

Hochwasserschutz an der Vicht

**Bau zweier Hochwasserrückhaltebecken
Standort V3.2 Rott
Standort V4 Mülartshütte**

Bodenmanagementplan Standort V3.2 Rott

Heft IX / XIV der Antragsunterlagen

erstellt im Auftrag des

WVER Wasserverband Eifel-Rur

Eisenbahnstr. 5
52353 Düren

BGU-Projektnummer 4159/22
Erstellt am 28.02.2023

Inhaltsverzeichnis	Seite
I Tabellenverzeichnis	2
II Abbildungsverzeichnis	2
III Anlagenverzeichnis.....	2
1 Anlass und Aufgabenstellung	3
2 Verwendete Unterlagen / vorangegangene Untersuchungen	3
3 Planung.....	4
4 Geologische, geographische, hydrologische Situation – geotechnische Untersuchungen.....	5
5 Bodenchemische Situation - chemische Untersuchungen	7
5.1 Abfalltechnische Bewertung.....	8
5.2 Untersuchung des Oberbodens hinsichtlich der Einhaltung der Vorsorgewerte der BBodSchV	13
5.2.1 Allgemeines	13
5.2.2 Ergebnisse.....	14
5.3 Untersuchung des Unterbodens nach Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV).....	15
5.3.1 Allgemeines	15
5.3.2 Ergebnisse.....	15
5.4 Bewertung der Betonaggressivität	21
6 Wiederverwertbarkeit des anstehenden Bodens	22
7 Zusammenfassung.....	26

I Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Ergebnisse der abfalltechnischen Untersuchung der Bodenproben am Damm	9
Tabelle 2: Ergebnisse der abfalltechnischen Untersuchung der Bodenproben an der BE-Fläche	11
Tabelle 3: Ergebnisse der abfalltechnischen Untersuchung der Bodenproben	12
Tabelle 4: Ergebnisse der Untersuchung der Oberbodenproben nach BBodSchV	14
Tabelle 5: Ergebnisse der Untersuchung der Bodenproben nach ErsatzbaustoffV am Damm	17
Tabelle 6: Ergebnisse der Untersuchung der Bodenproben nach ErsatzbaustoffV an der BE-Fläche	20
Tabelle 7: Ergebnisse der Untersuchung der Bodenproben nach ErsatzbaustoffV	21
Tabelle 8: Ergebnisse der Untersuchung auf Betonaggressivität	22
Tabelle 9: Ergebnisse der Untersuchungen der Bodenproben	27

II Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Bodeneigenschaften und Bodenkenwerte von Prof. Dr Feiser (Darstellung aus Heft IX und X der Antragsunterlagen, Ingenieurgesellschaft Kärcher)	6

III Anlagenverzeichnis

1	Lagepläne (2 Seiten)
2	Legende, Bohrprofile, Schichtenverzeichnisse (33 Seiten)
3	Laborprotokolle
1	LAGA TR Boden 2004 (17 Seiten)
2	BBodSchV & ErsatzbaustoffV (14 Seiten)
3	DIN 4030 Betonaggressivität (2 Seite)
4	Probenahmeprotokolle (6 Seiten)

1 Anlass und Aufgabenstellung

Der WVER Wasserverband Eifel-Rur plant zum Hochwasserschutz der Ortslagen an der Vicht, im Bereich der Ortschaften Roetgen Rott und Mulartshütte, den Bau zweier Hochwasserrückhaltebecken. Hierzu ist die Errichtung von Dämmen vorgesehen. Im Vorfeld der geplanten Maßnahmen soll ein Bodenmanagementplan erstellt werden. Dieser Bericht befasst sich mit der Bewertung der umweltchemischen Kriterien der am geplanten Dammstandort im Ortsteil Rott (siehe Lageplan in Anlage 1) anfallenden Bodenmaterialien hinsichtlich ihrer Wiederverwendbarkeit. Die geotechnische Eignung der Materialien wurde im Rahmen der Berichterstellung nicht überprüft.

2 Verwendete Unterlagen / vorangegangene Untersuchungen

Regelwerk:

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz - BMUV: Bundes- Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV vom 16.07.2021; Inkrafttreten 01.08.2023)
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz - BMUV: Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung (ErsatzbaustoffV vom 16.07.2021; Inkrafttreten 01.08.2023)
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz - BMUV: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG), Stand 04.01.2023
- Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln für die Verwertung-, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), Stand 05. November 2004
- Verordnung zur Umsetzung des Europäischen Abfallverzeichnisses (Abfallverzeichnis-Verordnung AVV), Stand 01.01.2002

Unterlagen:

- FBI - Prof. Dr.-Ing. Johannes P.J. Feiser: Hochwasserschutz Vichtbach Rückhaltebecken V3 (Rott) - Projekt 1688/15 -, 05.01.2015
- Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH: Hochwasserschutz an der Vicht Geotechnisches Gutachten Neubau des Hochwasserrückhaltebeckens HRB Standort V3.2 Rott Hefte IX und X der Antragsunterlagen, 02.11.2021
- WALD + CORBE Consulting GmbH: Hochwasserschutz an der Vicht, Bau zweier Hochwasserrückhaltebecken Standort V 3.2 Rott Standort V 4 Mulartshütte, Erläuterungsbericht (wasserbauliche Planung) Heft IIIa / XIV der Antragsunterlagen, Dezember 2022
- BGU GmbH: Hochwasserschutz, Errichtung eines Hochwasserrückhaltebeckens, Damm Rott, Beprobung und abfalltechnische Untersuchung, Stolberg, 17.11.2022

Kartenmaterial:

- Hydrologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1 : 25.000, Grundriss- und Profilkarte, Blatt 5303 Roetgen (Stand 1983)
- Topographische Karten des Geoinformationssystems der Landesregierung NRW: www.tim-online.de
- Karten der Geodateninfrastruktur NRW, Geschäftsstelle IMA GDI.NRW: www.geoportal.nrw
- Karten des Fachinformationssystems ELWAS für die Wasserwirtschaft in NRW, MULNV NRW: www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/index.xhtml

3 Planung

Die Planung sieht die Errichtung eines Hochwasserrückhaltebeckens (HRB) in Form eines begrünten Erddamms mit einer Hochwasserentlastungsanlage im Auslassbauwerk vor. Geplant ist eine Untergrundabdichtung bis in den anstehenden Tonstein. Der Damm soll als Zonendamm mit einem Stützkörper, einem innenliegenden Dichtungskörper unterhalb der Dammkrone sowie einem Kaminfilter einschließlich Sohldränage luftseitig des Dichtungskörpers errichtet werden. Am luftseitigen Böschungsfuß wird eine Dränageleitung DN 200 mit Kontrollschächten zur Kontrolle des Sickerwassers eingebaut. Der Oberflächenwasserabfluss erfolgt sowohl luft- als auch wasserseitig über Entwässerungsmulden.

Der Damm verläuft in Südost-Nordwestliche-Richtung senkrecht zur Vicht auf ca. 200 m mit seitlicher Einbindung in das Bestandsgelände. Die Dammkrone wird mit einer Breite von 5,0 m ausgeführt, die Bermenwege auf Luftseite sind mit 4,6 m und aus Wasserseite mit 7,3 m Breite festgesetzt. Geplant ist die Ausführung der Dammkrone und Bermen als Schotterwege. Der Dichtungskörper wird so hergestellt, dass er ca. 1 bis 2 m in den anstehenden Tonstein einbindet.

Das Auslassbauwerk mit Hochwasserentlastungsanlage ist in den Rückhaltedamm integriert und wird als offenes, zweizüiges Durchlassbauwerk aus Stahlbeton hergestellt. Während der Herstellung des Auslassbauwerks ist die Herstellung einer Umleitungsrisse zum ungehinderten Ablauf der Vicht geplant. Die Umleitungsrinne wird, nach Umleitung der Vicht in das neue Gewässerbett am Auslassbauwerk, wieder verfüllt.

Als Baustelleneinrichtungsfläche ist die ca. 9.200 m² große Wiese westlich des geplanten Dammstandortes vorgesehen.

4 Geologische, geographische, hydrologische Situation – geotechnische Untersuchungen

Am Standort wurden 2014/2015 von Prof. Dr. Feiser geotechnische Untersuchungen durchgeführt sowie das Gebiet geotechnisch bewertet.

Das anstehende Festgestein wird aus den Siegener und den Zweifaller Schichten des Unterdevon gebildet. Dieser 150 m mächtige Gesteinshorizont besteht überwiegend aus schluffig-sandigen Tonsteinen mit rötlicher Färbung, in den unterschiedlich mächtige Sandsteinschichten eingelagert sind. Die hydrogeologische Karte gibt einen Auflockerungshorizont von ca. 25 - 35 m an. Oberhalb stehen die Verwitterungsbildungen als Verwitterungslehm oder Verwitterungsfels an. Im Bereich des Verlaufs der Vicht liegen lokal die Vichtsotter vor.

Im Zuge der geotechnischen Charakterisierung wurden an ungestörten Proben des Decklehms der in-situ Wassergehalt, die Scherfestigkeit sowie die Durchlässigkeit bestimmt. An den Bohrproben wurden für die Lockergesteine zusätzlich Korngröße, Plastizität und Wassergehalt ermittelt. Ausgesuchte Felsproben wurden exemplarisch auf ihre Dichte und die Ein-axiale Druckfestigkeit untersucht, die Trennflächen wurden vor Ort aufgenommen. Den vorliegenden Böden wurden entsprechend von Prof. Dr. Feiser die folgenden Bodeneigenschaften und Bodenkennwerte zugeordnet.

Modellschicht	Tallehm/Hanglehm	Bachschotter	Festgestein
Homogenbereich	B	C	D
Bodenart	Schluff-Sand-Gemische tonig	Kies, steinig, schwach sandig, schwach schluffig	Tonstein, Sandstein
Konsistenz	wch - stf-	md –dicht	-
Bodengruppe nach DIN 18196	UM, UA	GW, GU	Tst, Ust, Sst
Bodenklasse nach DIN 18300 alt	4 - 5 (2 ¹)	3	6 - 7
Frostempfindlichkeit (ZTVE)	F 3	F 1 - F 2	-
Wichte γ / γ' [kN/m ³]	18/9 – 19/11	20/10 – 22/12	26/16
Reibungswinkel φ_k [°]	27,5	32,5 - 35	25 – 30
Kohäsion c_k [kN/m ²]	5 - 10	0	5 - 15
Undrainierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m ²]	50 – 300	-	-
Steifemodul ¹ $E_{s,k}$ [MN/m ²]	2 – 5	> 50	> 500
Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	10 ⁻⁷ – 10 ⁻⁸	5x10 ⁻⁴ – 5x10 ⁻⁵	-
Anteil Steine (63 - 200 mm) [%]	< 10	< 30	-
Anteil Blöcke (200 - 630 mm) [%]	-	< 10	-
Anteil große Blöcke (> 630 mm)[%]	-	-	-
Konsistenzzahl I_c [-]	0,5 – 1,5	-	-
Plastizität I_p [%]	15 – 30	-	-
organischer Anteil [%]	5 - 30	< 3	0

Abbildung 1: Bodeneigenschaften und Bodenkennwerte von Prof. Dr Feiser (Darstellung aus Heft IX und X der Antragsunterlagen, Ingenieurgesellschaft Kärcher)

Für den Tonstein wird eine Gesteinsfestigkeit von $f_{ck} = 5 - 10 \text{ MN/nm}^2$ (MPa) angegeben.

Die Ingenieurgesellschaft Kärcher gibt in Ihrem Gutachten von 18.02.2020 (Heft IX und X) Vorgaben zu Material- und Einbauanforderungen der Materialien in Stützkörper, Kerndichtung und Kamindrain in Kapitel 3.2.

Für den Stützkörper wird Material der Bodengruppe GW, GU gefordert, für die Kerndichtung TM, TL sowie für den Kamindrain GW. Entsprechend der o.g. Bodenkennwerte sind vermutlich Teile des anstehenden Bodens zu gebrauchen. Das Gutachten kommt ebenfalls zu dem Schluss, dass der felsige Baugrubenaushub, nach entsprechender Zerkleinerung, als Stützkörpermaterial generell geeignet ist. Der Lehm kann allenfalls zur Geländemodellierung genutzt werden.

Im Folgenden wird nicht auf die bautechnischen Eigenschaften des Materials eingegangen, diese sind hinreichend beschrieben. Das anstehende Material ist, durch die unterschiedlich starke Verwitterung, sehr inhomogen und daher beim Aushub auf seine bautechnische Eignung zu prüfen. Das Material muss voraussichtlich aufbereitet werden. In diesem Bericht werden die chemischen Eigenschaften des vorliegenden Materials hinsichtlich einer Entsorgung (Kap. 5.1) sowie einer möglichen Wiederverwertbarkeit (Kap. 5.2 - 5.4) bewertet.

Gemäß der Schätzung des Planungsbüros Wald + Corbe Consulting GmbH werden für die Maßnahme ca. 7.800 m³ Oberboden/Waldboden abgetragen. Für die Baugrube, Untergrundabdichtung und die Umleitungsrinne fallen zusätzlich ca. 20.700 m³ anstehendes Bodenmaterial an. Dem Gegenüber werden ca. 85.000 m³ Material für den Stützkörper, ca. 17.500 m³ Material für den Dichtungskörper sowie ca. 14.000 m³ Dränmaterial und ÜbergangsfILTER benötigt.

5 Bodenchemische Situation - chemische Untersuchungen

Am 06.10.2022 wurden von der BGU Gesellschaft für Baustoffüberwachung und Geotechnischen Umweltschutz mbH, im Auftrag des WVER Wasserverband Eifel Rur, insgesamt 15 Bohrungen (RKB 1 - RKB 15) im Bereich der Dammaufstandsfläche und 6 Bohrungen (RKB 16 - RKB 21) im Bereich der Baustelleneinrichtungsflächen (BE) westlich des Dammstandortes niedergebracht. Die Bohrungen wurden rastermäßig verteilt, die Anzahl richtete sich dabei nach den Vorgaben der DIN 4020. Die Bohrungen RKB 1, RKB 2, RKB 6, RKB 7 und RKB 11 konnten aufgrund der Unwegsamkeit des Geländes nicht ausgeführt werden und mussten entfallen. Die Lage der Bohransatzpunkte wurde mittels GPS ermittelt und ist in Anlage 1 dargestellt. Die Bohrprofilen und Schichtenverzeichnissen der durchgeführten Bohrungen sind in Anlage 2 enthalten.

Die Entnahme der Bodenproben erfolgte gemäß DIN EN ISO 22475-1 jeweils je Schichtwechsel und / oder Meter in gasdicht verschließbare 440 ml Glasbehälter. Insgesamt konnten 56 Bodenproben gewonnen werden.

Aus den entnommenen Bodenproben wurden 6 materialabhängigen Mischproben zusammengestellt. Die Zusammensetzung kann den Probenahmeprotokollen in Anlage 4 entnommen werden.

Die Bodenmischproben wurden an ein, nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium, hier die GEOTAIX Umwelttechnologie GmbH, überstellt und dort untersucht.

Zwecks abfalltechnischer Bewertung wurden die Mischproben auf die Parameter der TR LAGA 20 für Boden (2004) untersucht. Zur Klärung der Wiederverwendbarkeit wurden die Oberbodenproben auf die Parameter der Vorsorgewerte der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV n.F., In Kraft treten: 01.08.2023) analysiert. Für die Unterbodenproben wurden die Parameter für Boden und Baggermaterial der Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV, In Kraft treten: 01.08.2023) betrachtet. Zusätzlich wurde der Verwitterungshorizontbereich der Dammaufstandsfläche auf seine Betonaggressivität nach DIN 4030 untersucht.

5.1 Abfalltechnische Bewertung

Die abfalltechnische Bewertung erfolgte der Grundlage der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) in „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden)“ von 2004. Die im Umkreis der Maßnahme befindlichen Rekultivierungsmaßnahmen, die als mögliche Entsorgungsstellen in Frage kommen, sind in Anlehnung an die TR LAGA 20 Boden genehmigt.

Insgesamt wurden 4 Bodenmischproben im Bereich der Dammaufstandsfläche aus den unterschiedlichen Schichten (Oberboden, Lehm, Vichtterrasse, Verwitterungsfels), sowie 2 Bodenmischproben (Oberboden, verlehnte Terrasse) aus dem Bereich der Baustelleneinrichtungsfläche erstellt.

Die angewandten Untersuchungsverfahren und Bestimmungsgrenzen können den in Anlage 3 beigefügten Laborprotokollen entnommen werden.

In den folgenden Tabellen 1 und 2 sind die Ergebnisse der Untersuchungen den Grenzwerten der LAGA Boden 2004 gegenübergestellt. Die Tabelle 3 gibt das Ergebnis der abfalltechnischen Untersuchung zusammenfassend wieder.

Für die Tabellen gilt: S = Sand, L= Lehm-Schluff, T = Ton; n.n. = nicht berechenbar. Die Überschreitungen eines LAGA-Grenzwerts sind fett markiert, fett und kursiv gedruckt sind Überschreitungen der LAGA Z 2 Werte.

Tabelle 1: Ergebnisse der abfalltechnischen Untersuchung der Bodenproben am **Damm**

Parameter	Einheit	Rott Damm, MP Oberboden	Rott Damm MP Lehm	Z 0			Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Eluat		22W07887-001	22W07887-002						
pH-Wert		6,5	6,5	6,5 - 9,5			6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
elektr. Leitf.	µS/cm	64	28	250			250	1.500	2.000
Chlorid	mg/l	< 10	< 10	30			30	50	100
Sulfat	mg/l	< 20	< 20	20			20	20	200
Cyanide ges.	µg/l	< 5,0	< 5,0	5			5	10	20 ³
Arsen	µg/l	< 10	< 10	14			14	20	60
Blei	µg/l	10	< 7,0	40			40	80	200
Cadmium	µg/l	0,90	1,5	1,5			1,5	3	6
Chrom	µg/l	< 7,0	< 7,0	12,5			12,5	25	60
Kupfer	µg/l	66	11	20			20	60	100
Nickel	µg/l	16	< 10	15			15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,5			< 0,5	1	2
Zink	µg/l	85	72	150			150	200	600
Phenolindex	µg/l	< 10	<10	20			20	40	100
Feststoff				S	L	T	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Arsen	mg/kg	31	29	10	15	20	45	45	150
Blei	mg/kg	130	40	40	70	100	210	210	700
Cadmium	mg/kg	0,86	< 0,40	0,4	1	1,5	3	3	10
Chrom ges.	mg/kg	18	20	30	60	100	180	180	600
Kupfer	mg/kg	26	16	20	40	60	120	120	400
Nickel	mg/kg	15	14	15	50	70	150	150	500
Quecksilber	mg/kg	0,33	0,10	0,1	0,5	1	1,5	1,5	5
Thallium	mg/kg	< 0,40	< 0,40	0,4	0,7	1	2,1	2,1	7
Zink	mg/kg	120	83	60	150	200	450	450	1.500
Cyanide ges.	mg/kg	2,0	< 1,0	-	-	-	3	3	10
TOC	%	10	1,9	0,5	0,5	0,5	1,5	1,5	5
EOX	mg/kg	< 1,0	< 1,0	1	1	1	3	3	10
KW/GC _(C10-C40)	mg/kg	120	< 100	100	100	100	300	300	2.000
KW/GC _(C10-C22)	mg/kg	100	< 100				600	600	1.000
BTEX	mg/kg	n.n.	n.n.	1	1	1	1	1	1
LHKW	mg/kg	n.n.	n.n.	1	1	1	1	1	1
PCB ₆	mg/kg	0,00410	0,00500	0,05	0,05	0,05	0,15	0,15	0,5
PAK (EPA)	mg/kg	3,54	1,12	3	3	3	3 (9)	3 (9)	30
Benzo(a) pyren	mg/kg	0,22	0,15	0,3	0,3	0,3	0,9	0,9	3

Tabelle 1: Ergebnisse der abfalltechnischen Untersuchung der Bodenproben am **Damm** (Fortsetzung)

Parameter	Einheit	Rott Damm, MP Terrasse	Rott Damm MP Verwitterungsfels	Z 0			Z 1.1	Z 1.2	Z 2
				S	L	T	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Eluat		22W07887-003	22W07887-004						
pH-Wert		6,6	6,6	6,5 - 9,5			6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
elektr. Leitf.	µS/cm	15	7,0	250			250	1.500	2.000
Chlorid	mg/l	< 10	< 10	30			30	50	100
Sulfat	mg/l	< 20	< 20	20			20	20	200
Cyanide ges.	µg/l	< 5,0	< 5,0	5			5	10	20 ³
Arsen	µg/l	< 10	< 10	14			14	20	60
Blei	µg/l	< 7,0	< 7,0	40			40	80	200
Cadmium	µg/l	< 0,50	< 0,50	1,5			1,5	3	6
Chrom	µg/l	< 7,0	< 7,0	12,5			12,5	25	60
Kupfer	µg/l	< 10	< 10	20			20	60	100
Nickel	µg/l	< 10	< 10	15			15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,5			< 0,5	1	2
Zink	µg/l	< 40	< 40	150			150	200	600
Phenolindex	µg/l	< 10	< 10	20			20	40	100
Feststoff				S	L	T	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Arsen	mg/kg	31	9,5	10	15	20	45	45	150
Blei	mg/kg	14	8,0	40	70	100	210	210	700
Cadmium	mg/kg	< 0,40	< 0,40	0,4	1	1,5	3	3	10
Chrom ges.	mg/kg	73	56	30	60	100	180	180	600
Kupfer	mg/kg	20	5,0	20	40	60	120	120	400
Nickel	mg/kg	59	83	15	50	70	150	150	500
Quecksilber	mg/kg	< 0,10	< 0,10	0,1	0,5	1	1,5	1,5	5
Thallium	mg/kg	< 0,40	< 0,40	0,4	0,7	1	2,1	2,1	7
Zink	mg/kg	12	100	60	150	200	450	450	1.500
Cyanide ges.	mg/kg	< 1,0	< 1,0	-	-	-	3	3	10
TOC	%	< 0,5	< 0,50	0,5	0,5	0,5	1,5	1,5	5
EOX	mg/kg	< 1,0	< 1,0	1	1	1	3	3	10
KW/GC (C10-C40)	mg/kg	< 100	< 100	100	100	100	300	300	2.000
KW/GC (C10-C22)	mg/kg	< 100	< 100				600	600	1.000
BTEX	mg/kg	n.n.	n.n.	1	1	1	1	1	1
LHKW	mg/kg	n.n.	n.n.	1	1	1	1	1	1
PCB ₆	mg/kg	n.n.	n.n.	0,05	0,05	0,05	0,15	0,15	0,5
PAK (EPA)	mg/kg	n.n.	n.n.	3	3	3	3 (9)	3 (9)	30
Benzo(a)pyren	mg/kg	< 0,030	< 0,030	0,3	0,3	0,3	0,9	0,9	3

Tabelle 2: Ergebnisse der abfalltechnischen Untersuchung der Bodenproben an der **BE-Fläche**

Parameter	Einheit	Rott, BE, MP	Rott, BE, MP ver-	Z 0			Z 1.1	Z 1.2	Z 2
		Oberboden	lehmtete Ter- rasse						
Eluat		22W07887- 005	22W07887- 006						
pH-Wert		6,5	6,5	6,5 - 9,5			6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
elektr. Leitf.	µS/cm	42	13	250			250	1.500	2.000
Chlorid	mg/l	< 10	< 10	30			30	50	100
Sulfat	mg/l	< 20	< 20	20			20	20	200
Cyanide ges.	µg/l	< 5,0	< 5,0	5			5	10	20 ³
Arsen	µg/l	< 10	< 10	14			14	20	60
Blei	µg/l	< 7,0	< 7,0	40			40	80	200
Cadmium	µg/l	< 0,50	< 0,50	1,5			1,5	3	6
Chrom	µg/l	< 7,0	< 7,0	12,5			12,5	25	60
Kupfer	µg/l	< 10	< 10	20			20	60	100
Nickel	µg/l	< 10	< 10	15			15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,5			< 0,5	1	2
Zink	µg/l	< 40	< 40	150			150	200	600
Phenolindex	µg/l	<10	<10	20			20	40	100
Feststoff				S	L	T	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Arsen	mg/kg	33	52	10	15	20	45	45	150
Blei	mg/kg	130	23	40	70	100	210	210	700
Cadmium	mg/kg	2,8	< 0,40	0,4	1	1,5	3	3	10
Chrom ges.	mg/kg	30	28	30	60	100	180	180	600
Kupfer	mg/kg	19	28	20	40	60	120	120	400
Nickel	mg/kg	32	37	15	50	70	150	150	500
Quecksilber	mg/kg	0,20	< 0,10	0,1	0,5	1	1,5	1,5	5
Thallium	mg/kg	< 0,40	< 0,40	0,4	0,7	1	2,1	2,1	7
Zink	mg/kg	310	140	60	150	200	450	450	1.500
Cyanide ges.	mg/kg	2,5	< 1,0	-	-	-	3	3	10
TOC	%	6,0	0,57	0,5	0,5	0,5	1,5	1,5	5
EOX	mg/kg	< 1,0	< 1,0	1	1	1	3	3	10
KW/GC _(C10-C40)	mg/kg	< 100	< 100	100	100	100	300	300	2.000
KW/GC _(C10-C22)	mg/kg	< 100	< 100				600	600	1.000
BTEX	mg/kg	n.n.	n.n.	1	1	1	1	1	1
LHKW	mg/kg	n.n.	n.n.	1	1	1	1	1	1
PCB ₆	mg/kg	n.n.	n.n.	0,05	0,05	0,05	0,15	0,15	0,5
PAK (EPA)	mg/kg	0,490	n.n.	3	3	3	3 (9)	3 (9)	30
Benzo(a) pyren	mg/kg	0,048	< 0,030	0,3	0,3	0,3	0,9	0,9	3

Tabelle 3: Ergebnisse der abfalltechnischen Untersuchung der Bodenproben

Probenbezeichnung	Materialbeschreibung	Einstufung gem. TR LAGA 20 Boden (2004)	Mögliche Einstufung gemäß AVV
Dammaufstandsfläche			
Rott, Damm MP Oberboden Labornr. 22W07887-001	Schluff, schwach sandig, stark humos - Humusauf-lage	> Z 2 aufgrund von TOC im Feststoff	17 05 04
Rott, Damm MP Lehm Labornr. 22W07887-002	Schluff und Feinsand, teils schwach mittelkiesig, teils tonig	Z 2 aufgrund von TOC im Feststoff	17 05 04
Rott, Damm MP Terrasse Labornr. 22W07887-003	Sand, kiesig, schluffig	Z 1.1 aufgrund von Arsen, Chrom ges., Nickel und Zink im Feststoff	17 05 04
Rott, Damm MP Verwitterungsfels Labornr. 22W07887-004	Kies, sandig	Z 1.1 aufgrund von Chrom ges., Nickel und Zink im Feststoff	17 05 04
Baustelleneinrichtungsfläche (BE) westlich vom Dammstandort			
Rott, BE MP Oberboden Labornr. 22W07887-005	Schluff, schwach feinsandig	> Z 2 aufgrund von TOC im Feststoff	17 05 04
Rott, BE MP verlehnte Terrasse Labornr. 22W07887-006	Schluff, kiesig, sandig und Kies, sandig, schluffig, selten Kies + Schluff, sandig	Z 2 aufgrund von Arsen im Feststoff	17 05 04

17 05 04: Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen; nicht gefährlicher Abfall.

5.2 Untersuchung des Oberbodens hinsichtlich der Einhaltung der Vorsorgewerte der BBodSchV

5.2.1 Allgemeines

In der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung werden unter anderem die Anforderungen an das Auf- oder Einbringen von Materialien auf oder in den Boden regelt. Im Folgenden wird nur die BBodSchV der neuen Fassung (Veröffentlicht 19.06.2021) betrachtet. Diese tritt zum 01.08.2023 in Kraft.

Gemäß § 7 Absatz 2 BBodSchV dürfen Bodenmaterial und Baggergut, ohne Erlaubnis nach § 8 Absatz 1 des Wasserhaushaltsgesetzes auf- oder eingebracht werden, wenn die Materialien die Vorsorgewert nach Anlage 1, Tabellen 1 und 2 einhalten und aufgrund der Herkunft und bisherigen Nutzung keine Hinweise auf weitere Belastungen der Materialien vorliegen. In diesem Fall ist eine schädliche Bodenveränderung aufgrund von Schadstoffgehalten nicht zu besorgen, die in § 2 Absatz 2 Nummer 1 und 3 Buschstabe b und c des BBodSchG genannten Bodenfunktionen (natürliche Funktionen als Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen; Bestandteil des Naturhaushalts; Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer und Stoffumwandlungseigenschaften sowie Nutzungsfunktionen als Fläche für Siedlung und Erholung; Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung) werden nachhaltig verbessert, gesichert oder wiederhergestellt. Eine schädliche Bodenveränderung aufgrund von Schadstoffgehalten ist gemäß § 6 Absatz 3 BBodSchV ebenfalls nicht zu besorgen, wenn Material am Herkunftsort oder dessen räumlichen Umfeld unter vergleichbaren Bodenverhältnissen sowie geologischen und hydrogeologischen Bedingungen umgelagert wird und das Vorliegen einer Altlast oder sonstigen schädlichen Bodenveränderung aufgrund von Schadstoffgehalten auszuschließen ist. Oberbodenmaterial darf nur als Oberboden auf- oder eingebracht werden. § 7 Absatz 6 BBodSchV enthält ein Auf- oder Einbringungsverbot von Materialien auf oder in eine bestehende Bodenschicht u. A. in Naturschutzgebieten (hier: NSG Vichtbachtal mit Gröllis-, Schlee- und Lensbach), das jedoch von der zuständigen Behörde abgewogen werden kann. Im Rahmen der Abwägung ist zu berücksichtigen, dass das Oberbodenmaterial nicht auf- oder in eine durchwurzelbare Bodenschicht eingebracht werden soll, sondern auf den hergestellten Dammkörper aufgebracht werden soll.

Für das Aufbringen des Oberbodenmaterials wird nach Zustimmung des Vorhabens durch die zuständige Behörde ein wasserrechtlicher Genehmigungsantrag gestellt.

5.2.2 Ergebnisse

Im Rahmen der Erstellung des vorliegenden Bodenmanagementplans wurde der Oberboden hinsichtlich der Einhaltung der Vorsorgewerte der BBodSchV analytisch untersucht. Insgesamt wurde eine Oberbodenmischprobe aus dem Bereich der Dammaufstandsfläche erstellt. Für den Bereich der Baustelleneinrichtungsfläche konnte aufgrund der geringen Menge an Probematerial nach erfolgter Untersuchung auf die Parameter gemäß TR LAGA 20 Boden (2004) eine Untersuchung nach BBodSchV nicht mehr durchgeführt werden. Der Bereich der geplanten Baustelleneinrichtung ist eine Wiese mit gelegentlicher Pferdehaltung und ohne Altlastverdacht.

Die angewandten Untersuchungsverfahren und Bestimmungsgrenzen können den in Anlage 3 beigefügten Laborprotokollen entnommen werden.

In der folgenden Tabellen 5 sind die Ergebnisse der Untersuchungen den Vorsorgewerten der BBodSchV gegenübergestellt.

Tabelle 4: Ergebnisse der Untersuchung der Oberbodenproben nach BBodSchV

Parameter	Einheit	Rott, Damm, MP Oberboden	Vorsorgewerte Sand	Vorsorgewerte Lehm / Schluff	Vorsorgewerte Ton
anorganisch		23W00178-001			
Arsen	mg/kg	3,5	10	20	20
Blei	mg/kg	23	40	70	100
Cadmium	mg/kg	< 0,13	0,4	1	1,5
Chrom	mg/kg	7,0	30	60	100
Kupfer	mg/kg	4,0	20	40	60
Nickel	mg/kg	4,2	15	50	70
Quecksilber	mg/kg	< 0,10	0,2	0,3	0,3
Thallium	mg/kg	< 0,17	0,5	1	1
Zink	mg/kg	39	60	150	200
organisch			TOC ≤ 4 %	TOC > 4 - ≤ 9 %	
TOC	%	10*			
PCB ₆ und PCB 118	mg/kg	0,00630	0,05	0,1	
PAK ₁₆	mg/kg	3,98	3	5	
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,34	0,3	0,5	

* TOC-Gehalte der Labor-Nr.: 22W07887-001 (siehe Tabelle 1).
 „Die Vorsorgewerte finden für Böden und Materialien mit einem nach Anlage 3 Tabelle 1 bestimmten Gehalt an organischem Kohlenstoff (TOC-Gehalt) von mehr als 9 Massenprozent. Für diese Böden und Materien müssen die maßgeblichen Werte im Einzelfall in Anlehnung an regionale Bodenverhältnisse abgeleitet werden“ (BBodSchV, Anlage 1, Tabelle 1 & 2).

5.3 Untersuchung des Unterbodens nach Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV)

5.3.1 Allgemeines

Die Anforderungen an den Einbau mineralischer Ersatzbaustoffe regelt die am 01.08.2023 in Kraft tretende Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV, § 1 Absatz 1 Nummer 4). Der im Rahmen der geplanten Maßnahme anfallende Aushub ist als nicht aufbereitetes Bodenmaterial und/oder Baggergut einzustufen. Gemäß § 19 Absatz 2 ErsatzbaustoffV sind nachteilige Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit und schädliche Bodenveränderungen nicht zu besorgen, wenn der mineralische Ersatzbaustoff (MEB) die in § 19 Absatz 3, Unterabschnitt 1 oder 2 genannten Anforderungen einhält. Zur Feststellung der zulässigen Einbauweisen ist das Material nach § 16 ErsatzbaustoffV zu klassifizieren. Die zuständige Behörde kann im Einzelfall Einbauweisen zulassen, die nicht in der ErsatzbaustoffV geregelt sind, sofern keine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit oder eine nachteilige Bodenveränderung zu besorgen sind (siehe § 21 Absatz 2 ErsatzbaustoffV).

5.3.2 Ergebnisse

Mit Bezug auf den in Kap. 5.3.1 dargelegten rechtlichen Rahmen wurde, das Unterbodenmaterial auf die Parameter gemäß ErsatzbaustoffV Anlage 1, Tabelle 3 untersucht. Da es sich um natürlich anstehendes Material handelt und daher kein Verdacht auf einen Schadstoffeintrag vorliegt, wurde auf die Untersuchung von Parametern nach Tabelle 4 verzichtet. Insgesamt wurden drei schichtbezogenen Unterbodenmischproben im Bereich der Dammaufstandsfläche sowie eine Unterbodenmischproben aus dem Bereich der Baustelleneinrichtungsfläche erstellt.

Gemäß § 9 Absatz 4 ErsatzbaustoffV ist Bodenmaterial und Baggergut im Feststoff an der Feinfraktion kleiner zwei Millimeter zu untersuchen. Grobfraktionen mit Schadstoffverdacht sind zu entnehmen und gesondert zu beproben. Da kein Schadstoffverdacht vorliegt, wurde auf die gesonderte Untersuchung der Grobfraktion verzichtet.

Der vorliegende Verwitterungsfels besteht überwiegend aus Grobfraktion (gebrochener Fels). Aus diesem Grund wurde hier keine Siebung durchgeführt und orientierend die gesamte Probe untersucht. Ein Schadstoffverdacht liegt ebenfalls nicht vor.

Die angewandten Untersuchungsverfahren und Bestimmungsgrenzen können den in Anlage 3 beigefügten Laborprotokollen entnommen werden.

In den folgenden Tabellen 5 und 6 sind die Ergebnisse der Untersuchungen den Materialwerten der ErsatzbaustoffV für Bodenmaterial und Baggergut gegenübergestellt. Die Tabelle 7 gibt das Ergebnis zusammenfassend wieder.

Für die Tabellen gilt: S = Sand, L= Lehm-Schluff, T = Ton; n.n. = nicht berechenbar. Die Überschreitungen der Grenzwerte sind fett markiert. Die in Klammern genannten Werte gelten jeweils bei einem TOC $\geq 0,5$ %.

Tabelle 5: Ergebnisse der Untersuchung der Bodenproben nach ErsatzbaustoffV am Damm

Parameter	Einheit	Rott, Damm, MP Lehm	BM-0 BG-0			BM-0* BG-0*	BM-F0* BG-F0*	BM-F1 BG-F1	BM-F2 BG-F2	BM-F3 BG-F3
			S	L	T					
Eluat		23W00178-003								
pH-Wert		7,3	-	-	-	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 12,0
elektr. Leitf.	µS/cm	77	-	-	-	350	350	500	500	2.000
Sulfat	mg/l	21	250	250	250	250	450	450	450	1.000
Arsen	µg/l	< 2,7	-	-	-	8 (13)	12	20	85	100
Blei	µg/l	< 7,0	-	-	-	23 (43)	35	90	250	470
Cadmium	µg/l	0,57	-	-	-	2 (4)	3,0	3,0	10	15
Chrom	µg/l	12	-	-	-	10 (19)	15	150	290	530
Kupfer	µg/l	< 0,00001	-	-	-	20 (41)	30	110	170	320
Nickel	µg/l	< 10	-	-	-	20 (31)	30	30	150	280
Quecksilber	µg/l	< 0,1	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Thallium	µg/l	< 0,067	-	-	-	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)
Zink	µg/l	67	-	-	-	100 (210)	150	160	840	1.600
PAK ₁₅	µg/l	0,101	-	-	-	0,2	0,3	1,5	3,8	20
Naphthalin und Methyl-naphthaline	µg/l	n.n.	-	-	-	2	-	-	-	-
PCB ₆ und PCB 118	µg/l	0,0013	-	-	-	0,01	-	-	-	-
Feststoff			S	L	T					
Arsen	mg/kg	20	10	20	20	20	40	40	40	150
Blei	mg/kg	8,4	40	70	100	140	140	140	140	700
Cadmium	mg/kg	< 0,40	0,4	1	1,5	1	2	2	2	10
Chrom ges.	mg/kg	13	30	60	100	120	120	120	120	600
Kupfer	mg/kg	12	20	40	60	80	80	80	80	320
Nickel	mg/kg	9,0	15	50	70	100	100	100	100	350
Quecksilber	mg/kg	< 0,1	0,2	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5
Thallium	mg/kg	< 0,4	0,5	1,0	1,0	1,0	2	2	2	7
Zink	mg/kg	50	60	150	200	300	300	300	300	1.200
TOC	%	1,8	1	1	1	1	5	5	5	5
EOX	mg/kg	< 1,0	1	1	1	1	-	-	-	-
KW/GC (C10-C22)	mg/kg	< 100	-	-	-	300	300	300	300	1.000
PCB ₆ und PCB 118	mg/kg	n.n.	0,05	0,05	0,05	0,1	-	-	-	-
PAK ₁₆	mg/kg	0,825	3	3	3	6	6	6	9	30
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,057	0,3	0,3	0,3	-	-	-	-	-

Tabelle 5: Ergebnisse der Untersuchung der Bodenproben nach EBV am **Damm** (Fortsetzung)

Parameter	Einheit	Rott, Damm, MP Terrasse	BM-0 BG-0			BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3
			S	L	T	BG-0*	BG-F0*	BG-F1	BG-F2	BG-F3
Eluat		23W00178-004								
pH-Wert		6,2	-	-	-	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 12,0
elektr. Leitf.	µS/cm	31	-	-	-	350	350	500	500	2.000
Sulfat	mg/l	11	250	250	250	250	450	450	450	1.000
Arsen	µg/l	< 2,7	-	-	-	8 (13)	12	20	85	100
Blei	µg/l	< 7,0	-	-	-	23 (43)	35	90	250	470
Cadmium	µg/l	< 0,50	-	-	-	2 (4)	3,0	3,0	10	15
Chrom	µg/l	11	-	-	-	10 (19)	15	150	290	530
Kupfer	µg/l	< 0,00001	-	-	-	20 (41)	30	110	170	320
Nickel	µg/l	< 10	-	-	-	20 (31)	30	30	150	280
Quecksilber	µg/l	< 0,10	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Thallium	µg/l	< 0,067	-	-	-	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)
Zink	µg/l	< 33	-	-	-	100 (210)	150	160	840	1.600
PAK ₁₅	µg/l	n.n.	-	-	-	0,2	0,3	1,5	3,8	20
Naphthalin und Methyl-naphthaline	µg/l	n.n.	-	-	-	2	-	-	-	-
PCB ₆ und PCB 118	µg/l	n.n.	-	-	-	0,01	-	-	-	-
Feststoff			S	L	T					
Arsen	mg/kg	18	10	20	20	20	40	40	40	150
Blei	mg/kg	< 4,0	40	70	100	140	140	140	140	700
Cadmium	mg/kg	< 0,40	0,4	1	1,5	1	2	2	2	10
Chrom ges.	mg/kg	14	30	60	100	120	120	120	120	600
Kupfer	mg/kg	12	20	40	60	80	80	80	80	320
Nickel	mg/kg	22	15	50	70	100	100	100	100	350
Quecksilber	mg/kg	< 0,10	0,2	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5
Thallium	mg/kg	< 0,40	0,5	1,0	1,0	1,0	2	2	2	7
Zink	mg/kg	62	60	150	200	300	300	300	300	1.200
TOC	%	0,38	1	1	1	1	5	5	5	5
EOX	mg/kg	< 1,0	1	1	1	1	-	-	-	-
KW/GC (C10-C22)	mg/kg	< 100	-	-	-	300	300	300	300	1.000
PCB ₆ und PCB 118	mg/kg	n.n.	0,05	0,05	0,05	0,1	-	-	-	-
PAK ₁₆	mg/kg	n.n.	3	3	3	6	6	6	9	30
Benzo(a)pyren	mg/kg	< 0,050	0,3	0,3	0,3	-	-	-	-	-

Tabelle 5: Ergebnisse der Untersuchung der Bodenproben nach EBV am **Damm** (Fortsetzung)

Parameter	Einheit	Rott, Damm, MP Verwitterungsfels	BM-0 BG-0			BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3
			S	L	T	BG-0*	BG-F0*	BG-F1	BG-F2	BG-F3
Eluat		23W00178-002 / 22W07887-004								
pH-Wert		6,8	-	-	-	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 12,0
elektr. Leitf.	µS/cm	27	-	-	-	350	350	500	500	2.000
Sulfat	mg/l	6,8	250	250	250	250	450	450	450	1.000
Arsen	µg/l	< 2,7	-	-	-	8 (13)	12	20	85	100
Blei	µg/l	< 7,0	-	-	-	23 (43)	35	90	250	470
Cadmium	µg/l	< 0,50	-	-	-	2 (4)	3,0	3,0	10	15
Chrom	µg/l	7,6	-	-	-	10 (19)	15	150	290	530
Kupfer	µg/l	< 0,00001	-	-	-	20 (41)	30	110	170	320
Nickel	µg/l	< 10	-	-	-	20 (31)	30	30	150	280
Quecksilber	µg/l	<0,10	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Thallium	µg/l	< 1	-	-	-	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)
Zink	µg/l	< 33	-	-	-	100 (210)	150	160	840	1.600
PAK ₁₅	µg/l	0,168	-	-	-	0,2	0,3	1,5	3,8	20
Naphthalin und Methyl-naphthaline	µg/l	n.n.	-	-	-	2	-	-	-	-
PCB ₆ und PCB 118	µg/l	n.n.	-	-	-	0,01	-	-	-	-
Feststoff *			S	L	T					
Arsen	mg/kg	9,5	10	20	20	20	40	40	40	150
Blei	mg/kg	8,0	40	70	100	140	140	140	140	700
Cadmium	mg/kg	< 0,40	0,4	1	1,5	1	2	2	2	10
Chrom ges.	mg/kg	56	30	60	100	120	120	120	120	600
Kupfer	mg/kg	5,0	20	40	60	80	80	80	80	320
Nickel	mg/kg	83	15	50	70	100	100	100	100	350
Quecksilber	mg/kg	< 0,10	0,2	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5
Thallium	mg/kg	< 0,40	0,5	1,0	1,0	1,0	2	2	2	7
Zink	mg/kg	100	60	150	200	300	300	300	300	1.200
TOC	%	< 0,50	1	1	1	1	5	5	5	5
EOX	mg/kg	< 1,0	1	1	1	1	-	-	-	-
KW/GC (C10-C22)	mg/kg	< 100	-	-	-	300	300	300	300	1.000
PCB ₆ und PCB 118	mg/kg	n.n.	0,05	0,05	0,05	0,1	-	-	-	-
PAK ₁₆	mg/kg	n.n.	3	3	3	6	6	6	9	30
Benzo(a)pyren	mg/kg	< 0,050	0,3	0,3	0,3	-	-	-	-	-

* Feststoffgehalte aus der LAGA-Untersuchung (Labor-Nr. 22W07887-004), da Verwitterungsfels aufgrund fehlender Feinkornanteile gänzlich < 10 mm aufgebrochen wurde.

Tabelle 6: Ergebnisse der Untersuchung der Bodenproben nach ErsatzbaustoffV an der **BE-Fläche**

Parameter	Einheit	Rott, BE, MP ver- lehnte Terrasse	BM-0 BG-0			BM-0* BG-0*	BM-F0* BG-F0*	BM-F1 BG-F1	BM-F2 BG-F2	BM-F3 BG-F3
			S	L	T					
Eluat		23W00178- 005								
pH-Wert		7,1	-	-	-	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 12,0
elektr. Leitf.	µS/cm	43	-	-	-	350	350	500	500	2.000
Sulfat	mg/l	7,5	250	250	250	250	450	450	450	1.000
Arsen	µg/l	< 2,7	-	-	-	8 (13)	12	20	85	100
Blei	µg/l	< 7,0	-	-	-	23 (43)	35	90	250	470
Cadmium	µg/l	< 0,50	-	-	-	2 (4)	3,0	3,0	10	15
Chrom	µg/l	7,6	-	-	-	10 (19)	15	150	290	530
Kupfer	µg/l	< 0,00001	-	-	-	20 (41)	30	110	170	320
Nickel	µg/l	< 10	-	-	-	20 (31)	30	30	150	280
Quecksilber	µg/l	<0,10	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Thallium	µg/l	< 0,067	-	-	-	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)	0,2 (0,3)
Zink	µg/l	< 33	-	-	-	100 (210)	150	160	840	1.600
PAK ₁₅	µg/l	n.n.	-	-	-	0,2	0,3	1,5	3,8	20
Naphthalin und Methyl- naphthaline	µg/l	n.n.	-	-	-	2	-	-	-	-
PCB ₆ und PCB 118	µg/l	n.n.	-	-	-	0,01	-	-	-	-
Feststoff			S	L	T					
Arsen	mg/kg	26	10	20	20	20	40	40	40	150
Blei	mg/kg	< 4,0	40	70	100	140	140	140	140	700
Cadmium	mg/kg	< 0,40	0,4	1	1,5	1	2	2	2	10
Chrom ges.	mg/kg	20	30	60	100	120	120	120	120	600
Kupfer	mg/kg	22	20	40	60	80	80	80	80	320
Nickel	mg/kg	37	15	50	70	100	100	100	100	350
Quecksilber	mg/kg	0,11	0,2	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5
Thallium	mg/kg	< 0,40	0,5	1,0	1,0	1,0	2	2	2	7
Zink	mg/kg	87	60	150	200	300	300	300	300	1.200
TOC	%	0,32	1	1	1	1	5	5	5	5
EOX	mg/kg	< 1,0	1	1	1	1	-	-	-	-
KW/GC (C10- C22)	mg/kg	< 100	-	-	-	300	300	300	300	1.000
PCB ₆ und PCB 118	mg/kg	n.n.	0,05	0,05	0,05	0,1	-	-	-	-
PAK ₁₆	mg/kg	n.n.	3	3	3	6	6	6	9	30
Benzo(a) pyren	mg/kg	< 0,030	0,3	0,3	0,3	-	-	-	-	-

Tabelle 7: Ergebnisse der Untersuchung der Bodenproben nach ErsatzbaustoffV

Probenbezeichnung	Materialbeschreibung	Einstufung gem. ErsatzbaustoffV, Bodenmaterial und Baggergut
Dammaufstandsfläche		
Rott, Damm MP Lehm Labornr. 23W00178-003	Schluff und Feinsand, teils schwach mittelkiesig, teils tonig	BM-F0* BG-F0* aufgrund von TOC im Feststoff
Rott, Damm MP Terrasse Labornr. 23W00178-004	Sand, kiesig, schluffig	BM-F0* BG-F0* aufgrund von Chrom ges. im Feststoff
Rott, Damm MP Verwitterungsfels Labornr. 23W00178-002 / 22W07887-004	Kies, sandig	BM-0* BG-0* aufgrund von Chrom ges., Nickel und Zink im Feststoff
Baustelleneinrichtungsfläche (BE) westlich von Dammstandort		
Rott, BE MP verlehnte Terrasse Labornr. 23W00178-005	Schluff, kiesig, sandig und Kies, sandig, schluffig, selten Kies + Schluff, sandig	BM-F0* BG-F0* aufgrund von Arsen im Feststoff

5.4 Bewertung der Betonaggressivität

Die Proben aus dem Bereich der Dammaufstellungsfläche in der Tiefe der Terrassensedimente (Rott, Damm, MP Terrasse, Labornr.: 22W07887-003) und des Verwitterungsfelses (Rott, Damm, MP Verwitterungsfels, Labornr.: 22W07887-004) wurden ergänzend zu den bisher vorgestellten chemischen Untersuchungen auf Ihre Betonaggressivität nach DIN 4030 untersucht. Auf der Grundlage der vorliegenden Ergebnisse sind beide Materialien als „nicht angreifend“ zu bewerten, siehe Tabelle 8.

Die angewandten Untersuchungsverfahren und Bestimmungsgrenzen können den in Anlage 3 beigefügten Laborprotokollen entnommen werden.

Tabelle 8: Ergebnisse der Untersuchung auf Betonaggressivität

Parameter	Einheit	Rott, Damm MP Terrasse	Rott, Damm, MP Verwitterungs- fels	Grenzwert DIN 4030	
				schwach angreifend	stark angreifend
		22W07887-003	22W07887-004		
Geruch		unauffällig	unauffällig		
Sulfid	mg/kg	7,5	8,2	> 100 gesonderte Bewertung	
Säuregrad nach Baumann-Gully	ml/kg	< 0,10	< 0,10	> 200	
Sulfat	mg/kg	1.200	900	2.000 - 5.000	> 5000
Chlorid	mg/kg	< 250	< 250		

6 Wiederverwertbarkeit des anstehenden Bodens

Zur Bewertung der Wiederverwertbarkeit der anstehenden Böden wurde die „Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeverordnung“ vom 09. Juli 2021 herangezogen. Aufgrund der Lage des geplanten Vorhabens in einem Naturschutzgebiet kann eine mögliche Wiederverwertung der anfallenden Materialien vor Ort erst nach Zustimmung der zuständigen Behörde erfolgen. Daher wird von Seiten des Vorhabenträgers hierzu bei der zuständigen Behörde ein wasserrechtlicher Genehmigungsantrag eingereicht.

Generell ist geplant, den Damm als begrünten Erdwall herzustellen, lediglich die Bermenwege und die Dammkrone sollen zwecks Befahrbarkeit als Schotterwege (Wegplanum Schottertragschicht mit Schotter-Splitt-Sand-Gemisch als Fahrbahn) hergestellt werden. Der Oberflächenabfluss wird in den geplanten Entwässerungsmulden an den Dammfüßen gefasst. Luftseitig ist zusätzlich ein Kamindrän hinter dem Dichtungskörper geplant, der in ein Dränegerohr DN 200 mündet. Zur Kontrolle des Sickerwassers sind Kontrollschächte vorgesehen. Die Aufstandsfläche des Damms bindet in den anstehenden Tonstein ein, zudem ist eine vollflächige Untergrundabdichtung geplant. Dadurch ist eine unmittelbare (vertikale) Versickerung in das Grundwasser ausgeschlossen.

Oberboden

Die BBodSchV regelt unter anderem die Anforderungen an das Auf- oder Einbringen von Materialien auf oder in den Boden. Im vorliegenden Bauvorhaben fällt ca. 7.800m³ Oberbodenmaterial an, welches vor der Baumaßnahme abgetragen werden muss. Wiederum wird Oberboden bei der Herstellung des Hochwasserrückhaltebeckens zur Begrünung des Erddamms benötigt. Da der Erddamm neu errichtet wird, handelt es sich nicht im klassischen Sinne um Auf- oder Einbringen von Materialien auf oder in den Boden. Eine schädliche Bodenveränderung ist nicht zu besorgen, da das Material neu aufgebracht wird.

Auch ist eine schädliche Bodenveränderung gemäß § 6 Absatz 3 BBodSchV nicht zu besorgen, wenn Material am Herkunftsort oder dessen räumlichen Umfeld unter vergleichbaren Bodenverhältnissen sowie geologischen und hydrogeologischen Bedingungen umgelagert wird und das Vorliegen einer Altlast oder sonstigen schädlichen Bodenveränderung aufgrund von Schadstoffgehalten auszuschließen ist. Das Oberbodenmaterial soll nach Fertigstellung des Damms am Herkunftsort wiedereingebaut werden, eine Altlast oder sonstige schädliche Bodenveränderung liegt ebenfalls nicht vor.

Der Oberboden im Bereich der Dammaufstandsfläche wurde auf die Vorsorgewerte der BBodSchV untersucht und nach der Bodenart Lehm/Schluff beurteilt. Allerdings beträgt der TOC-Gehalt > 9 % TM, so dass eine Anwendung der Vorsorgewerte nicht zulässig ist. Vielmehr sind die Werte an regional vergleichbarer Bodenverhältnisse abzuleiten.

Das Bauvorhaben befindet sich innerhalb des Naturschutzgebietes NSG Vichtbachtal mit Gröllis-, Schlee- und Lensbach sowie im Landschaftsschutzgebiet Münsterwald. Die zuständige Behörde muss das Bauvorhaben hinsichtlich des Auf- oder Einbringungsverbotes nach § 7 Absatz 6 der BBodSchV abwägen und zustimmen. Bei Zustimmung der Behörde wird für den geplanten Oberbodenauftrag zur Begrünung des Erdwalls sowie für erforderliche Anlieferung von Fremdmaterial bei der zuständigen Behörde eine wasserrechtliche Erlaubnis beantragt.

Unterboden

Die ErsatzbaustoffV regelt die Anforderungen an den Einbau mineralischer Ersatzbaustoffe. Der im Rahmen der geplanten Maßnahme anfallende Aushub ist gemäß ErsatzbaustoffV als nicht aufbereitetes Bodenmaterial und/oder Baggergut einzustufen. Gemäß § 19 Absatz 2 sind nachteilige Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit und schädliche Bodenveränderungen

nicht zu besorgen, wenn der Einbau der mineralischen Ersatzbaustoff (MEB) gemäß den in der Anlage 2 der 3 dargestellten zulässig Einbauweisen erfolgt. Zur Feststellung der zulässigen Einbauweisen ist das Material gemäß § 16 ErsatzbaustoffV zu klassifizieren. Die zuständige Behörde kann im Einzelfall Einbauweisen zulassen, die nicht in der ErsatzbaustoffV geregelt sind, sofern keine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit oder eine nachteilige Bodenveränderung zu besorgen sind (siehe § 21 Absatz 2 ErsatzbaustoffV).

Im Zuge der Baumaßnahme fallen ca. 20.700 m³ anstehendes Bodenmaterials bei der Herstellung von Baugruben, der Untergrundabdichtung etc. an.

Im Rahmen der Erstellung des vorliegenden Berichts wurde das potentielle Aushubmaterial, hier Unterboden, auf die Parameter der ErsatzbaustoffV Anlage 1 Tabelle 3 untersucht und anhand der Materialwerte klassifiziert (siehe Kapitel 5.3). Auf eine Untersuchung auf Parameter der Tabelle 4 der Anlage 1 ErsatzbaustoffV wurde, da keine spezifischen Verdachtsmomente vorliegen, verzichtet.

Der **Lehm** (Tallehm, Hanglehm) bestehend aus verlehnten Bereichen sowie gemischt- und grobkörnigen Bereichen, muss im Zuge eines ggf. möglichen Wiedereinbaus getrennt bzw. aufbereitet werden, um die bautechnischen Eigenschaften zu erfüllen. Das Material aus dem Bereich der Dammaufstandsfläche ist chemisch als Bodenmaterial (BM) und Baggergut (BG) der Klasse **F0*** zu klassifizieren.

Das anfallende Material der **Terrasse** aus der Dammaufstandsfläche bzw. der **verlehnte Terrasse** aus der nebenliegenden Baustelleneinrichtungsfläche kann als Bodenart GW, GU demnach im Bauwerk wieder eingebaut werden. Aus chemischer Schicht handelt es sich um Bodenmaterial (BM) und Baggergut (BG) der Klasse **F0***.

Aushubmaterial, das aus dem **verwitterten Festgestein** z.B. bei dem Aushub für die Untergrundabdichtung entsteht, ist chemisch als Bodenmaterial (BG) und Baggergut (BG) der Klasse **0*** zu klassifizieren. Bautechnisch muss der Verwitterungsfels voraussichtlich lediglich gebrochen werden.

Die bzgl. des Damms vorliegenden Planung entspricht in etwa der in Anlage 2 der ErsatzbaustoffV beschriebenen Einbauweise 17 „Dämme und Schutzwälle ohne Maßnahmen nach MTSE unter durchwurzelbarer Bodenschicht“, wobei hier eine Untergrundabdichtung zum anstehenden Tonstein hergestellt wird. Die Grundwasserdeckschicht ist als günstig zu bezeichnen, als Bodenart wird „Lehm, Schluff, Ton“ gewählt. Die Maßnahme liegt nicht in einem ausgewiesenen oder geplanten Wasserschutz- oder Heilquellenschutzgebiet. Gemäß ErsatzbaustoffV ist der Einsatz

der Klassen 0, 0*, F0, F1 und F3 zulässig wobei für die Klasse F3 die Fußnote in der ErsatzbaustoffV zu beachten ist.

Das anfallende Material aus der Dammaufstandsfläche und der nebenliegenden Baustelleneinrichtungsfläche kann demnach im Bauwerk, aus chemischer Sicht, wieder eingebaut werden.

Ob die geplante Bauweise des Damms, z. B. aufgrund der Untergrundabdichtung, als zulässige Einbauweise nach ErsatzbaustoffV eingestuft wird oder nicht, obliegt der zuständigen Behörde.

Es wird darauf hingewiesen, dass eine mögliche Aufbereitung der Aushubmaterialien, hier besonders des Tallehms/Hanglehms, mit zusätzlichen Kosten sowie zusätzlichem Aufwand verbunden sein wird. Es sollte geprüft werden, inwieweit eine Wiederverwertung wirtschaftlich ist.

Auch wird darauf hingewiesen, dass bei einer Wiederverwendung das Material vorab auf dessen **bautechnische Eignung zu untersuchen ist.**

7 Zusammenfassung

Im Rahmen der Genehmigungsplanung zur Errichtung des Hochwasserschutzdammes wurden die folgenden Massen an Aushubmaterialien bzw. Einbaumaterialien ermittelt (Angabe der Wald + Corbe Consulting GmbH). Die konkreten Mengen können erst mit Maßnahmenumsetzung erfasst werden.

Aushubmaterial:

- | | |
|--|---------------------------|
| - Oberboden / Waldboden | ca. 7.800 m ³ |
| - Baugruben, Untergrundabdichtung etc. | ca. 20.700 m ³ |

Einbaumaterial:

- | | |
|--|---------------------------|
| - Stützkörpermaterial (Dammkörper, Betriebszufahrt, Verfüllung Baugruben und ehemaliges Gewässerbett, etc.) | ca. 85.000 m ³ |
| - Dichtungskörpermaterial (Dammkörper + Untergrundabrichtung Untergrundabdichtung, Verfüllung Baugruben und ehemaliges Gewässerbett) | ca. 17.500 m ³ |
| - Dränagematerial + Übergangsfiler (Dammkörper) | ca. 14.000 m ³ |
| - Oberbodenmaterial zur Begrünung des Erddamms | ohne Angabe |

Für ein Wiedereinbau der Materialien am Herkunftsort, ist bei Zustimmung der Baumaßnahme durch die Behörde eine Einzelfallzustimmung zur Wiedereinbau im Rahmen eines wasserrechtlichen Antrages zu beantragen.

Die anstehenden Böden können, da der geplante Damm im Wesentlichen der in Anlage 2 der ErsatzbaustoffV beschriebenen Einbauweise 17 „Dämme und Schutzwälle ohne Maßnahmen nach MTSE unter durchwurzelbarer Bodenschicht“ entspricht, dort wiedereingebaut werden. Bei einer Trennung der bindigen Bereiche von nicht bindigen Bereichen können Materialien sowohl für den Stützkörper als auch für den Dichtungskörper gewonnen werden. Hierbei ist eine Aufbereitung des Materials notwendig, deren Wirtschaftlichkeit geprüft werden sollte. Der Verwitterungsfels (anstehende Tonstein) muss voraussichtlich lediglich gebrochen werden.

Sollte das Material in Gänze oder in Teilen nicht wiedereingebaut werden, so ist eine ordnungsgemäße Entsorgung zu gewährleisten. Als ortsnahe Entsorgungsstellen kommen z.B. die Rekultivierungsmaßnahmen in Stolberg-Gressenich und Stolberg-Vicht in Frage.

Tabelle 9 gibt zusammenfassend die Einstufungen und Klassifizierungen der möglichen Aushubböden wieder.

Tabelle 9: Ergebnisse der Untersuchungen der Bodenproben

Probenbezeichnung	Materialbeschreibung	Einstufung gem. TR LAGA 20 Boden (2004)	Vorsorgewerte nach BBodSchV	Einstufung gem. ErsatzbaustoffV
Dammaufstandsfläche				
Rott, Damm MP Oberboden	Schluff, schwach sandig, stark humos - Humusauf-lage	> Z 2 aufgrund von TOC im Feststoff	nicht anwendbar	-
Rott, Damm MP Lehm	Schluff und Feinsand, teils schwach mittelkiesig, teils tonig	Z 2 aufgrund von TOC im Feststoff	-	BM-F0* BG-F0*
Rott, Damm MP Terrasse	Sand, kiesig, schluffig	Z 1.1 aufgrund von Arsen, Chrom ges., Nickel und Zink im Feststoff	-	BM-F0* BG-F0*
Rott, Damm MP Verwitterungsfels	Kies, sandig	Z 1.1 aufgrund von Chrom ges., Nickel und Zink im Feststoff	-	BM-0* BG-0*
Baustelleinrichtungsfläche (BE) westlich vom Dammstandort				
Rott, BE MP Oberboden	Schluff, schwach feinsandig	> Z 2 aufgrund von TOC im Feststoff	nicht untersucht	-
Rott, BE MP verlehnte Terrasse	Schluff, kiesig, sandig und Kies, sandig, schluffig, selten Kies + Schluff, sandig	Z 2 aufgrund von Arsen im Feststoff	-	BM-F0* BG-F0*

Stolberg, 28.02.2023

Dipl.-Geol. Dr. G. Dieken
(Geschäftsführerin)

M. Sc. M. Haupts
(Sachbearbeiterin)