festzustellen, dass diese Stoffe aufgrund der gemeinsamen Ablagerung mit dem Deponat bzw. der Nachbarschaft zu den Entsorgungsbereichen zumindest teilweise auch belastet sein können.

12 Terminplan

Die Termine zur Sicherung des Betriebspunktes und der Wiedernutzbarmachung auf Basis der vorliegenden 2. Ergänzung zum Abschlussbetriebsplan sind abhängig von folgenden Faktoren:

- Der Dauer des Genehmigungsverfahrens für den Genehmigungsantrag.
- Der Klärung der Projektfinanzierung.

Aktuell ist es Neptune Energy nicht möglich, einen seriösen Terminplan zu erarbeiten. Wir sichern hinsichtlich der Projektfortführung aber eine proaktive Mitarbeit zu.

Unter optimalen Bedingungen geht Neptune Energy aktuell von einem Beginn der Arbeiten für den:

1. Bauabschnitt (Vorbereitende Maßnahmen) ab Ende 2025 und den
2. Bauabschnitt ab Ende 2026 aus.

Für den ersten Bauabschnitt wird eine Zeitdauer von ca. 6 Monaten veranschlagt. Der 2. Bauabschnitt wird mit einem Umsetzungszeitraum von ca. 2 Jahren kalkuliert.

Die Sicherung der Deponie Brüchau könnte nach gegenwärtigen Planungen bis Ende 2028 vollständig abgeschlossen sein.

13 Begleitender Arbeits- und Immissionsschutz

Die Arbeitsschutzmaßnahmen bei der geplanten Sicherung der Deponie Brüchau basieren auf den einschlägigen gesetzlichen und berufsgenossenschaftlichen Regelungen sowie den „Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltschutz- (HSE) Richtlinien“ von Neptune Energy.

Die Arbeiten im Rahmen der Sicherung der Deponie Brüchau finden überwiegend in kontaminierten Bereichen statt. Hieraus resultieren besondere Anforderungen an die Sicherheit und den Gesundheitsschutz nach Maßgabe der TRGS 524 „Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen“ (konkretisiert die Anforderungen der Gefahrstoffverordnung) und der DGUV Regel 101-004 „Kontaminierte Bereiche“.

Die besonderen Anforderungen an die Sicherheit und den Gesundheitsschutz, die aus dem Umgang mit Gefahrstoffen resultieren, werden im Arbeits- und Sicherheitsplan in Anlehnung an die TRGS 524 (konkretisiert die Anforderungen der Gefahrstoffverordnung) und unter Berücksichtigung der bergrechtlichen Belange dargelegt. Dieser wurde im Rahmen der Durchführungsplanung für die Rückbauoption erarbeitet.

Er berücksichtigt die notwendigen Arbeiten für die Konditionierung, Deponatentnahme und -umlagerung, den Transport zu den Bereitstellungsflächen, die Bereitstellung des Materials in bewetterten Zelten bis zum Abtransport vom Standort. Da die Eingriffe in den Ablagerungsbereich während der Sicherung mit der Deponatentnahme beim Rückbau vergleichbar sind, kann auf den A+S-Plan aus [6] Anhang 4 zurückgegriffen werden.

Im Rahmen der vertraglichen Bindung geeigneter Kontraktoren für die Bauausführung und Entsorgungsleistungen wird der A+S-Plan auf Basis der konkreten Projektumsetzung (Anzahl der eingesetzten Unternehmer auf der Baustelle, gemeinsame Schnittstellen mit potentieller gegenseitiger Gefährdung) durch einen Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan ergänzt. Dieser bildet die Vorgehensweise bei gegenseitigen Gefährdungen ab.

Die geplanten technischen und persönlichen Schutzmaßnahmen sind auf den Worst-Case-Fall abgestimmt.

Inhaltlich entspricht der Arbeits- und Sicherheitsplan dem Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokument nach § 3 ABergV (Brückendokument).

14 Nachsorge

Die Nachsorgephase für die gesicherte Deponie Brüchau beginnt nach Fertigstellung des 2. Bauabschnitts. Sie umfasst die erforderlichen Überwachungs-, Kontroll- und Unterhaltungsmaßnahmen auf dem gesicherten Deponiestandort für die Abdichtungs- und Entwässerungselemente. Im Rahmen der Nachsorge wird die Stabilität des Deponiekörpers bzw. der darin enthaltenen Abfälle sowie der Auswirkungen der Sicherungsmaßnahmen auf das Grundwasser geprüft und beurteilt.

Die Nachsorge kann enden, wenn die Deponie in einen Zustand überführt wurde, der auch zukünftig keine Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit erwarten lässt. Bei Deponien unter Abfallrecht sind die Voraussetzungen dafür in einem Arbeitspapier des LAGA ATA Ad-hoc Ausschusses „Entlassung von Deponien aus der Nachsorge“: „Grundsätze zur Entlassung von Deponien aus der Nachsorge“ (05.2018, Anlage 5.1.13) niedergelegt. Die dort dargestellten Betrachtungen können auch für die bergbauliche Entsorgungsanlage Brüchau herangezogen werden.

Die Prüfkriterien lauten wie folgt:

1. Umsetzungs- und Reaktionsvorgänge,
2. Gasbildung und Gasemissionen,
3. Setzungen, Funktionsfähigkeit des Oberflächenabdichtungssystems,
4. Standsicherheit,
5. Sickerwassereinleitung,
6. Auslöseschwellen.

Sie sind ganz oder teilweise relevant. Zusätzlich umfasst die Nachsorge das Grundwassermonitoring.

14.1 Grundwassermonitoring

Die Inhalte des Grundwassermonitorings wurden im Genehmigungsantrag zum Abschlussbetriebsplan Nr. HER 3/22 Rückbau und Wiedernutzbarmachung der Deponie Brüchau [1] dargestellt und in der Zulassung NB 2.6 vom 31.01.2023 (Nr.: 12-34317-6010-1351/2023) bestätigt. Der vorliegende Antrag berücksichtigt die Inhalte aus [1].

Das Grundwassermonitoring sieht eine periodische Durchführung der Überwachungsmaßnahmen vor. Die Grundwasserprobenahme erfolgt zusammen mit entsprechenden Stichtagmessungen vierteljährlich. Ergänzend werden an ausgewählten GWM einmal im Jahr zusätzliche Wasserproben für radiologische Untersuchungen gewonnen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen werden in Jahresberichten zusammengefasst und dem LAGB übermittelt.

Die entnommenen Grundwasserproben werden auf folgende Parameter untersucht:

- Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium,
- Chlorid, Sulfat, Nitrat, Nitrit, Hydrogenkarbonat, Cyanid_{gesamt}, Cyanid_{leicht freisetzbar},
- Lithium, Strontium, Barium,
- Quecksilber, Blei, Arsen, Cadmium, Kupfer, Chrom_{gesamt},
- Phenol-Index,
- KW-Index, AOX, EOX, LHKW.
- An den GWM T 1, T 2, T 3, T 5n, T 6, T 8, T 11 und dem Betriebsbrunnen finden zusätzlich radiologische Untersuchungen statt.

Die Planung sieht vor, den aktuellen Monitoringumfang am Standort Brüchau bis 10 Jahre nach der Sicherung fortzuführen.

Danach sollte über das Monitoringprogramm (Parameterumfang, einbezogene GWM, Kontrollzyklus) und über den Verbleib der GWM neu entschieden werden. Alle nicht mehr benötigten GWM werden von uns sukzessive, gemäß den Vorgaben des DVGW-Arbeitsblattes W135 fachgerecht zurück gebaut.

14.2 Abdichtungssystem

14.2.1 Setzungen

Für die Setzungsmessung werden auf der Rekultivierungsschicht 20 Setzungspegel errichtet. An den Setzungspegeln werden einmal jährlich Setzungsmessungen durchgeführt. Wenn die Setzungen über 3 Jahre hintereinander bei allen Setzungspegeln < 1 cm sind, kann die Setzungsmessung im Rahmen der Nachsorge entfallen.

14.2.2 Deponiekontrollsystem

Die Unversehrtheit der KDB wird mittels Dichtungskontrollsystem im 1. Jahr nach Errichtung des Abdichtungssystems vierteljährlich, durch Messung des elektrischen Widerstandes kontrolliert. Ab dem 2. Jahr sind jährliche Kontrollmessungen ausreichend, da kleinräumige Setzungen im Deponiekörper nicht zu erwarten sind und durch die Rekultivierungsschicht ein ausreichender Schutz gegen mechanische Beschädigungen gegeben ist.

14.2.3 Rekultivierungsschicht und Bewuchs

Einmal jährlich erfolgt im Rahmen einer Begehung der gesamten Anlage eine visuelle Kontrolle der Gräben, des Versickerungsbeckens und der Vegetation. Evtl. erforderliche Pflege- und

Wartungsmaßnahmen bzw. Vergrämungsmaßnahmen bei Wühltätigkeit von Tieren werden nach Bedarf veranlasst.

14.3 Oberflächen- und Sickerwasserfassungen, -beprobungen

Die Oberflächen- und Sickerwasserentwässerungsleitungen werden in den ersten 3 Jahren einmal jährlich gespült, gereinigt und mit der Kamera befahren. Danach kann der Abstand auf 2 Jahre verlängert werden, wenn sich der Zustand stabilisiert hat.

Die Schächte des Entwässerungssystems werden einmal jährlich visuell kontrolliert und bei Bedarf gereinigt.

Einmal pro Jahr erfolgt eine Probenahme des Sickerwassers (soweit vorhanden). Der Parameterumfang entspricht der Grundwasseruntersuchung.