



HGN Beratungsgesellschaft mbH  
Büro Magdeburg  
Liebknechtstraße -2  
39108 Magdeburg

+9 (0)391 99 00 -2 -0  
magdeburg@hgn-beratung.de  
www.hgn-beratung.de

# **Gutachten zum Schutzgut Boden für das Raumordnungsverfahren Erweiterung Diabas-Tagebau Huneberg-Ost**

## **Bodenmanagement- und Bodenschutzkonzept**

**Auftraggeber:** Harzer Pflastersteinbrüche Telge & Eppers  
Niederlassung der KEMNA BAU Andreae GmbH & Co. KG  
Am Güterbahnhof 5  
38667 Bad Harzburg

**Projekt:** KEMNA, Bodenmanagementkonzept Huneberg-Ost / 18-084

**Bearbeitung:** Dipl.-Ing. M. Schumacher  
Dipl.-Geol. A. Ogrose

**Bestätigt:**   
.....  
Andreas Ogrose  
Büroleiter

**Ort, Datum:** Magdeburg, 22. April 2024

## Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung .....	5
2	Standort .....	5
3	Technische Vorhabensbeschreibung .....	6
3.1	Umgang mit Oberboden (Mutterboden) .....	6
3.2	Abbau- und Transportvarianten .....	6
4	Schutzgebiete .....	8
5	Schutzgut Boden .....	9
6	Bodenbezogene Datenerfassung und Bewertung .....	10
6.1	Geologie .....	10
6.2	Ergänzende Untersuchung des Oberbodens .....	11
6.3	Bodenkundliche Einordnung .....	12
7	Auswertung zu Bodenfunktionen und -potenzialen .....	14
7.1	Bodenfunktionen und Bewertungskriterien .....	14
7.2	Schutzwürdige Böden .....	14
7.3	Gefährdung durch Bodenverdichtung .....	15
8	Stoffliche Bodenbelastung .....	15
8.1	Bergbau .....	15
8.1.1	Harztypische Bodenbelastung (Schwermetalle und Arsen) .....	15
8.1.2	Altlasten .....	16
8.2	Nährstoff- und Schadstoffeintrag .....	17
8.3	Stickstoff und Stickstoffverbindungen (Ammonium, Nitrit, Nitrat) .....	18
9	Bodenmanagement .....	20
9.1	Massenermittlung .....	22
9.1.1	Menge des umzulagernden Oberbodens .....	22
9.1.2	Mächtigkeit der Oberbodenabdeckung auf Abraumhalden .....	23
9.2	Massenbilanz .....	23
9.3	Bewertung gemäß BBodSchV und Verordnung „Bodenplanungsgebiet Harz im LK Goslar“ ..	24
10	Beeinträchtigungen und Auswirkungen .....	26
11	Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen .....	27
11.1	Bergbauarchäologische Untersuchung .....	27
11.2	Abtrag von Oberboden .....	27
11.3	Vermeidung von Verdichtung .....	27
11.4	Horizonttrennung .....	28
11.5	Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht .....	29
11.6	Zwischenlagerung von Oberboden .....	29
11.7	Anforderungen an Baustraßen .....	30
11.8	Wiederherstellung temporär genutzter Flächen .....	30
11.9	Tabuflächen .....	30
11.10	Umgang mit boden- und wassergefährdenden Stoffen .....	30

11.11	Zwischenbewirtschaftung .....	31
12	Auswirkungs- und Gefährdungsbeurteilung Bodenabtrag und Wasserbeschaffenheit .....	32
12.1	Verbots- und Beschränkungstatbestände in WSG ausgehend von Bodennutzungsänderungen .....	32
12.2	Bewertung der bodenbezogenen Tatbestandsmerkmale .....	32
12.2.1	Kahlschlag von forstlich genutzten Flächen .....	32
12.2.2	Umbruch von Grünland zur Nutzungsänderung.....	33
12.2.3	Gewinnen von Bodenschätzen mit Verminderung der Deckschichten .....	34
13	Quellenverzeichnis .....	36

## Tabellen

Tabelle 6-1:	Erkundungsbohrungen (2011 bis 2013) im Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost [entn. aus /4/]	11
Tabelle 6-2:	Chemische Analysen des Oberbodens im Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost [entn. aus /6/]	12
Tabelle 7-1:	Bodenfunktionen und Bewertung des Bodens im Erweiterungsgebiet.....	14
Tabelle 8-1:	Schwermetall- und Arsengehalte im Oberboden .....	16
Tabelle 8-2:	Analyseergebnisse des Oberbodens im Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost [entn. aus /6/]	19
Tabelle 9-1:	Anfall- und Ablagerungsorte für Oberboden in den Nordvarianten (gemäß /1/)	23
Tabelle 9-2:	Anfall- und Ablagerungsorte für Oberboden in der Südvariante (gemäß /1/)	24
Tabelle 11-1:	Befahrbarkeit und Umlagerungseignung von Böden gemäß DIN 19639 /14/	28

## Abbildungen

Abbildung 2-1:	Lage des Erweiterungsgebiets und des Altstandorts inkl. Abraumhalde .....	5
Abbildung 3-1:	Regelquerschnitt der Fördertrasse inkl. Landbandanlage und Wirtschaftsweg [entn. aus /1/]	7
Abbildung 6-1:	Ausschnitt aus der geologischen Karte mit Umring des Erweiterungsgebiets Huneberg-Ost und Lage der Bohransatzpunkte [entn. aus /4/]	10
Abbildung 6-2:	Bodenprofil Braunerde über Festgestein / Diabas [/11/, /17/]	13
Abbildung 8-1:	Sulfatschwefel-, Stickstoff- und Gesamtsäureeintrag pro Jahr auf der Monitoringfläche „Lange Bramke (Nordhang)“, [entn. aus /5/]	17
Abbildung 9-1:	Erweiterungsgebiet, Nordvarianten: Abbauabschnitte 1 bis 4 [entn. aus /1/]	21
Abbildung 9-2:	Erweiterungsgebiet, Südvariante: Abbauabschnitte 1 bis 4 [entn. aus /1/]	21
Abbildung 9-3:	Abraumhalde des Altstandorts, vorgesehener Bereich für Oberbodenandeckung (blau).....	22
Abbildung 11-1:	Nomogramm – Einsatzgrenzen von Baumaschinen gemäß DIN 19639 /14/, /15/	28

<b>Anlagen</b>		Maßstab
Anlage 1	Übersichtskarte	1 : 25.000
Anlage 2	Bodenmanagementplan	1 : 10.000
Anlage 3	Bodenprofile des Oberbodens [entn. aus /6/]	
Anlage 4	Bodenfunktionen und -potenziale gemäß Karten des NIBIS-Kartenservers (2022)	
Anlage 4.1	Bodenkarte 1 : 50.000 (BK 50)	1 : 7.500
Anlage 4.2	Forstliche Standortskarte 1 : 25.000	1 : 7.500
Anlage 4.3	Karte: Schutzwürdige Böden	1 : 7.500
Anlage 4.4	Karte: Bodenfruchtbarkeit (Ertragsfähigkeit)	1 : 7.500
Anlage 4.5	Karte: Gefährdung durch Bodenverdichtung	1 : 7.500
Anlage 5	Massenbilanz für Mutterboden nach Anfall- und Ablagerungsorten für Süd- und Nordvarianten (Technische Vorhabensbeschreibung /1/, Anlage 15)	
Anlage 6	Bodenbelastungskarten Landkreis Goslar	
Anlage 6.1	Bodenbelastungskarte Blei	1 : 25.000
Anlage 6.2	Bodenbelastungskarte Cadmium	1 : 25.000
Anlage 6.3	Bodenbelastungskarte Zink	1 : 25.000

## 1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Harzer Pflastersteinbrüche Telge & Eppers, eine Niederlassung der KEMNA BAU Andreae GmbH & Co. KG (KEMNA), plant zur Sicherstellung der Rohstoffversorgung des Standorts Huneberg (Altstandort) die Erschließung des Erweiterungsgebiets Huneberg-Ost. Hierzu wird derzeit das Raumordnungsverfahren (ROV) vorbereitet.

Das vorliegende Bodenmanagementkonzept behandelt den Umgang mit dem im Erweiterungsgebiet anfallenden Oberboden.

Der Abraum (Unterboden) ist nicht Gegenstand des vorliegenden Bodenmanagementkonzepts. Der Umgang mit dem Abraum, welcher in die bestehende Abraumhalde am Altstandort bzw. in die geplante Abraumhalde des Erweiterungsgebiets verbracht werden soll, ist in der Technischen Vorhabensbeschreibung der KEMNA /1/ beschrieben.

## 2 Standort

Der Diabas-Tagebau Huneberg befindet sich im Harz, südwestlich von Bad Harzburg im Landkreis Goslar. Das Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost liegt östlich des Altstandorts (siehe Abbildung 2-1).

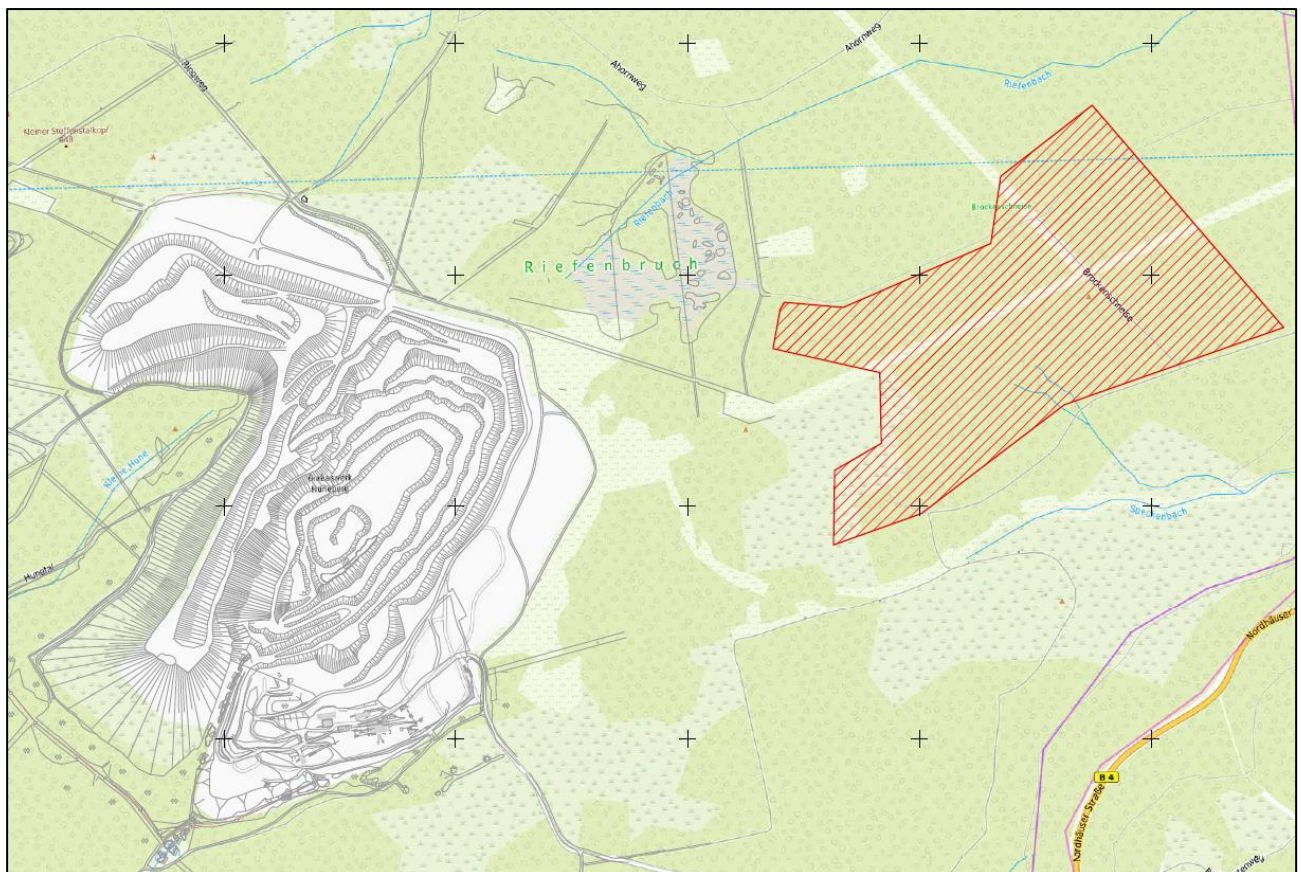


Abbildung 2-1: Lage des Erweiterungsgebiets und des Altstandorts inkl. Abraumhalde

### 3 Technische Vorhabensbeschreibung

In der Technischen Vorhabensbeschreibung /1/ werden die für die Erschließung des Erweiterungsgebiets getroffenen Annahmen und Planungsparameter beschrieben. Die für das vorliegende Bodenmanagementkonzept relevanten Randbedingungen werden in den folgenden Kapiteln zusammenfassend dargestellt.

#### 3.1 Umgang mit Oberboden (Mutterboden)

Durch den Abbau im Erweiterungsgebiet fallen insgesamt ca. 180.000 m<sup>3</sup> Oberboden an. Der Oberboden wird separat vom Abraum aufgenommen und zur Wiedernutzbarmachung der Abraumhalden sowohl am Altstandort als auch im Erweiterungsgebiet verwendet. Fertiggestellte Haldenabschnitte werden zeitnah wiedernutzbar gemacht.

Der Oberboden wird mit mobiler Technik (Bagger / Radlader) gelöst und geladen. Vorhandener Bewuchs wird vorher entfernt. Oberboden mit einem erhöhten Holzanteil (z. B. Wurzelteller, Stubben) wird zur Erstellung des Grenzwalls und / oder zur Andeckung auf der Abraumhalde verwendet (siehe Kapitel 11.5).

Der größte Anteil des anfallenden Oberbodens (ca. 150.000 m<sup>3</sup>) wird zur Überdeckung des Abraums, welcher sowohl auf die Halde am Altstandort als auch auf eine Abraumhalde im Erweiterungsgebiet aufgebracht wird, verwendet. Die mit Oberboden abzudeckenden Abraumhalden weisen Böschungsneigungen von ca. 30° auf.

Der Oberboden, der nach aktuellem Planungsstand nicht auf die Abraumhalden aufgebracht werden kann (ca. 30.000 m<sup>3</sup>), wird am Altstandort zur Rekultivierung / Renaturierung der Betriebsflächen (ca. 14 ha) zwischengelagert. Die angelegten Oberbodenmieten besitzen eine maximale Höhe von 2 m.

Zur Abgrenzung des Erweiterungsgebiets wird ein dauerhafter Grenzwall (Randwall) aus Oberboden innerhalb der Grenzen des Erweiterungsgebiets errichtet. Die Herstellung des Randwalls erfolgt zu Beginn der Herrichtung des Abbaufelds.

Nach Beendigung des Abbaus werden die technischen Anlagen zurückgebaut, die Sumpfungsmaßnahmen im Erweiterungsfeld eingestellt, die Halden und Betriebsflächen nach Erfordernis mit Oberboden abgedeckt und der natürlichen Sukzession überlassen.

#### 3.2 Abbau- und Transportvarianten

In der Vorhabensbeschreibung /1/ wird zwischen vier Abbau- und Transportvarianten unterschieden:

- Nordvariante mit SKW-Transport
- Nordvariante mit Landbandanlage
- Nordvariante mit Seilbahnanlage
- Südvariante mit Landbandanlage

Die o. g. Varianten werden jeweils in vier zeitlich aufeinanderfolgende Abbauabschnitte unterteilt:

	<u>Nordvarianten</u>	<u>Südvariante</u>
• Abschnitt 1:	1. bis 6. Jahr	1. bis 5. Jahr
• Abschnitt 2:	6. bis 23. Jahr	5. bis 21. Jahr
• Abschnitt 3:	23. bis 32. Jahr	21. bis 32. Jahr

- Abschnitt 4a: 32. bis 40. Jahr 32. bis 39. Jahr
- Abschnitt 4b: 32. bis 43. bzw. 44. Jahr 32. bis 43. Jahr

Während der ersten Abbaujahre wird der Oberboden zum Altstandort transportiert. Die verschiedenen Transportvarianten, SKW-Trasse oder alternativ Landband- oder Seilbahnanlagen, werden untenstehend beschrieben. Nachdem der Abraum aus dem Erweiterungsgebiet auf die zur Verfügung stehenden Flächen der Althalde aufgebracht und die Halde in der Endkontur modelliert wurde, werden die Flächen mit Oberboden überdeckt. Die Arbeiten erfolgen in Teilabschnitten, so dass die jeweils fertiggestellten Teilbereiche bereits frühzeitig mit Oberboden überdeckt werden können.

Sobald die Oberbodenabdeckung der Abraumhalde des Altstandorts fertiggestellt ist, wird der Oberboden innerhalb des Erweiterungsgebiets über temporäre Baustraßen zu den dort vorgesehenen Einbauorten transportiert (Abdeckung der Abraumhalde).

Nordvariante mit SKW-Transport

Der Oberboden wird über die SKW-Trasse zum Altstandort transportiert. Dafür wird der bestehende Forst- und Wirtschaftsweg (l ≈ 2.100 m) zur Nutzung mit SKW erweitert.

Varianten mit Landband- bzw. Seilbahnanlagen

Der Oberboden wird über eine Vorrichtung (bestehend aus Trichter und Abzugsband) auf die Landbandanlage übergeben und zum Übergabeturm am Altstandort transportiert. Von dort wird der Boden mittels innerbetrieblicher Bandanlage zur Abraumhalde transportiert.

Zwischen Erweiterungsgebiet und Altstandort wird ein Wirtschaftsweg für Wartungs- und Personenverkehr vorgehalten.

Nordvariante: Landbandanlage l ≈ 740 m bzw. Seilbahnanlage l ≈ 800 m  
Wirtschaftsweg l ≈ 600 m

Südvariante: Landbandanlage l ≈ 1.260 m  
Wirtschaftsweg l ≈ 1.000 m bis zur asphaltierten Forststraße

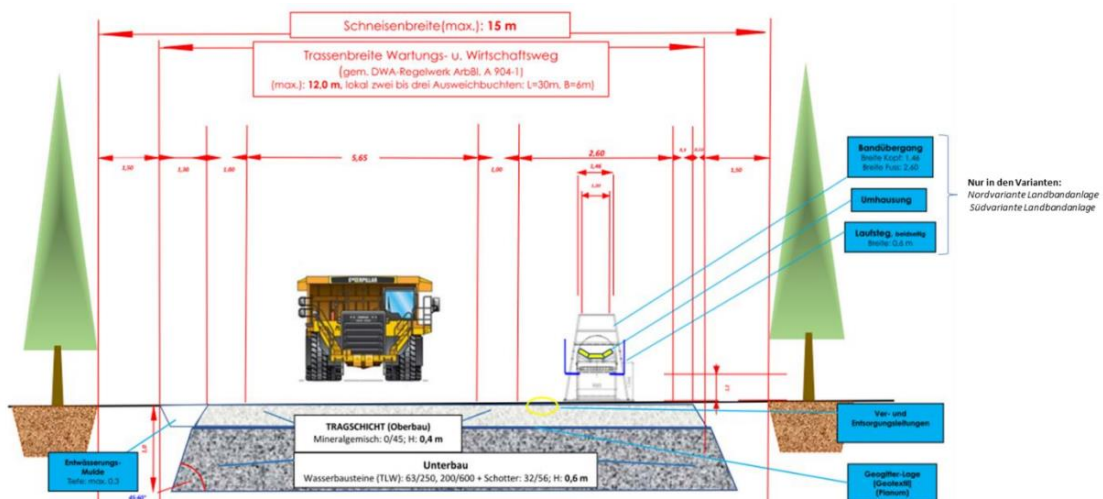


Abbildung 3-1: Regelquerschnitt der Fördertrasse inkl. Landbandanlage und Wirtschaftsweg [entn. aus /1/]

## **4 Schutzgebiete**

Das Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost liegt im „Naturpark Harz“ (gemäß § 20 NAGBNatSchG bzw. § 27 BNatSchG) und im Landschaftsschutzgebiet „Harz“ (Landkreis Goslar) (gemäß § 19 NAGBNatSchG bzw. § 26 BNatSchG) /15/.

Das Gebiet, das sich in einer Entfernung von ca. 1,1 km zum Nationalpark Harz (gemäß § 17 NAGBNatSchG bzw. § 24 BNatSchG) befindet, liegt nicht im Naturschutzgebiet. Nächstgelegenes Naturschutzgebiet ist die Teilfläche „Kalbtal“ des NSG „Oberharz“ /15/.

Westlich des Erweiterungsgebiets befindet sich der „Riefenbruch“ (gemäß § 24 NAGBNatSchG bzw. § 30 BNatSchG) als Fläche mit landesweiter Bedeutung für den Arten- und Ökosystemschutz sowie den Schutz erdgeschichtlicher Landschaftsformen /15/.

Das Erweiterungsgebiet befindet sich nicht im FFH-Gebiet (gemäß FFH-Richtlinie bzw. EU-Vogelschutzrichtlinie). Das FFH-Gebiet „Nationalpark Harz“ und das SPA-Gebiet „Nationalpark Harz“ befinden sich etwa in 1,1 km Entfernung und das FFH-Gebiet „Felsen im Okertal“ sowie das SPA-Gebiet „Klippen im Okertal“ in ca. 3,3 km Entfernung zum Erweiterungsgebiet. /15/

Das Gebiet liegt im Trinkwasserschutzzone „Granetalsperre“ (Schutzzone III Radau-Überleitung) /15/.

## 5 Schutzgut Boden

Der Boden ist der oberste Bereich der Erdkruste, in dem sich die Einflüsse des Klimas, der Vegetation, der Bodenorganismen und des Wassers überlagern. Die Bedeutung eines Bodens als Lebensgrundlage und Lebensraum ergibt sich vor allem aus den Pflanzen, die auf ihm wachsen bzw. wachsen könnten, weil Bodenorganismen, Tiere und Menschen sich direkt oder indirekt von ihnen ernähren. Daher kann die Bodenfunktion auch als Lebensgrundlage und Lebensraum sowie als Pflanzenstandort charakterisiert werden. Die Nährstoffverhältnisse bedingen maßgeblich, welche Vegetation sich natürlicherweise auf einem Boden entwickelt bzw. wie gut er für Land- oder Forstwirtschaft geeignet ist. Die Bedeutung eines Bodens in den Nährstoffkreisläufen ist daher in der Funktion Pflanzenstandort enthalten. Böden sind Bestandteil des Wasserkreislaufes, da sie Wasser speichern können und zur Regelung von Oberflächenabfluss und Grundwasserneubildung beitragen. Das hat einen entscheidenden Einfluss darauf, welche natürliche Vegetation sich ansiedelt bzw. welche Eignung ein Boden für Land- und Forstwirtschaft besitzt. Die Funktion des Bodens als Wasserspeicher ist ebenfalls in der Funktion Pflanzenstandort enthalten.

Das BBodSchG /22/ ist Grundlage des vorsorgenden sowie des nachsorgenden Bodenschutzes. Entsprechend § 1 BBodSchG sind die Funktionen des Bodens nachhaltig zu sichern oder wiederherzustellen. „Hierzu sind schädliche Bodenveränderungen abzuwehren, der Boden und Altlasten sowie hierdurch verursachte Gewässerverunreinigungen zu sanieren und Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen auf den Boden zu treffen. Bei Einwirkungen auf den Boden sollen Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktionen sowie seiner Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte so weit wie möglich vermieden werden.“

Nach § 2 Abs. 2 des BBodSchG erfüllt ein Boden die nachstehenden Bodenfunktionen:

### 1. natürliche Funktionen:

- a) Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen
- b) Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen
- c) Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers

### 2. Archivfunktionen:

- a) Naturgeschichtliche Bedeutung
- b) Kulturgeschichte Bedeutung
- c) Seltenheit

### 3. Nutzungsfunktionen:

- a) Rohstofflagerstätte
- b) Fläche für Siedlung und Erholung
- c) Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung
- d) Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung

## 6 Bodenbezogene Datenerfassung und Bewertung

### 6.1 Geologie

Im Rahmen der Lagerstätten-Erkundung des Erweiterungsgebiets Huneberg-Ost wurden von 2011 bis 2013 insgesamt zehn Erkundungsbohrungen (Bohrungen HbO1 bis HbO6n) durch die Fa. Brunnenbau Conrad GmbH (Bohrung M5 bis M8) und den Auftraggeber abgeteuft /4/.

Oberflächennah wurde eine 0,1 bis 1,0 m mächtige, humose, durchwurzelte Oberbodenschicht angetroffen (siehe Tabelle 6-1). Unterhalb dieser Mutterbodendeckschicht wiesen alle Bohrungen mehrere Dezimeter bis Meter mächtige, bindige als auch rollige Lockergesteinssedimente in Form von Tonen, Schluffen (Lehm), Sanden und Kiesen auf (oberer Verwitterungshorizont). Das Lockergestein des oberen Verwitterungshorizonts wird in den meisten Fällen von aufgearbeiteten, stark zerklüfteten bzw. zersetzten älteren Festgesteinsabfolgen (auch Diabas) unterlagert (unterer Verwitterungshorizont / Abraum). Darunter lagert der Diabas-Festgesteinskomplex der Lagerstätte.

Die Lage der Bohransatzpunkte ist in Abbildung 6-1 dargestellt.

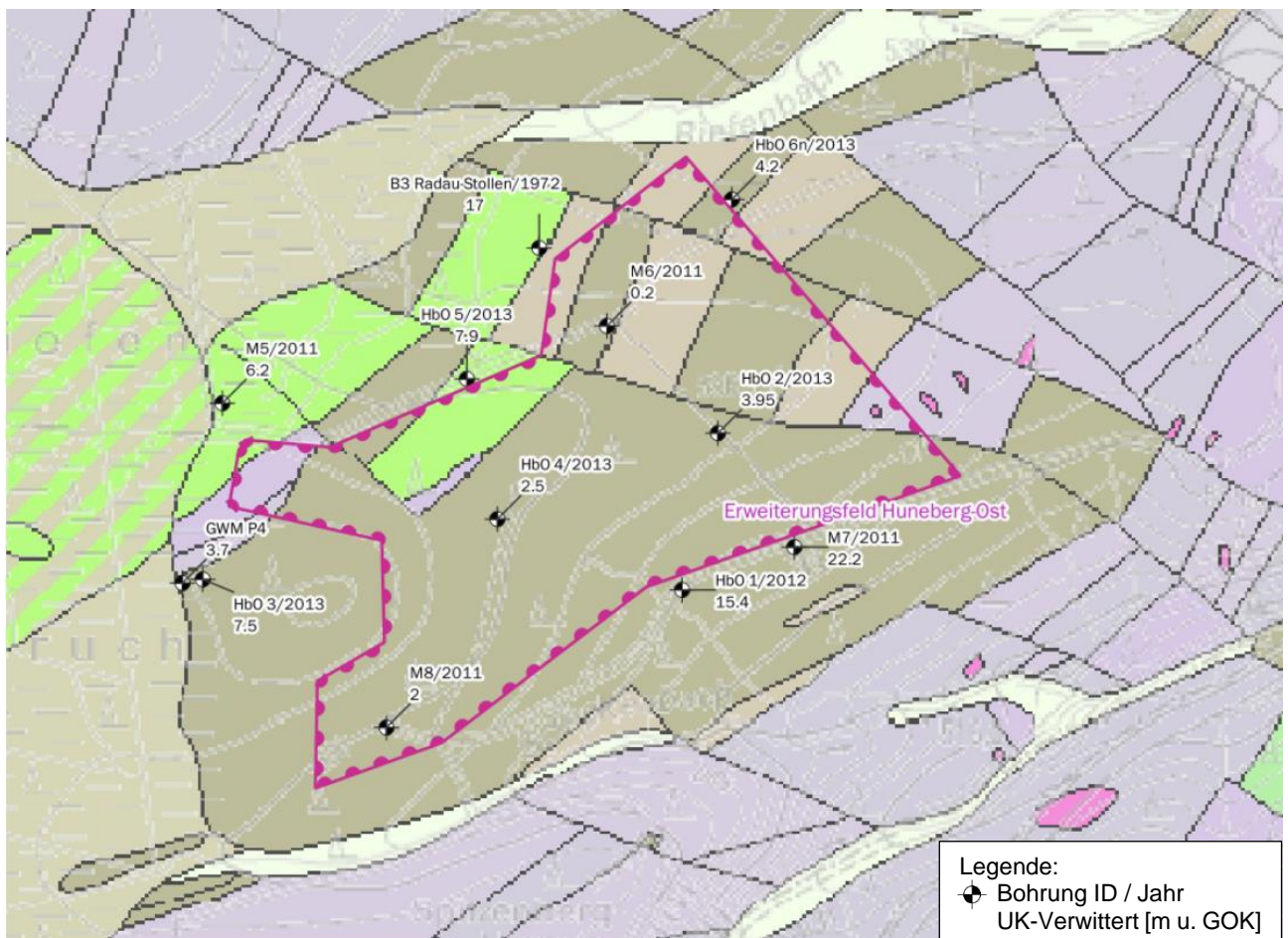


Abbildung 6-1: Ausschnitt aus der geologischen Karte mit Umring des Erweiterungsgebiets Huneberg-Ost und Lage der Bohransatzpunkte [entn. aus /4/]

Tabelle 6-1: Erkundungsbohrungen (2011 bis 2013) im Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost [entn. aus /4/]

ID	Lage (ETRS89 /UTM32N)		Bohransatzhöhe (m NHN) nach Vermessung	Bohransatzhöhe (m NHN) nach DGM1	UK- Verwittert in m u. GOK	UK- Abraum in m NHN	Mächtigkeit Mutterboden (m)
	Nordwert	Ostwert					
GWM PG4	5745365	604500	614,53	614,49	3,7	610,79	0,1
B3 Radau- Stollen/1972	5745868	605037	584,14	584,28	17	567,28	1,0
M5/2011	5745635	604560		606,83	6,2	600,63	0,2
M6/2011	5745751	605139		594,14	0,2	593,94	0,2
M7/2011	5745419	605421		568,19	22,2	545,99	0,2
M8/2011	5745148	604807		599,24	2	597,24	0,2
HbO 1/2012	5745355	605252	571,41	571,09	15,4	555,69	0,1
HbO 2/2013	5745590	605306		593,64	3,95	589,69	0,7
HbO 3/2013	5745371	604531	615,3	615,29	7,5	607,79	1,0
HbO 4/2013	5745461	604974		602,45	2,5	599,95	0,5
HbO 5/2013	5745672	604928	598,1	598,12	7,9	590,22	0,1
HbO 6n/2013	5745941	605327		573,95	4,2	569,75	0,75

## 6.2 Ergänzende Untersuchung des Oberbodens

Der im Bereich des Erweiterungsgebiets Huneberg-Ost anstehende Oberboden wurde 2017 / 2018 durch die Baustoff- und Bodenprüfung Nordharz GmbH untersucht. Insgesamt wurden sieben Handschürfe bis maximal 0,7 m unter GOK und drei Rammkernsondierungen bis maximal ca. 7 m unter GOK ausgeführt. Die Lage der Aufschlusspunkte wurde mittels Koordinaten und GPS-Daten so festgelegt, dass diese mit denen der vorherigen Erkundung übereinstimmt (siehe Abbildung 6-1). /6/

Der Oberboden / Mutterboden setzt sich aus sandigen, schwach feinkiesigen Schluffen zusammen. Der stark bis sehr stark humose Oberboden weist eine dunkelbraune bis schwarzbraune Farbe auf /6/. Die Sand- und Kiesfraktion wird dabei aus verwitterten Festgesteinsbruchstücken gebildet.

Gemäß bodenkundlicher Ansprache handelt es sich um schluffig-sandigen Lehm.

Die Oberbodenmächtigkeit variiert im Norden zwischen 0,2 m und 0,5 m, mittig zwischen 0,4 m und 0,7 m und im Süden zwischen 0,1 m und 0,2 m. Somit wurde die 2011 bis 2013 ermittelte Oberbodenmächtigkeit im Wesentlichen bestätigt (siehe Kapitel 6.1).

Die Bohrprofile sind in Anlage 3 enthalten.

Ergänzend wurden aus dem gewonnenen Bodenmaterial drei Mischproben (siehe Tabelle 6-2) hergestellt und der Stickstoffgehalt sowie die Nitrat-, Nitrit- und Ammoniumgehalte analysiert. Das Ergebnis der chemischen Analyse ist in Kapitel 8.3 zusammengefasst.

Tabelle 6-2: Chemische Analysen des Oberbodens im Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost [entn. aus /6/]

Entnahmestelle	Bereich	Entnahmetiefe	Material	Untersuchung	Probe-Nr.
M 5	Teilbereich Nord	0,00 - 0,20 m	Oberboden	Nitrat, Nitrit, Ammonium, N <sub>org</sub>	40284 / 1
M 6		0,00 - 0,20 m			
HbO 5		0,00 - 0,50 m			
HbO 6n		0,00 - 0,50 m			
HbO 2	Teilbereich Hauptachse	0,00 - 0,50 m	Oberboden	Nitrat, Nitrit, Ammonium, N <sub>org</sub>	40284 / 2
HbO 3		0,00 - 0,70 m			
HbO 4		0,00 - 0,40 m			
M 7	Teilbereich Süd	0,00 - 0,20 m	Oberboden	Nitrat, Nitrit, Ammonium, N <sub>org</sub>	40284 / 3
M 8		0,00 - 0,20 m			
HbO 1		0,00 - 0,10 m			

### 6.3 Bodenkundliche Einordnung

Der Harz befindet sich in der Bodenregion (BR) „Mittelgebirge (Harz)“. Aufgrund der Höhenlage und dem damit verbundenen submontanen bis montanen Klima und den überwiegend silikatischen Gesteinen des Erdalters (Paläozoikum) hebt dieser sich von den Randlandschaften der Bodenregion „Bergland“ ab. /14/

Nach dem Klima und den Oberflächenformen wird der Harz in die beiden Bodengroßlandschaften (BGL) „Submontanes Mittelgebirge (Oberharz)“ und „Montanes Mittelgebirge (Hochharz)“ unterteilt, wobei das Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost und der Riefenbruch dem Oberharz zugeordnet werden. /14/

Mit dem Oberharz werden die randlichen Steilhänge (untere Grenze etwa bei 250 m NN), die tief in den Harz einschneidenden Kerbtäler und die Hochflächen zwischen 500 und 600 m NN zusammengefasst. Im Oberharz dominieren basenarme Silikatgesteine wie Tonschiefer und Grauwacken, lokal begrenzt auch Sandsteine, Quarzite oder Kiesel-schiefer. Nur an wenigen Stellen sind darin basenreichere Silikatgesteine wie Diabas oder Kalksteine eingeschaltet. /14/

Schon vor der Eiszeit unterlagen die Altflächen des Harzes der Verwitterung und Bodenbildung. So finden sich kleinsträumig graue und rote Verwitterungslehme alter Bodenbildungen. Während der Eiszeit wurden diese durch Fließerden und Vergletscherungen weitgehend ausgeräumt. Auf den Festgesteinen finden sich heute verbreitet Fließerden, die im oberen Bereich lößhaltig sind. Stark lößhaltige Lagen finden sich nur in den geringer geneigten Reliefpositionen der Hochflächen. Die Talhänge weisen im Allgemeinen eine Zweigliederung in einen steilen oberen und extrem steilen unteren Hangabschnitt auf. Insbesondere in den unteren Steilhängen dominieren Hangschutte. Die ebenen Talböden bestehen aus kiesigen und sandigen Sedimenten.

Das Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost befindet sich in der Bodenlandschaft (BL) „Basenreiche Silikatgesteine“. Lediglich der äußerste Nord-Osten wird der Bodenlandschaft „Tonsteingebiete“ zugeordnet. /14/

Gemäß der Bodenkarte (BK 50) steht im Erweiterungsgebiet mittlere podsolierte Braunerde (Bodentyp: pB3) bzw. im Nord-Osten flache podsolierte Braunerde (Bodentyp: pB2) an (siehe Anlage 4.1) /14/.

Die im Erweiterungsgebiet dominierende **Braunerde** gilt als typisch für die gemäßigten Breiten. Charakteristisch für diesen Bodentyp sind geringmächtige Oberböden, die Anreicherung von Feinmaterial in den Unterböden und die namensgebende Braunfärbung /20/.

Der schematische Profilaufbau stellt sich wie folgt dar (siehe Abbildung 6-2):

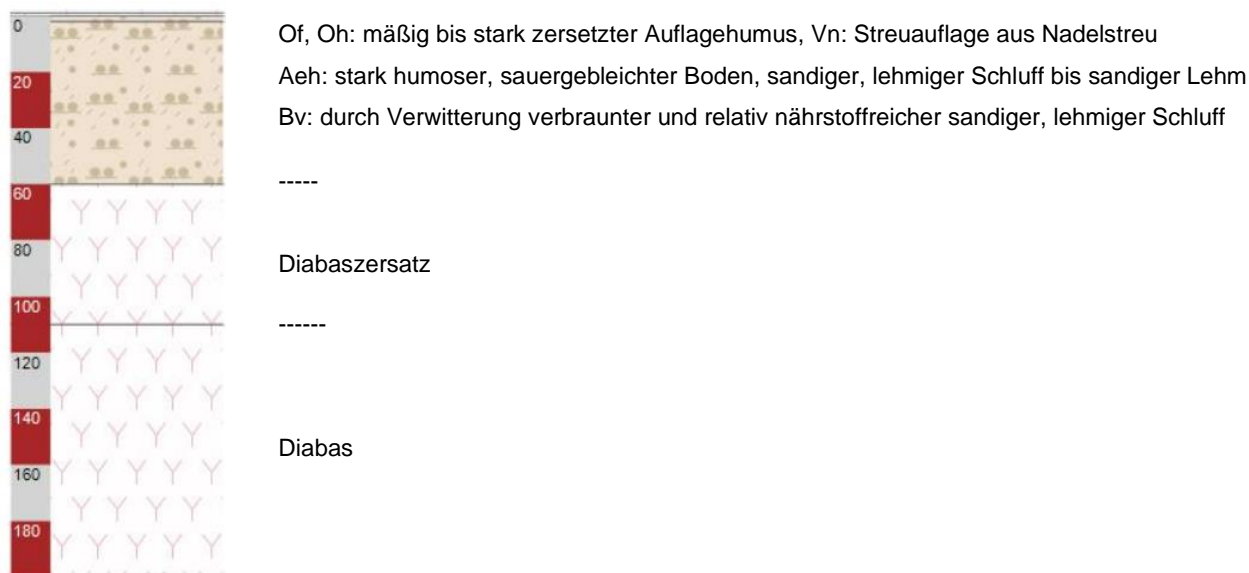


Abbildung 6-2: Bodenprofil Braunerde über Festgestein / Diabas [/14/, /20/]

In der forstlichen Standortskarte wird das anstehende Substrat als schluffige, tonige Lehme aus basenreichen Silikatgesteinen klassifiziert (siehe Anlage 4.2). Die Lehme sind ziemlich gut mit Nährstoffen versorgt. Der Standort wird als frischer bis vorratsfrischer Standort der Ebenen (forstlicher Standorttyp: 9.5.6.3) bzw. mäßig wechselfeuchter Standort der Ebenen, flachen Hänge, o. ä. (forstlicher Standorttyp: 13.4.6.3) beschrieben. Lediglich bei einem kleinen Bereich handelt es sich um einen sonenseitig mäßig sommertrockenen Hangstandort (forstlicher Standorttyp: 25.2.1.1) mit Steinen und Schotter. /14/

## 7 Auswertung zu Bodenfunktionen und -potenzialen

Die folgende Bewertung der Bodenfunktionen orientiert sich an dem niedersächsischen Leitfaden für die Berücksichtigung der Belange des vorsorgenden Bodenschutzes in der räumlichen Planung /16/ sowie der Auswertung des LBEG /14/.

### 7.1 Bodenfunktionen und Bewertungskriterien

Der Boden im Erweiterungsgebiet erfüllt nach § 2 (2) BBodSchG im Wesentlichen die folgenden Bodenfunktionen (siehe Tabelle 7-1).

Tabelle 7-1: Bodenfunktionen und Bewertung des Bodens im Erweiterungsgebiet

Erweiterungsgebiet, Bodentyp „Braunerde“		
Bodenfunktionen gemäß § 2 (2) BBodSchG		Bewertung
Natürliche Funktion	a) Lebensraum	in Bezug auf besondere Standorteigenschaften sowie Ertragspotential als Normalstandort einzustufen /14/
Archivfunktion	b) kulturgeschichtliche Bedeutung	häufig anzutreffende Böden, geringe naturgeschichtliche Bedeutung /14/, vermutete montanarchäologische Denkmale (prähistorischen Steinbrüche, Schmelzplätze des ehemaligen Bergbaus) /2/
Nutzungsfunktion	a) Rohstofflagerstätte c) Standort für forstwirtschaftliche Nutzung d) Nutzung der Trasse als Forstweg	Beeinträchtigung durch Forstwirtschaft (Podsolierung und Versauerung) /14/

Die Bodenfunktionen und -potenziale werden gemäß dem NIBIS-Kartenserver des LBEG /14/ ausgewertet.

### 7.2 Schutzwürdige Böden

Bei besonders schutzwürdigen Böden sind deren natürliche Funktionen sowie deren Archivfunktion im Wesentlichen zu erhalten. Beeinträchtigungen dieser Funktionen sollen nach §1 BBodSchG /22/ vermieden werden.

Im Erweiterungsgebiet stehen gemäß NIBIS-Kartenserver des LBEG /14/ keine schutzwürdigen Böden an (siehe Anlage 4.3). Westlich des Erweiterungsgebiets, im Riefenbruch, und südlich stehen extrem nasse Böden, d. h. Böden mit besonderen Standorteigenschaften, an.

Die Bodenfruchtbarkeit (Ertragsfähigkeit) wird mit gering bis sehr gering angegeben (siehe Anlage 4.4) /14/.

Ergänzend zu den Karten des LBEG /14/ schätzt das NLD ein, dass es sich bei den Meilerplätzen um vermutete montanarchäologische Denkmale handelt und im Hinblick darauf „grundsätzlich eine archäologische Begleitung der Erdarbeiten notwendig“ ist. Durch das NLD wird wie folgt ausgeführt: „Die Meilerplätze sind im Vorfeld archäologisch zu untersuchen und zu dokumentieren. Die Bereiche der möglichen prähistorischen Steinbrüche sind vorab ebenfalls archäologisch zu untersuchen und sollte es sich tatsächlich um solche handeln, ggf. mit entsprechenden Arbeitsplätzen für die Rohbearbeitung, entsprechend ausführlich zu dokumentieren.“ Weiterhin wird durch das NLD darauf hingewiesen, dass im Vorhabensgebiet mit weiteren vermuteten Denkmälern, wie z. B. Schmelzplätzen des ehemaligen Bergbaus zu rechnen ist. /2/

### **7.3 Gefährdung durch Bodenverdichtung**

Die durch den Menschen herbeigeführte Verdichtung der Böden zählt nach § 17 BBodSchG /22/ zu den schädlichen Bodenveränderungen.

Die Gefährdung der Bodenfunktion durch Bodenverdichtung wird als gering (siehe Anlage 4.5.1) und die standortabhängige Verdichtungsempfindlichkeit als gering bis sehr gering (siehe Anlage 4.5.2) eingestuft /14/.

## **8 Stoffliche Bodenbelastung**

Am Altstandort und im Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost ist von den im Folgenden beschriebenen Vorbelastungen der Böden auszugehen.

### **8.1 Bergbau**

Der Harz ist eines der ältesten Industriegebiete Mitteleuropas mit einer über 1000-jährigen Bergbaugeschichte. Durch den Erzbergbau und das damit verknüpfte Hüttenwesen sind im Harz außerordentliche Belastungen durch Arsen und Schwermetalle entstanden. Die Oberböden sind durch die Emissionen der Metallhütten stark mit Arsen, Blei, Cadmium, Zink, Thallium u. a. angereichert.

#### **8.1.1 Harztypische Bodenbelastung (Schwermetalle und Arsen)**

Der Landkreis Goslar hat zusammen mit der TU Clausthal großflächig an über 600 Beprobungsstellen Waldbodenproben entnehmen und auf Schwermetalle und das Halbmetall Arsen untersuchen lassen. Die Analyseergebnisse sind in einer Bodendatenbank des Landkreises erfasst und als Waldbodenbelastungskarten aufbereitet /8/, /9/. Die daraus für die Parameter Blei, Cadmium und Zink übergebenen Waldbodenbelastungskarten /9/ sind in Anlage 6.1 bis Anlage 6.3 dargestellt.

Für die Bereiche des Altstandorts und des Erweiterungsgebietes ergeben sich für den Oberboden (0 bis 10 cm Tiefe) die in Tabelle 8-1 zusammengestellten regionalisierten Schadstoffgehalte.

Tabelle 8-1: Schwermetall- und Arsengehalte im Oberboden

BBodSchV		Analyseergebnisse gemäß /9/ Schluff, sandig, schwach feinkiesig		Vorsorgewerte Anlage 1, Tabelle 1 & 2		
Parameter	Einheit	Erweiterungsgebiet	Abraumhalde Altstandort	Sand <sup>1)</sup>	Lehm / Schluff	Ton
TOC (organischer Kohlenstoff)	%	n. b.	n. b.	-	-	-
pH-Wert	-	3 - 4	3 - 4	-	-	-
Arsen	mg/kg	25 - 50	25 - 50	10	20	20
Blei <sup>2)</sup>	mg/kg	500 - 2000	1000 - 2000	40	70	100
Cadmium <sup>3)</sup>	mg/kg	1 - 2	1 - 2	0,4	1	1,5
Chrom <sub>gesamt</sub>	mg/kg	n. b.	n. b.	30	60	100
Kupfer	mg/kg	40 - 100	40 - 100	20	40	60
Nickel <sup>4)</sup>	mg/kg	n. b.	n. b.	15	50	70
Quecksilber	mg/kg	1 - 2	1 - 2	0,2	0,3	0,3
Thallium	mg/kg	n. b.	n. b.	0,5	1	1
Zink <sup>5)</sup>	mg/kg	70 - 150	150 - 300	60	150	200
Summe aus PCB <sub>6</sub> und PCB-118	mg/kg	n. b.	n. b.	0,05 - 0,1		
Benzo(a)pyren	mg/kg	n. b.	n. b.	0,3 - 0,5		
PAK <sub>16</sub>	mg/kg	n. b.	n. b.	3 - 5		

 Überschreitung der Vorsorgewerte gemäß BBodSchV

- 1) Stark schluffige Sande, lehmig-schluffige Sande und stark lehmige Sande gem. KA 5 sind entsprechend der Bodenart Lehm / Schluff zu bewerten.
- 2) Blei, pH-Wert < 5: bei der Bodenart Ton gelten die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm / Schluff und bei "Lehm / Schluff" die Vorsorgewerte von "Sand".
- 3) Cadmium, pH-Wert < 6: bei der Bodenart Ton gelten die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm / Schluff und bei der "Lehm / Schluff" die Vorsorgewerte von "Sand".
- 4) Nickel, pH-Wert < 6: bei der Bodenart Ton gelten die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm / Schluff und bei "Lehm / Schluff" die Vorsorgewerte von "Sand".
- 5) Zink, pH-Wert < 6: bei der Bodenart Ton gelten die Vorsorgewerte der Bodenart Lehm / Schluff und bei "Lehm / Schluff" die Vorsorgewerte von "Sand".

Die o. g. Analyseergebnisse bestätigen die harztypische Bodenbelastung. Obwohl die Werte z. T. deutlich unterhalb der in großen Teilen des Westharzes üblichen Schadstoffgehalte liegen, z. B. Bleigehalt von bis zu 5.000 mg/kg, werden die Vorsorgewerte der BBodSchV /13/ von allen analysierten Parametern überschritten (siehe Tabelle 8-1).

### 8.1.2 Altlasten

Im Umfeld des Diabas-Tagebaus Huneberg und des Erweiterungsgebiets Huneberg-Ost fanden in historischen Zeiten bergbauliche Aktivitäten statt. Unter anderem wurde ein Erzbergbau auf Eisenstein betrieben. Diverse Tagesöffnungen des Altbergbaus befinden sich südwestlich des Erweiterungsgebiets Huneberg-Ost. Außerdem werden Meiler und ehemalige kleinere Steinbrüche im Bereich des Erweiterungsgebiets vermutet.

/2/

## 8.2 Nährstoff- und Schadstoffeintrag

Mit dem Niederschlag gelangen verschiedene Nähr- und Schadstoffe in gelöster Form in den Wald. Zusätzlich werden diese Stoffe in gas- und partikelförmiger Form eingetragen. In Wäldern ist der atmosphärische Stoffeintrag aufgrund des ausgeprägten Filtereffekts der großen Kronenoberflächen für Gase und partikuläre Stoffe besonders hoch. Diese sogenannte Immissionsschutzfunktion des Waldes stellt jedoch für das Ökosystem Wald selbst eine Belastung dar, da Schwefel- und Stickstoffverbindungen (Nitrat und Ammonium) das chemische Bodenmilieu durch Versauerung und Eutrophierung verändern. /5/

Die Höhe der Stoffeinträge wird maßgeblich durch die Niederschlagsmenge, -intensität und -verteilung, Windgeschwindigkeit, Baumart, Bestandshöhe, Kronenrauigkeit oder lokale Emittenten bestimmt. So sind die Stoffeinträge im Bergland des Harzes aufgrund größerer Niederschlagsmengen höher als im niedersächsischen Tiefland. Fichtenbestände sind wegen der ganzjährigen und im Vergleich mit Kiefern dichteren Benadelung stärker belastet als Buchen-, Eichen- und Kiefernbestände. /5/

Im Rahmen des forstlichen Umweltmonitorings /5/ wird der Stoffeintrag u. a. auf der Monitoringfläche „Lange Bramke“ ca. 6 km (Luftlinie) westlich des Erweiterungsgebiets Huneberg-Ost erfasst.

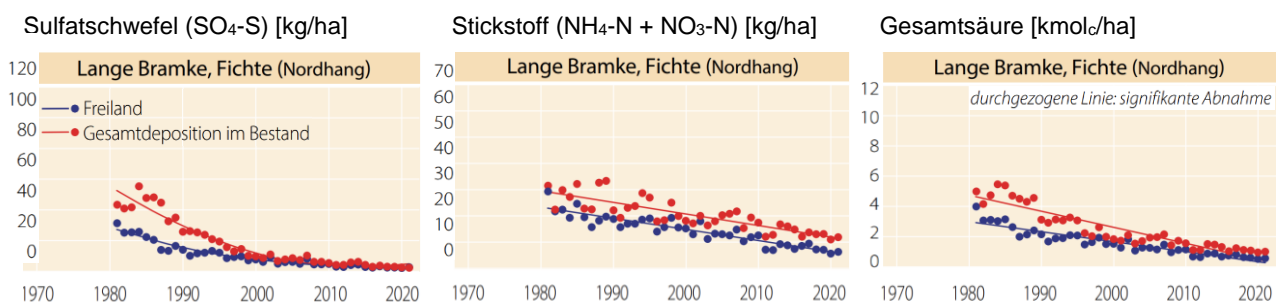


Abbildung 8-1: Sulfatschwefel-, Stickstoff- und Gesamtsäureeintrag pro Jahr auf der Monitoringfläche „Lange Bramke (Nordhang)“, [aus /5/]

**Sulfatschwefel:** Durch die konsequente Umsetzung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung wie Rauchgasentschwefelung und die Einführung schwefelarmer Kraft- und Brennstoffe seit Mitte der 1980er Jahre wurden die Schwefeldioxidemissionen und in der Folge der Schwefeleintrag in gasförmiger und gelöster Form in Wälder wirksam reduziert (siehe Abbildung 8-1, links). Obwohl dieser Anfang der 2000er Jahre bereits auf einem relativ geringen Niveau lag, hat er im Zeitraum von 2012 bis 2021 weiter deutlich abgenommen. Die relative Abnahme des Sulfatschwefeleintrags im Vergleich zum Mittel von 2011 bis 2020 betrug auf der Monitoringfläche „Lange Bramke Kamm“ 54 %. /5/

**Stickstoff** wird als Nitrat (oxidierte Form) und Ammonium (reduzierte Form) in das Ökosystem eingetragen (siehe Abbildung 8-1, mittig). Stickstoff, der nicht für das Wachstum der Vegetation benötigt wird, reichert sich im Ökosystem an. Im Fall von Störungen der Stoffkreisläufe durch z. B. Windwurf oder Borkenkäferbefall, die aktuell auf den Fichtenflächen Lange Bramke zu beobachten sind, wird der Stickstoff rasch mineralisiert und kann bei hohen Stickstoffvorräten im Boden zu stark erhöhten Nitratausträgen führen. Nitrat wird im Bodenwasser von Nährstoffkationen wie Calcium, Magnesium oder Kalium und sauren Kationen wie Aluminium begleitet. Dadurch verliert das Ökosystem wichtige Nährstoffe aus den ohnehin meist nährstoffarmen Waldböden. Auf sauren Böden kann die vermehrte Lösung von Aluminium einen Säureschub verursachen. /5/

Die Nitrateinträge (Mittel von 2019 bis 2021) wurden bezogen auf das Mittel der Jahre 1989 bis 1991 um 63 % (Lange Bramke Kamm) reduziert. Die Ammoniuminträge wurden von 1990 bis 2020 im Freiland um 65 % (Lange Bramke) reduziert, d. h. deutlich höher als im bundesweiten Vergleich. Bei der Gesamtdeposition betrug die Reduktion zwischen 51 % (Lange Bramke Nordhang) und 60 % (Lange Bramke Kamm). /5/

Der Gesamtsäureeintrag, der sich als Summe der Gesamtdeposition von Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid berechnet, betrug 2021 auf den Monitoringflächen „Lange Bramke Nordhang“ und „Lange Bramke Südhang“ 1,0 kmolc/ha (siehe Abbildung 8-1, rechts). Ein Teil des Säureeintrags wird durch ebenfalls mit dem Niederschlag eingetragene Basen neutralisiert bzw. im Waldboden durch Basen gepuffert, die durch Verwitterung freigesetzt werden. Der partikuläre Eintrag basischer Stäube spielt z. B. in der Nähe von Steinbrüchen eine Rolle. Die nachhaltige Säurepufferkapazität aus Verwitterung reicht bei oft nährstoffarmen Waldböden jedoch nicht aus, um die Säureinträge vollständig zu kompensieren. /5/

Ferner wurde eine lokal begrenzte Grünlandparzelle im Eingriffsbereich (Biotoptyp GMF§, nördlich des Kötengeweges) wiederholt als Mähwiese genutzt /7/. Im Zusammenhang damit wurde gedüngt (Phosphateintrag), was neben der Förderung naturferner Pflanzengesellschaften auch als Vorbelastung für den Boden anzusehen ist.

Von Staubimmissionen aus dem westlich gelegenen und bereits seit 1952 betriebenen Diabas-Tagebau Huneberg sind / waren trotz vorsorgender technischer Sicherungsmaßnahmen besonders die östlich und nordöstlich an den Steinbruch angrenzenden Bereiche betroffen.

#### Forstwirtschaft

Vor mindestens 70 bis 80 Jahren (vermutlich deutlich früher) wurden Fichten angepflanzt. Dies hat zur Anreicherung von Rohhumus geführt und eine Podsolierung und Versauerung des Bodens begünstigt.

Des Weiteren sind die befestigten Forst- und Rückewege der Forstwirtschaft sowie der ausgebaute Verbindungsweg zum Waldpädagogikzentrum (Jugendwaldheim) Ahrendberg als Vorbelastungen zu benennen. Nicht nur durch die Versiegelung und Verdichtung des Korngefüges unterhalb der Fahrbahnen, sondern auch durch den Eintrag von Reifenabrieb sowie eventuelle Öl- und Benzinverluste stellen sie ein Belastungspotential für das Schutzgut Boden in der unmittelbaren Umgebung dar.

### **8.3 Stickstoff und Stickstoffverbindungen (Ammonium, Nitrit, Nitrat)**

Der Stickstoffgehalt und die verschiedenen Stickstoffverbindungen (Ammonium, Nitrit, Nitrat) können konzentrationsabhängig nachteilige Auswirkungen auf Grund- und Oberflächenwasser haben. Der organische Stickstoff ( $N_{org}$ ) wird durch bakterielle Umwandlung (Ammonifikation) zu Ammonium sowie weiter über Nitrit zu Nitrat (Nitrifikation) umgewandelt, was sich nachteilig auf die Wasserqualität auswirkt.

Der Oberboden im Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost wurde 2017/18 durch die Baustoff- und Bodenprüfung Nordharz GmbH hinsichtlich einer potenziellen Nitrat Auswaschung untersucht. Dafür wurden drei Mischproben auf die eluierbaren Nitrat-, Nitrit- und Ammoniumgehalte untersucht (siehe Kapitel 6.2).

Der Gehalt an organischem Stickstoff ( $N_{org}$ ) lag zwischen 6.300 und 7.300 mg/kg. Auffällige Nitrat-, Nitrit- oder Ammoniumkonzentrationen wurden nicht festgestellt (siehe Tabelle 8-2). /6/

Tabelle 8-2: Analyseergebnisse des Oberbodens im Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost [aus /6/]

Entnahmestelle	Probe Nr.	Tiefe	Nitrat [mg/l]	Nitrit [mg/l]	Ammonium [mg/l]
Grenzwert TrinkwV			50	0,50	0,50
Teilbereich Nord	40284 / 1	0,00 - 0,50 m	8,11	0,06	0,2
Teilbereich Hauptachse	40284 / 2	0,00 - 0,70 m	7,43	0,03	0,12
Teilbereich Süd	40284 / 3	0,00 - 0,20 m	5,44	0,02	0,28

Die Grenzwerte der TrinkwV waren 2017/18 so weit unterschritten, dass auch durch eine Ammonifikation und Nitrifikation infolge des zwischenzeitlichen Fichtensterbens und des daraus resultierenden Kahlschlags keine signifikante Erhöhung des Nitratgehalts zu erwarten ist. Somit wird, nach derzeitigem Kenntnisstand, keine negative Beeinflussung des Trinkwassers und somit auch nicht des Grund- und Oberflächenwassers erwartet.

Diese Einschätzung wird durch eine 2013 von G.E.O.S. durchgeführte Untersuchung bekräftigt. Hier wurde kein signifikanter Unterschied des Ammonium-, Nitrit- oder Nitratgehalts des Oberbodens im Wald – gegenüber dem Lichtungsbereich, und damit durch Sonneneinstrahlung verursachte vermehrte Bakterienaktivität – nachgewiesen. /6/

## 9 Bodenmanagement

Zur Erschließung des Erweiterungsgebiets Huneberg-Ost wird auf der gesamten Erweiterungsfläche von 42,3 ha der Oberboden abgetragen. Insgesamt fallen rechnerisch 177.808 m<sup>3</sup> Oberboden an (siehe Kapitel 9.1.1).

Etwa 50 % des Oberbodens sollen zur Wiedernutzbarmachung bzw. Rekultivierung der Abraumhalden des Altstandorts verwendet werden. Weitere 32 % werden zur Wiedernutzbarmachung der Halden- und Lagerflächen des Erweiterungsgebiets genutzt. Die übrigen knapp 20 % werden für einen Randwall zur Abgrenzung des Erweiterungsgebiets sowie zur späteren Rekultivierung / Renaturierung der Betriebsflächen (ca. 14 ha) verwendet.

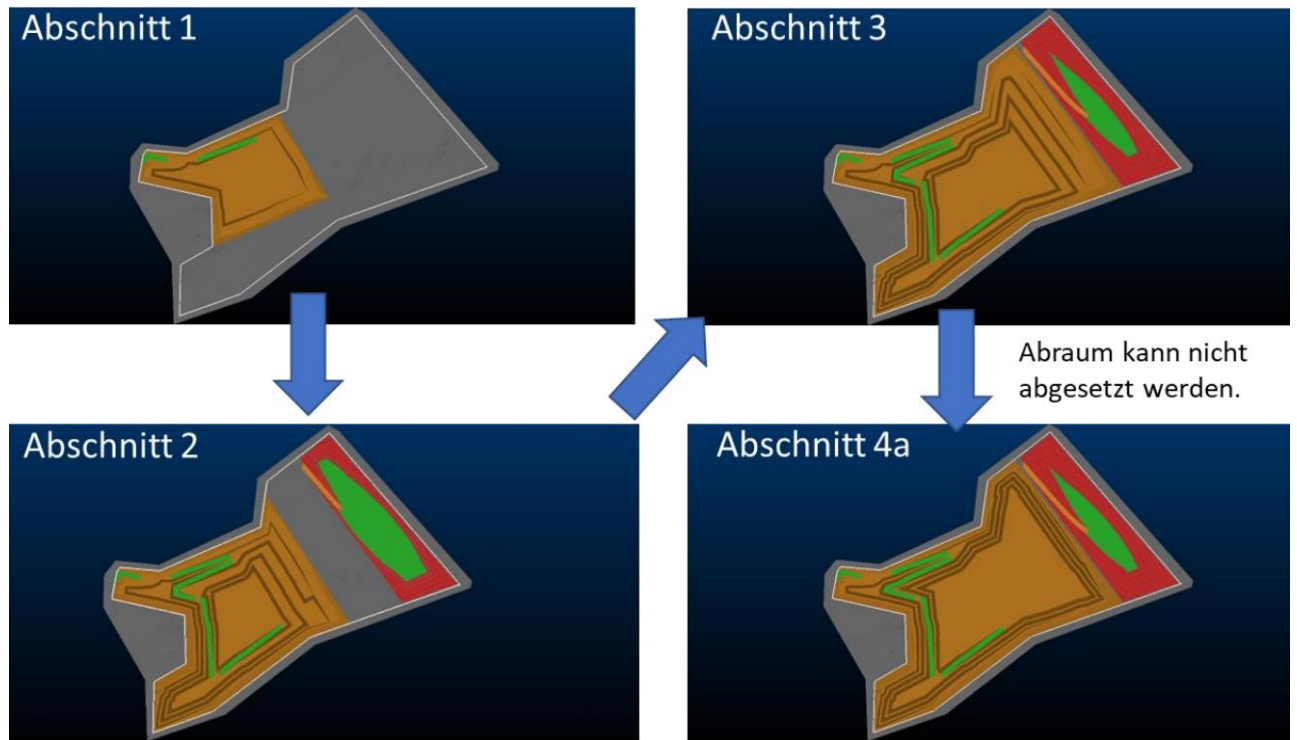
Das heißt, der Oberboden wird vollständig am Standortbereich wiederverwendet:

- Oberbodenandeckung auf der Abraumhalde des Altstandorts
- Oberbodenandeckung auf der Abraumhalde des Erweiterungsgebiets
- Randwall aus Oberboden zur Abgrenzung des Erweiterungsgebiets
- Zwischenlagerung von Oberboden zur Rekultivierung / Renaturierung der Betriebsflächen

Aus dem Bodenmanagementplan der Anlage 2 geht einerseits die Fläche des Erweiterungsgebiets, aus der Oberboden abzutragen ist, hervor und andererseits die Flächen, auf denen der Boden wiedereingebaut wird.

Der Oberbodenabtrag im Erweiterungsgebiet erfolgt sukzessive entsprechend der in Abbildung 9-1 bzw. Abbildung 9-2 dargestellten Abbaufolgen. Die Einbaulogistik ergibt sich wie folgt:

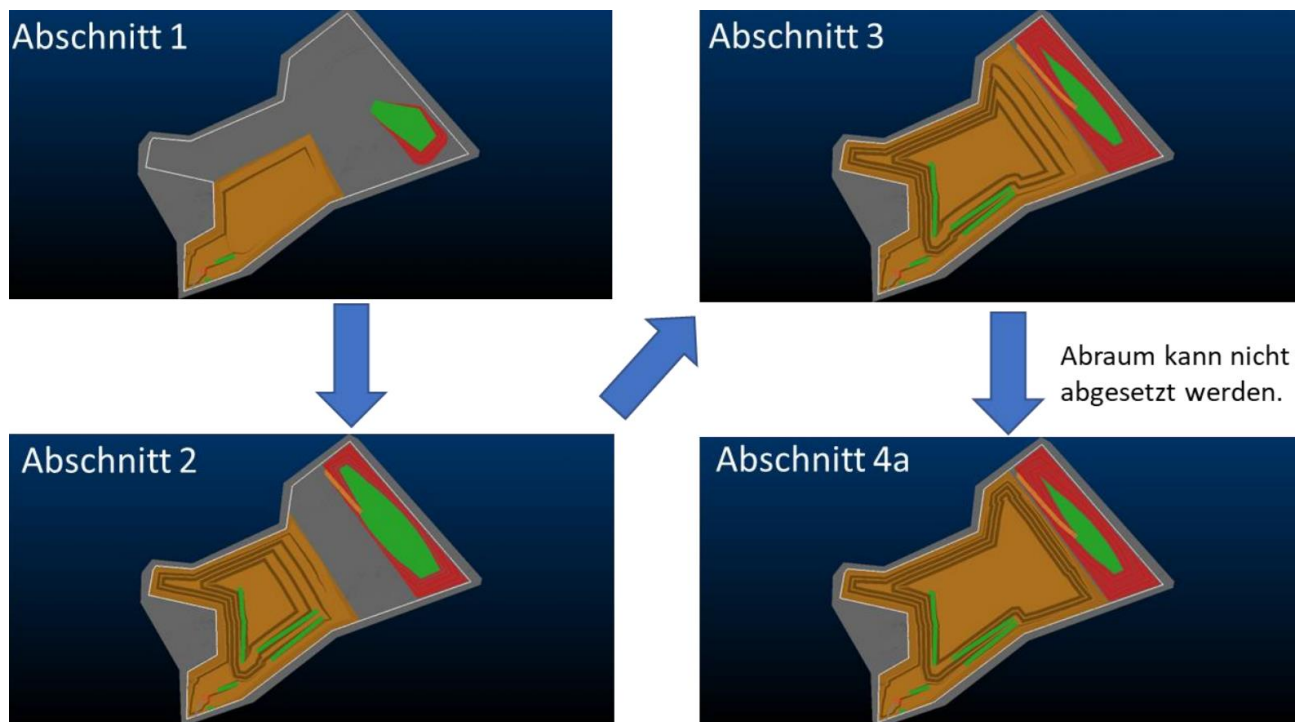
1. bis 6. Jahr: Abtrag des Oberbodens in Abbauabschnitt 1 und im Bereich des geplanten Absetzbeckens  
Wiedereinbau in den Randwall und auf der Abraumhalde des Altstandorts
6. bis 23. Jahr: Abtrag des Oberbodens in Abbauabschnitt 2 und im Bereich der Abraumhalde des Erweiterungsgebiets  
Wiedereinbau auf der Abraumhalde des Altstandorts, bis die zur Abdeckung vorgesehenen Bereiche vollständig abgedeckt sind.  
Wiedereinbau auf der Abraumhalde des Erweiterungsgebiets (in fertiggestellten Bereichen)  
Zwischenlagerung am Altstandort
23. bis 32. Jahr: Abtrag des Oberbodens in den Abbauabschnitten 3  
Wiedereinbau auf der Abraumhalde des Erweiterungsgebiets
32. bis 40. Jahr: Es ist keine Umlagerung von Oberboden vorgesehen.



braun: Abbauabschnitt 1 bis 4; rot / grün: Lage der Abraumhalde

Abbildung 9-1: Erweiterungsgebiet, Nordvarianten: Abbauabschnitte 1 bis 4 [entn. aus /1/]

In obenstehender Abbildung 9-1 ist die geplante Abbaufolge für die Nordvarianten dargestellt. Die Südvariante (siehe Abbildung 9-2) unterscheidet sich im Wesentlichen im Abbauabschnitt 1.



braun: Abbauabschnitt 1 bis 4; rot / grün: Lage der Abraumhalde

Abbildung 9-2: Erweiterungsgebiet, Südvariante: Abbauabschnitte 1 bis 4 [entn. aus /1/]

Auf der Abraumhalde des Altstandorts soll nur im nördlichen Bereich Oberboden angedeckt werden (siehe Abbildung 9-3). Dieser Bereich wird noch mit Abraum aus dem Erweiterungsgebiet aufgefüllt. Bei dem südlichen Bereich handelt es sich um nicht mehr veränderbare Althaldenflächen, die in Abstimmung mit der UNB nach den Vorgaben des Landschaftspflegerischen Begleitplans hergerichtet werden.

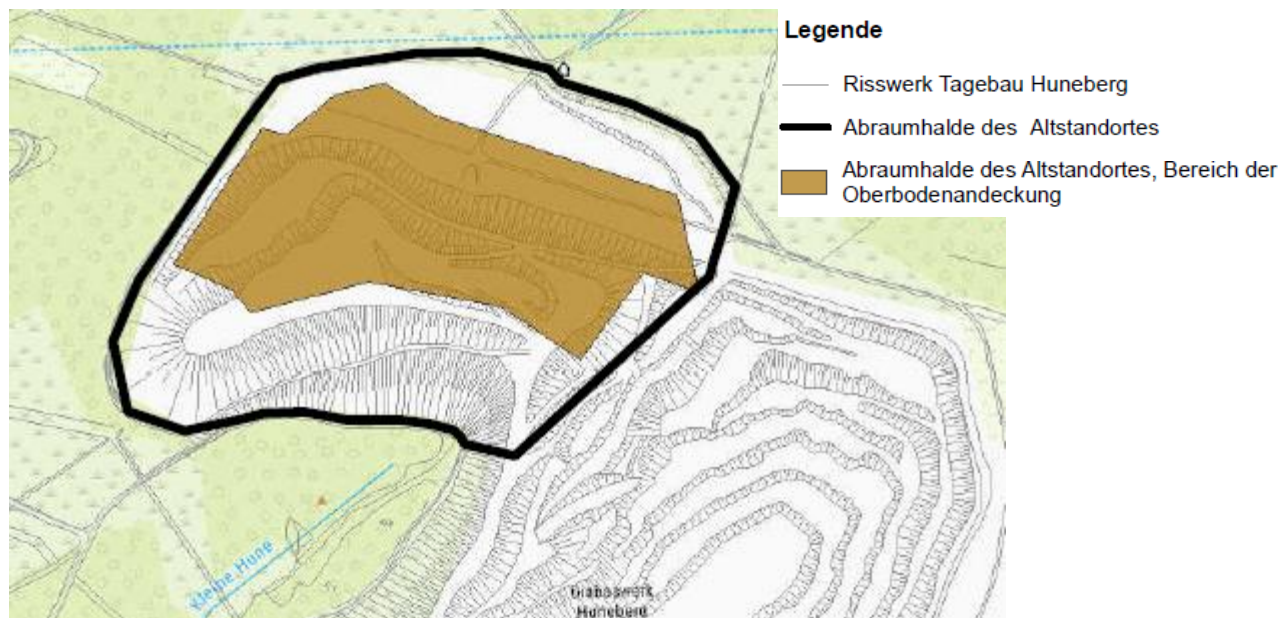


Abbildung 9-3: Abraumhalde des Altstandorts, vorgesehener Bereich für Oberbodenanddeckung (blau)

## 9.1 Massenermittlung

### 9.1.1 Menge des umzulagernden Oberbodens

Die Mächtigkeit des Oberbodens im Erweiterungsgebiet wurde durch die G.U.B. Ingenieur AG anhand der verfügbaren Bohrdaten ermittelt. Die zugrunde gelegten Bohrungen sind in Tabelle 6-1 zusammengestellt (siehe Kapitel 6.1).

Die in /4/ ermittelte mittlere Oberbodenmächtigkeit im Erweiterungsgebiet beträgt 0,42 m.

Für die Ermittlung der Oberbodenmenge wurde die Methode der arithmetischen Mittel herangezogen. Ein Auflockerungsfaktor wurde nicht berücksichtigt, da der Oberboden – ohne Zwischenlagerung – mit der standorttypischen Verdichtung wieder eingebaut wird (d. h., das Ausbaumvolumen entspricht dem Einbaumvolumen).

Fläche des Erweiterungsgebiets:	423.352 m <sup>2</sup>
mittlere Oberbodenmächtigkeit:	0,42 m
Menge des anfallenden kulturfähigen Bodenmaterials:	177.808 m <sup>3</sup>

Die Menge an Oberboden, die auf dem Betriebsgelände umgelagert wird, beträgt ca. 177.808 m<sup>3</sup>.

### 9.1.2 Mächtigkeit der Oberbodenabdeckung auf Abraumhalden

Die mit Oberboden abgedeckten Abraumhalden und Betriebsflächen sollen der natürlichen Sukzession überlassen werden. Das heißt, langfristig wird sich auf diesen Flächen Wald entwickeln.

Für forstwirtschaftliche Flächen gibt es keine Vorgaben für die Mächtigkeit der Vegetationstragschicht. Gemäß DIN 18915 /19/ soll hier die gesamte durchwurzelbare Bodenschicht berücksichtigt werden, d. h. der Oberboden und der für Vegetationszwecke vorgesehene Unterboden. Bei Wald liegt die Mächtigkeit der durchwurzelbaren Bodenschicht zwischen 0,5 und 2,0 m.

Unter Berücksichtigung der Beschaffenheit der darunterliegenden Schichten (hier: Abraum) soll im Rahmen der Rekultivierungsarbeiten eine durchwurzelbare Schicht, bestehend aus Oberboden, in einer Mächtigkeit von ca. 1 m aufgebracht werden. Dies entspricht der maximalen Mächtigkeit der Oberbodenschicht im Erweiterungsgebiet (siehe Kapitel 6.1).

## 9.2 Massenbilanz

In der technischen Vorhabensbeschreibung /1/ werden Abbauvolumen (Oberboden) und Einbauvolumen gegenübergestellt.

Dabei wird der zeitliche Anfall des Oberbodens (differenziert in die Abbauabschnitte 1 bis 4) berücksichtigt. Diese Aufstellung wird dem Einbau am Verwertungsort gegenübergestellt, quantifiziert für die einzelnen Abbauabschnitte.

Die detaillierte Massenbilanz für den Oberboden ist in Anlage 5 enthalten und in den folgenden Tabellen für die Nord- bzw. Südvariante zusammengefasst.

Tabelle 9-1: Anfall- und Ablagerungsorte für Oberboden in den Nordvarianten (gemäß /1/)

Nordvariante: Abbauabschnitt		Massenbilanz		Verwertungsort			
		$\Sigma$ Anfall	$\Sigma$ Verwertung	Erweiterungsgebiet		Altstandort	
1	2	3 [m <sup>3</sup> ]	4 $\Sigma$ Sp. 5 - 8	5 Andeckung auf Abraumhalde [m <sup>3</sup> ]	6 Randwall [m <sup>3</sup> ]	7 Andeckung auf Abraumhalde [m <sup>3</sup> ]	8 Zwischenlager zur Andeckung auf Betriebsflächen [m <sup>3</sup> ]
1	0. - 6. Jahr	66.649	66.649		3.255	63.394	
2	6 - 23. Jahr	88.043	88.043	34.129		23.914	30.000
3	23 - 32. Jahr	23.116	23.116	23.116			
4	32 - 40. Jahr	-	-				
Summe		177.808	177.808	57.245	3.255	87.308	30.000

Tabelle 9-2: Anfall- und Ablagerungsorte für Oberboden in der Südvariante (gemäß /1/)

Südvariante: Abbauabschnitt		Massenbilanz		Verwertungsort			
		Σ Anfall	Σ Verwertung	Erweiterungsgebiet		Altstandort	
1	2	3	4	5	6	7	8
		[m³]	Σ Sp. 5 - 8	Andeckung auf Abraumhalde [m³]	Randwall [m³]	Andeckung auf Abraumhalde [m³]	Zwischenlager zur Andeckung auf Betriebsflächen [m³]
1	0. - 6. Jahr	87.862	87.862		3.255	84.607	
2	6 - 23. Jahr	60.866	60.865	28.164		2.701	30.000
3	23 - 32. Jahr	29.081	29.081	29.081			
4	32 - 40. Jahr	-	-				
Summe		177.809	177.808	57.245	3.255	87.308	30.000

### 9.3 Bewertung gemäß BBodSchV und Verordnung „Bodenplanungsgebiet Harz im LK Goslar“

Grundsätzlich gilt für das Auf- oder Einbringen von Materialien auf oder in den Boden, insbesondere im Rahmen der Rekultivierung, der Wiedernutzbarmachung, ..., und der Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht insbesondere auf technischen Bauwerken, der § 6 der BBodSchV /13/.

#### Umlagerung des Oberbodens am Standort

Wie in Kapitel 9.3 dargelegt, soll der Oberboden auf dem eigenen Standortbereich umgelagert werden. Das heißt, der im Erweiterungsgebiet abgetragene Oberboden wird zur Rekultivierung / Wiedernutzbarmachung der beiden Abraumhalden (im Erweiterungsgebiet und am Altstandort) sowie zur Rekultivierung der Betriebsflächen verwendet. Somit wird im Erweiterungsgebiet selbst der Ausgangsboden und am Altstandort Boden des unmittelbaren räumlichen Umfelds unter vergleichbaren Bodenverhältnissen und vergleichbaren geologischen / hydrogeologischen Bedingungen aufgebracht. Dementsprechend gilt gemäß § 6 (3) und § 6 (6) BBodSchV:

*§ 6 (3) Eine schädliche Bodenveränderung im Sinne des Absatzes 2 ist aufgrund von Schadstoffgehalten nicht zu besorgen, wenn Bodenmaterial oder Baggergut am Herkunftsort oder in 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.*

*§ 6 (6) Von einer analytischen Untersuchung von Bodenmaterial und Baggergut nach Absatz 5 Satz 2 und 3 kann abgesehen werden, wenn ... 3. die Materialien am Herkunftsort oder in dessen räumlichen Umfeld oder innerhalb eines Gebietes im Sinne des Absatzes 4 umgelagert werden, das Vorliegen einer Altlast oder sonstigen schädlichen Bodenveränderung aufgrund von Schadstoffgehalten auszuschließen ist und durch die Umlagerung das Entstehen einer schädlichen Bodenveränderung nicht zu besorgen ist.*

Das Erweiterungsgebiet befindet sich auf ehemaligen Wald- bzw. lokal auf Wiesenflächen (siehe Kapitel 6.3). Hinweise auf besondere, d. h. über die im Gebiet übliche harztypische Belastung hinausgehende Schadstoffgehalte liegen nicht vor (siehe Kapitel 8).

Zudem deuten die regionalisierten Analyseergebnisse in Tabelle 8-1 darauf hin, dass die harztypische Schwermetallbelastung am Einbauort (Altstandort) evtl. sogar höher ist als am Entnahmeort (Erweiterungsgebiet). Das heißt, es ist mit keiner schädlichen Bodenveränderung am Einbauort infolge der Umlagerung zu rechnen.

Somit ist gemäß § 6 (3) BBodSchV eine schädliche Bodenveränderung aufgrund von Schadstoffgehalten nicht zu besorgen. Gemäß § 6 (6) Nr. 3 BBodSchV kann von einer analytischen Untersuchung abgesehen werden.

#### Verwertung des Oberbodens außerhalb des Standorts

Sollte – entgegen der derzeitigen Planung – eine externe Verwertung des Oberbodens außerhalb des Gebiets vorgesehen werden, ist sicherzustellen, dass die Verwertung am Ort des Auf- und Einbringens zulässig ist.

Gemäß § 6 (2) BBodSchV ist das Auf- und Einbringen von Materialien oder die Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht nur zulässig, wenn

1. *nach Art, Menge, Schadstoffgehalten, Schadstoffkonzentrationen und physikalischen Eigenschaften der Materialien sowie nach den Schadstoffgehalten der Böden am Ort des Auf- und Einbringens das Entstehen einer schädlichen Bodenveränderung nach § 3 nicht zu besorgen ist und*
2. *mindestens eine der in § 2 Absatz 2 Nummer 1 und Nummer 3 Buchstabe b und c des BBodSchG /22/ genannten Bodenfunktionen nachhaltig verbessert, gesichert oder wiederhergestellt wird.*

Das Erweiterungsgebiet liegt außerhalb des Bodenplanungsgebietes Harz. Dazu heißt es in der Verordnung des „Bodenplanungsgebietes Harz im Landkreis Goslar“ /3/:

*§ 16 (3) Belastetes Bodenmaterial, das ... außerhalb des Bodenplanungsgebietes innerhalb des Landkreises Goslar angefallen ist, und nachweislich die sonstigen Voraussetzungen des harztypisch belasteten Bodens nach § 2 (15) erfüllt, darf im Einzelfall mit Genehmigung der unteren Bodenschutzbehörde innerhalb des Bodenplanungsgebietes verwertet werden.*

*In § 2 (15) wird harztypisch belastetes Bodenmaterial wie folgt definiert /3/:*

*Material aus Böden des Landkreises Goslar im Sinne von § 2 Ziffer 1 BBodSchV, dass*

- a) *mit einzelnen oder mehreren der nachfolgenden Schadstoffe bis zur Verwertungsobergrenze nach § 12 belastet ist: Arsen (As), Antimon (Sb), Blei (Pb), Cadmium (Cd), Kupfer (Cu), Nickel (Ni) und Zink (Zn),*
- b) *mit Thallium (Tl) und/oder Quecksilber (Hg) belastet ist,*
- c) *nicht mit anderen Schadstoffen belastet ist und bzw. oder keine Fremdbestandteile oder organische Fremdstoffe besitzt, die eine Beseitigung nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz erforderlich machen würde.*

In Abstimmung mit der unteren Bodenschutzbehörde könnte somit der Oberboden nach Prüfung ggf. innerhalb des Bodenplanungsgebietes Harz im Landkreis Goslar verwertet werden.

## 10 Beeinträchtigungen und Auswirkungen

Im Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost sind Braunerde-Standorte mit mittlerer Lebensraumfunktion und Naturnähe sowie einer vom NLD vermuteten Funktion als Archiv der Kulturgeschichte betroffen. Die Entnahme des Oberbodens bewirkt einen vollständigen, dauerhaften und irreversiblen Verlust relevanter Bodenfunktionen.

Die zu erwartenden Beeinträchtigungen des Oberbodens werden im Folgenden bewertet. Dafür werden in Anlehnung an die DIN 19639 /17/ folgende Wirkfaktoren mit ihren jeweiligen Auswirkungen betrachtet:

- Verdichtungen und Gefügestörungen durch mechanische Belastung von z. B. Baufahrzeugen: Vernässungen und Beeinträchtigungen der Durchwurzelbarkeit und der natürlichen Bodenfunktionen
- Vermischungen der ursprünglichen Bodenschichten in der durchwurzelbaren Bodenschicht: Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen
- dauerhafter Bodenabtrag: Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen und des durchwurzelbaren Bodenraums
- dauerhafter Bodenauf- und -eintrag in oder auf die durchwurzelbare Bodenschicht: Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen
- Veränderung des Bodenwasserhaushalts: Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen
- Veränderung des Bodenlufthaushalts: Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen, u. a. aerober Abbau organischer Bodensubstanz (Humusabbau)
- Veränderung der Vegetation bzw. der Bodenbedeckung: Erhöhung der Erosionsgefährdung unter Berücksichtigung von Fremdwasserzutritten und Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen
- Schad- und Fremdstoffeinträge durch Baumaschinen, Bau- oder Betriebsstoffe: Verschlechterung der Schadstoffsituation und Beeinträchtigung der Bodenfunktionen

Bei der Betrachtung der vorgenannten Wirkfaktoren wird ersichtlich, dass die Erschließungsmaßnahme zu Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen sowie seiner Archivfunktionen führen kann, die durch geeignete Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen minimiert werden können (siehe Kapitel 11).

## **11 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen**

Auf Grundlage der in Kapitel 10 beschriebenen vorhabenbezogenen Auswirkungen und der damit verbundenen Beeinträchtigungen des Oberbodens werden geeignete und erforderliche Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen ermittelt.

### **11.1 Bergbauarchäologische Untersuchung**

Die Erdarbeiten sind gemäß den Vorgaben des NLD archäologisch zu begleiten (siehe Kapitel 7.2).

### **11.2 Abtrag von Oberboden**

Der ehemalige Waldbestand im Erweiterungsgebiet ist nach dem Absterben per Holzeinschlag vollständig beseitigt worden. Der verbliebene und wieder angesiedelte Pflanzenbewuchs des Unterwuchses und verbliebenes Astmaterial sind im Vorfeld zu entfernen.

Wurzeln und Stubben sind noch im Boden enthalten. Daher sind reiner Oberboden und Oberboden mit einem erhöhten Holzanteil (z. B. Wurzelteller, Stubben) getrennt auszuheben (siehe Kapitel 11.4 und 11.5).

Beim Abtragen von Oberboden ist die DIN 19639 /17/ zu beachten.

Der Bodenabtrag ist zeitlich so zu planen, dass die Arbeiten in möglichst trockenem Zustand (ko1 bis ko3) erfolgen (siehe Kapitel 11.3). Jahreszeitlich typische Witterungsverläufe und Niederschlagshäufigkeiten sind bei der Planung zu berücksichtigen. Gegebenenfalls ist zu prüfen, ob ein vorgezogener Oberbodenabtrag möglich ist.

Der Oberboden ist mit Raupenfahrzeugen, bevorzugt Raupenbagger, abzutragen.

### **11.3 Vermeidung von Verdichtung**

Beim Auf- oder Einbringen oder der Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht sowie beim Um- oder Zwischenlagern von Materialien sind gemäß § 6 (9) BBodSchV /13/ Verdichtungen, Vernässungen und sonstige nachteilige Einwirkungen auf den Boden durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden oder wirksam zu vermindern.

Da es sich bei dem zu schützenden Oberboden um einen verdichtungsempfindlichen Boden handelt und eine Beanspruchung nicht vermeidbar ist, sind die Hinweise der DIN 19639 zu beachten.

In Zeiten hoher Bodenfeuchte ist jegliche Befahrung auf ungeschütztem Boden / Oberboden zu unterlassen. Sind Befahrungen auf ungeschütztem Boden zwingend erforderlich, ist dies nur unter Berücksichtigung der DIN 19639 zulässig (siehe Tabelle 11-1). In diesem Fall sind die Arbeiten mit Fahrzeugen mit bodenschonender Bereifung bzw. breiten Ketten (d. h. geringer Flächenlast) durchzuführen. Rangierfahrten und schweres Gerät sind zu vermeiden.

Entsprechendes gilt für eine Befahrung auf ungeschütztem Unterboden außerhalb der unmittelbar vom Abbau betroffenen Bereiche.

Die Umlagerung des Oberbodens ist bei trockener Witterung durchzuführen. Die Umlagerungseignung des Bodens in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte bzw. Konsistenz ist Tabelle 11-1 zu entnehmen.

Tabelle 11-1: Befahrbarkeit und Umlagerungseignung von Böden gemäß DIN 19639 /17/

Befahrbarkeit gemäß Nomogramm (Grundlage Tensiometerwerte)		Wasserspannung im Boden			Bodenfeuchte		Konsistenzbereich bindiger Böden	Umlagerungseignung (Mindestfestigkeit) nach DIN 19731
[cbar]	Einstufung	[cbar]	[lg hPa]	Stufen	Bezeichnung	Kurzzeichen		
≤2,5	kein Befahren/ keine Bodenarbeiten	0	0,0	0	sehr nass	feu 6	zähflüssig	unzulässig
		2,5	1,4	≤1,4	nass	feu 5	breiig (plastisch)	
>2,5– 12,4	Arbeiten nur von Baggermatratzen/ Baustraßen aus	6,0	1,79	>1,4 bis 2,1	sehr feucht	feu 4	weich (plastisch)	
		10,0	2,01					
		12,4	2,1					
>12,4	Befahren und Erdarbeiten gemäß Nomogramm	30	2,49	>2,1 bis 2,7	feucht	feu 3	steif (plastisch)	
		50	2,71					
		70	2,85	>2,7 bis 4,0	schwach feucht	feu 2	halbfest (bröckelig)	optimal
		100	3,01					
		990	4,0					
>990	>4,0	>4,0	trocken	feu 1	fest (hart)			

Wasserspannung bzw. Bodenfeuchte können mit Tensiometern oder näherungsweise anhand bodenkundlicher Geländebefunde (Bodenfeuchte- / Konsistenzbestimmung per Fingerprobe) abgeschätzt werden (siehe Tabelle 11-1). Aus dem Nomogramm in Abbildung 11-1 können die Einsatzgrenzen von Baumaschinen über das Eigengewicht und die Flächenpressung der Maschine abgelesen werden. /17/, /18/

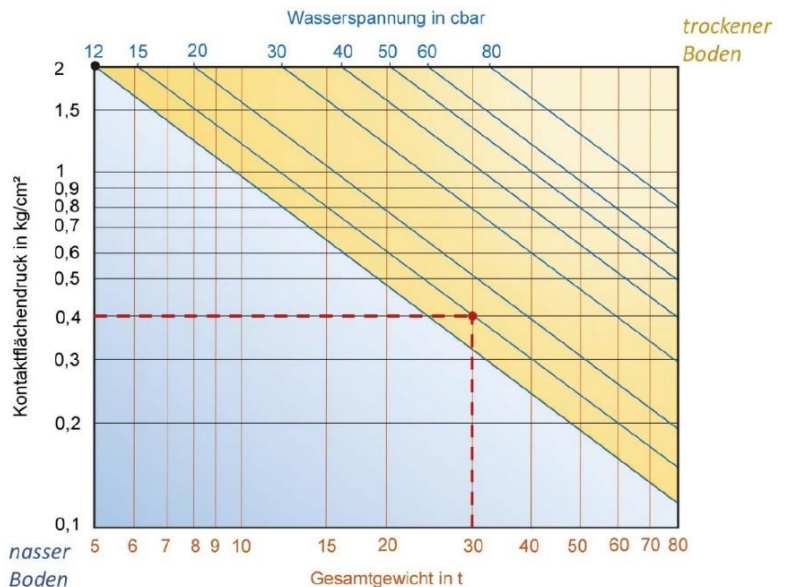


Abbildung 11-1: Nomogramm – Einsatzgrenzen von Baumaschinen gemäß DIN 19639 /17/, /18/

### 11.4 Horizonttrennung

Auzuhebende Bodenhorizonte sind voneinander getrennt auszuheben und zu lagern. Dies betrifft einerseits die Oberbodenschicht und die Unterbodenschichten (hier: Abraum), da der Oberboden in seinem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen ist. Andererseits ist Oberboden mit einem erhöhten Holzanteil (z. B. Wurzelteller, Stubben) getrennt vom Oberboden ohne Holzanteil zu behandeln.

Oberboden und Unterboden (hier: Abraum) sind horizontgerecht auf- bzw. einzubringen. Das heißt, Unterboden darf nicht auf Oberboden aufgebracht werden.

### **11.5 Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht**

Bei der Herstellung durchwurzelbarer Bodenschichten, z. B. Andecken von Oberboden auf den Abraumhalden und zur Rekultivierung temporär befestigter Flächen (Baustraßen, Betriebsflächen, etc.), sind die Angaben des § 6 BBodSchV /13/ zu beachten.

Beim Herstellen einer durchwurzelbaren Bodenschicht sind Verdichtungen und Vernässungen durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden (siehe Kapitel 11.3). Die Befahrbarkeit und Umlagerungseignung von Böden gemäß DIN 19639 /17/ ist zu beachten (siehe Tabelle 11-1).

Der Oberboden ist mit Raupenfahrzeugen, bevorzugt Raupenbaggern, einzubauen.

Oberboden mit einem erhöhten Holzanteil (z. B. Wurzelteller, Stubben) kann für die obere Lage der durchwurzelbaren Schicht verwendet werden (etwa die oberen 50 cm). Die untere Lage der durchwurzelbaren Schicht ist aus Oberboden ohne Holzanteil (ausgenommen sind Holzschnitzel und Wurzelstockfräsgut) herzustellen, um anaerobe Prozesse durch zu tiefes Einbringen organischer Masse zu vermeiden.

Aufgebrachter Oberboden darf nicht unnötig befahren werden.

### **11.6 Zwischenlagerung von Oberboden**

Oberboden, der nicht auf die Abraumhalden aufgebracht werden kann, wird am Altstandort zwischengelagert, um später zur Rekultivierung / Renaturierung der Betriebsflächen (ca. 14 ha) zur Verfügung zu stehen.

Der Oberboden ist getrennt vom Unterboden in Mieten zu lagern und vor Verdichtung und Vernässung zu schützen. Beim Anlegen von Oberboden-Mieten sind die DIN 19639 /17/ und DIN 19731 /21/ zu beachten.

Oberboden-Mieten dürfen maximal eine Höhe von 2 m aufweisen.

Die Böschungen sind mit einer steilen Neigung auszubilden und die Oberseite geneigt zu errichten. Die in Mieten gelagerten Böden sind vor Verdichtung und Vernässung zu schützen. Die Oberflächen sind zu glätten. Die Lagerflächen müssen wasserdurchlässig sein und dürfen nicht zu Staunässe führen. Daher kann es erforderlich sein, Oberflächenwasser am Böschungsfuß abzuleiten.

Bodenmieten dürfen – auch in Zwischenbauzuständen – nicht schädlich verdichtet und nicht befahren werden (dies gilt insbesondere für Radfahrzeuge).

Bei Liegezeiten über zwei Monaten ist unmittelbar nach Herstellung der Miete zur Vermeidung von Vernässung, Erosion und zum Schutz gegen unerwünschten Aufwuchs eine Zwischenbegrünung vorzusehen.

Die DIN 18915, Anhang E /19/ enthält Pflanzenarten für Mietenbegrünung mit ausgewählten Eigenschaften, wie z. B. Toleranz gegenüber hoher Stickstoffversorgung oder gegenüber kalkreichen Standorten.

Bei mehrjähriger Bodenlagerung ist die Miete auch mit tiefwurzelnden, winterharten und stark wasserzehrenden Pflanzen zu begrünen (z. B. Luzernen, Waldstauden-Roggen, Lupinien, Ölrettich).

### **11.7 Anforderungen an Baustraßen**

Gemäß der technischen Vorhabensbeschreibung /1/ wird der Boden je nach Transportvariante entweder mit SKW über den bestehenden Forst- und Wirtschaftsweg ( $l \approx 2.100$  m), mittels Landbandanlage ( $l \approx 7-0$  m bzw.  $1.260$  m) oder Seilbahnanlage ( $l \approx 800$  m) zur Abraumhalde des Altstandorts transportiert.

Bei den Varianten „Landbandanlage“ und „Seilbahnanlage“ wird zusätzlich zwischen Erweiterungsgebiet und Altstandort ein Wirtschaftsweg ( $l \approx 600$  m bzw.  $1.000$  m) für Wartungs- und Personenverkehr vorgehalten. Der Wirtschaftsweg wird mit  $40$  cm Mineralgemisch  $0/-5$  auf einem den Anforderungen entsprechenden Unterbau hergestellt (siehe Abbildung 3-1).

Zusätzliche Baustraßen sind – insbesondere bei Befahrung außerhalb des unmittelbar vom Abbau betroffenen Gebiets – vorzusehen, um einer übermäßigen Verdichtung des Bodens vorzubeugen.

In der Regel ist ein Mineralgemisch ( $d \geq 30$  cm) im Vor-Kopf-Einbau auf einem geotextilen Trennvlies einzubauen. Das Vlies ist beidseitig der Baustraße mit einem Mindestüberstand von  $1$  m zu verlegen, um einen rückstandslosen Ausbau des aufgetragenen Fremdmaterials zu gewährleisten.

### **11.8 Wiederherstellung temporär genutzter Flächen**

Nach Beendigung des Abbaus werden temporär genutzte Flächen, wie z. B. Baustraßen und Betriebsflächen (ca.  $14$  ha) rekultiviert. Mittels Rekultivierung wird die durchwurzelbare Bodenschicht ohne dauerhafte bzw. erhebliche Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen wiederhergestellt.

Bauzeitlich befestigte Flächen sind komplett zurückzubauen und Fremdmaterialien vollständig zu entfernen.

Schädliche Verdichtungen des Unterbodens (hier: Abraum) sind soweit möglich durch Tiefenlockerung zu beseitigen (vor Aufbringen des Oberbodens).

Beim Aufbringen von Oberboden ist die DIN 19731 /21/ zu beachten. Oberboden ist i. d. R. in der am Standort ursprünglichen Mächtigkeit aufzubringen.

Nach Wiederherstellung dürfen die Flächen nicht mehr mit Baufahrzeugen befahren werden.

### **11.9 Tabuflächen**

Alle Flächen, die außerhalb der in der weiteren Planung noch auszuweisenden bauzeitlich in Anspruch zu nehmenden Fläche (Eingriffsfläche) liegen, sind Tabuflächen. Diese sind in ihrem ursprünglichen Zustand zu erhalten.

Diese Flächen dürfen weder befahren noch als Lagerplatz, BE-Fläche oder anderweitig genutzte Fläche in Anspruch genommen werden, solange dort Oberboden ansteht.

### **11.10 Umgang mit boden- und wassergefährdenden Stoffen**

Folgende Maßnahmen sind im Zusammenhang mit gefährdenden Stoffen zu beachten:

- Vermeidung von Anfall und Einleitung von Bauabwässern

- Betankung, Wartung und Instandsetzung von Maschinen und Fahrzeugen auf dafür vorgesehenen und geeigneten Flächen
- fachgerechter Umgang mit boden- und wassergefährdenden Stoffen (Mineralöle, Treibstoffe etc.)
- weitestgehende Verwendung von biologisch abbaubaren Betriebsstoffen
- Vorhalten von Bindemittel für den Havariefall
- im Havariefall ist das Umweltamt zu informieren
- sofortige Beseitigung von baubedingten Verunreinigungen und fachgerechte Entsorgung von verunreinigten Materialien

### **11.11 Zwischenbewirtschaftung**

Die mit Oberboden abgedeckten Abraumhalden sollen zeitnah begrünt werden. Gemäß dem Landschaftspflegerischen Begleitplan für die Abraumhalde am Altstandort (LBP) wird zur Erhöhung der Artenvielfalt ein Saatgut der Bergwiesenvegetation aufgebracht. Neben ökologischen Aspekten dient die Begrünung dem Erosionsschutz.

Nach Beendigung der Rekultivierungsarbeiten werden die Flächen der natürlichen Sukzession überlassen /1/. Somit ist langfristig davon auszugehen, dass sich auf dem Gebiet wieder Wald entwickeln wird.

## **12 Auswirkungs- und Gefährdungsbeurteilung Bodenabtrag und Wasserbeschaffenheit**

### **12.1 Verbots- und Beschränkungstatbestände in WSG ausgehend von Bodennutzungsänderungen**

Aufgrund der Lage des Erweiterungsgebietes in der Schutzzone III des WSG Granetalsperre (Radau-Überleitung) werden an dieser Stelle die relevanten Verbots- und Beschränkungstatbestände der Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten (SchuVO) /23/, die sich mit Veränderungen der Bodennutzung am Standort des geplanten Erweiterungsgebietes befassen, in Bezug auf eine potenzielle Gefährdung für das Grundwasser im Einzugsgebiet des Radau-Stollens bewertet.

Folgende von Bodennutzungsänderungen ausgehende Tatbestandsmerkmale mit potenzieller Grundwassergefährdung werden nachfolgend behandelt:

- Kahlschlag von forstlich genutzten Flächen
- Umbruch von Grünland
- [...] Steinbrüche, durch die die belebte Bodenzone verletzt oder die Deckschichten vermindert wird

In Kap. 12.2 wird zu den einzelnen Tatbestandsmerkmalen einfürend zum fachlichen Verständnis erläutert, woraus eine potenzielle Grundwassergefährdung resultiert. Anschließend erfolgt jeweils die konkret auf das Vorhaben bezogene fachliche Bewertung.

### **12.2 Bewertung der bodenbezogenen Tatbestandsmerkmale**

#### **12.2.1 Kahlschlag von forstlich genutzten Flächen**

Der größte Teil des Erweiterungsgebietes war bis vor einigen Jahren durch forstwirtschaftlich genutzten Nadelwaldbestand gekennzeichnet. Für die Vorbereitung der jeweiligen Abbauteilabschnitte wäre eine sukzessive Rodung der Waldbestände erforderlich gewesen (Kahlschlag inkl. Entfernen der Wurzelstöcke).

Zwischenzeitlich mussten aufgrund des großflächigen Absterbens der gesamten Waldbestände im Erweiterungsgebiet die Bäume gefällt werden, so dass der Tatbestand des Kahlschlags für die Flächenvorbereitung des Tagebaus nicht mehr zutrifft.

Gemäß SchuVO 2009/2013 /23/ besteht ein Verbot für den Kahlschlag zur Änderung der Nutzungsart und ein Genehmigungsvorbehalt für sonstigen Kahlschlag (> 0,5 ha). Im Zuge der Herrichtung der Flächen für den Tagebau mit Abtrag des Oberbodens hätte es sich nicht um Änderung der Nutzungsart, sondern um einen sonstigen Kahlschlag im Sinne der Verordnung gehandelt.

Der fachliche Hintergrund der Einschränkung von Kahlschlag in Wasserschutzgebieten ist mit dem Risiko eines verstärkten Austrags von Nährstoffen in das Grundwasser begründet. Nach einem Kahlschlag erwärmt sich der Boden durch die fehlende Beschattung durch die Baumkronen durch die Sonneneinstrahlung stärker. Die Erwärmung regt Bakterien und Pilze (sog. Destruenten) zu einer verstärkten Aktivität an. Sie verstärken ihren Abbau der im Oberhorizont vorkommenden Humusaufgabe (Mineralisation). Insbesondere stickstoffhaltige organische Stoffe werden durch Bakterien zu Ammonium und Nitrat zersetzt (Nitrifikation). Durch eine verminderte Verdunstungsfähigkeit der Fläche (Verdunstung über Blätter / Nadeln fehlt) wird die Sickerwasserrate meist erhöht (Klinck, 2013 /25/). Der gelöste Stickstoff kann somit deutlich stärker in die Bodenwasserzone und in das Grundwasser eingetragen werden. Hinzukommend sind durch die vollständige Rodung

(inkl. Wurzelstöcke) tiefgreifende Störungen der Bodenstruktur zu beobachten, die als weiteres Gefährdungsmerkmal für den Nitrateintrag fungieren können (NLWKN, 2013 /24/). Diese Prozesse führen meist in den ersten zwei bis drei Jahren nach Rodung zum Anstieg der Nitratgehalte im Grundwasser.

Selbst wenn noch Waldbestände im Erweiterungsgebiet vorhanden wären, würde der in Vorbereitung der Erschließung der Tagebauflächen erforderliche Kahlschlag nicht bzw. nur in deutlich untergeordnetem Maße zu derartigen Gefährdungen von Nährstoffausträgen führen. Dieses ist darin begründet, da direkt nach der Rodung der jeweiligen Teilfläche des Abbaufeldes eine vollständige und zeitlich unmittelbare Beräumung des Oberbodens erfolgt. Ohne Oberbodenschicht auf der Kahlschlagfläche können die o. g. Prozesse der Nitrifikation auf den freiliegenden Flächen nicht stattfinden. Folglich ist mit keiner erhöhten Auswaschungsgefährdung von Nährstoffen in das Grundwasser zu rechnen.

Der abgetragene Oberboden des Erweiterungsfeldes wird zur Überdeckung des Haldenstandortes des Tagebaus Huneberg und der neu entstehenden Abraumhalde im Erweiterungsgebiet als Grundlage und Unterstützung für die dort geplante Begrünung verwendet, um hierdurch die fachbehördlich gewünschte und in der ergangenen BImSchG-Genehmigung auferlegte Renaturierung durch Sukzession an diesem Standort zu fördern. Folglich wird das Material für die Haldenabdeckungen ohne relevante Zwischenlagerung zum Einbauort transportiert und dort unmittelbar aufgetragen. Durch die unmittelbar anschließende Begrünung wird ein vegetationsfreies Lagern von humosen Oberbodenmaterial weitgehend vermieden, so dass keine erhöhten Risiken von Nährstoffausträgen von der Haldenüberdeckung in das Grundwasser ausgehen. Längere Zwischenlagerungen sind nur für das Bodenmaterial erforderlich, welches für die Rekultivierung der Betriebsflächen am Altstandort und für die Randverwallung im Erweiterungsgebiet Verwendung finden soll, ohne dass hieraus nennenswerte Risiken bzgl. eines Nährstoffaustrags abzuleiten wären.

### **12.2.2 Umbruch von Grünland zur Nutzungsänderung**

Im Gebiet der Erweiterungsfläche finden sich zwei kleinere Flächen mit fakultativem Grünland (biotopbezogene Einstufung als mesophiles Grünland mäßig feuchter Standorte) von ca. 0,5 ha (rd. 1 % des Erweiterungsgebietes) innerhalb des (ehemaligen) Waldbestandes. Gemäß SchuVO 2009/2013 /23/ besteht ein Verbotstatbestand für den Umbruch von absolutem Grünland und ein Genehmigungsvorbehalt für den Umbruch von fakultativem Grünland.

Nach Anfrage werden laut Mitteilung der Niedersächsischen Landesforsten (NFA) diese Flächen als sog. Wildacker zur Verbesserung der Wildäsung bewertet /10/. Eine Umnutzung der z. Zt. als Grünland genutzten Offenfläche innerhalb des Waldes als Wildacker ist jederzeit zulässig. Insofern ist das Zutreffen des SchuVO-Tatbestandes des Grünlandumbruchs fraglich, wobei trotzdem eine fachliche Bewertung hierzu erfolgt.

Die an den v. g. Grünland-Flächen vorzufindende lokale Standortgegebenheit mit hohem GW-Flurabstand schließt zudem eine Acker- bzw. gärtnerische Nutzung theoretisch nicht aus, so dass es sich um fakultatives Grünland handelt.

Eine potenzielle Gefährdung für das Grundwasser bei Grünlandumbruch ist darin begründet, dass Grünlandflächen generell im Oberboden als Stickstoffsенke fungieren (leicht mineralisier- und auswaschbare Humusgehalte) und bei Umbruch des Grünlands größere Nitratmengen durch bakterielle Aktivitäten mineralisiert und ausgewaschen werden können (NLWKN, 2013 /24/).

Da am zu bewertenden Standort in jährlichen Abständen Waldstaudenroggen, Klee sowie andere Ackerfrüchte wie Topinambur angebaut wurden, ist von einem geringeren Stickstoffpotenzial der Fläche auszugehen als bei klassischen Grünlandstandorten. Somit ist für den Wildacker eine Gefahr der Nitratauswaschung in geringerem Maße gegeben (im aktuellen Zustand, unabhängig von der Planung im Erweiterungsgebiet).

Viel entscheidender für die Bewertung ist jedoch, dass es sich nicht um einen klassischen Umbruch mit ackerbaulicher Folgenutzung handelt. In Vorbereitung der Gewinnungstätigkeit wird der Oberboden vollständig abgetragen und zur Folgenutzung (im Wesentlichen Überdeckung und Begrünung der Abraumhalde des derzeitigen Tagebaus Huneberg und der neu entstehenden Abraumhalde im Erweiterungsgebiet) ohne längere Zwischenlagerung abtransportiert. Damit ist das Nitrataustragspotenzial am Standort des Grünlandumbruchs innerhalb des Erweiterungsfeldes in großen Teilen beseitigt.

Am Standort der Folgenutzung des Oberbodens ist aufgrund der schnellen Begrünung der zu überdeckenden Halden mit keiner relevanten Auswaschung von Nitrat und weiteren Mineralstoffen in das Grundwasser zu rechnen. Für die erforderlichen Zwischenlagerungen von Oberboden zur Rekultivierung der Betriebsflächen am Altstandort und für die Randverwallung im Erweiterungsgebiet sind keine nennenswerten Risiken bzgl. eines Nährstoffaustrags abzuleiten.

### **12.2.3 Gewinnen von Bodenschätzen mit Verminderung der Deckschichten**

Gemäß SchuVO 2009/2013 /23/ besteht ein Verbot für die Gewinnung von Bodenschätzen mit Freilegung des Grundwassers in den Schutzzonen II und IIIA sowie ein Genehmigungsvorbehalt in der Schutzzone IIIB. Hintergrund der Festlegung in der SchuVO ist insbesondere, dass durch die Beseitigung der Deckschichten die Filter- und Pufferfunktion des Bodens entfällt und dass durch die Freilegung der Grundwasseroberfläche ein Eintrag von Luftschadstoffen in das Gewässer und damit in das Grundwasser möglich wird. Ein Gewinnungsbetrieb ohne Freilegung des Grundwassers ist in der SchuVO 2009/2013 /23/ nicht geregelt.

Das Erweiterungsgebiet befindet sich in der Schutzzone III (Radau-Überleitung) des Wasserschutzgebietes Granetalsperre, wobei keine Differenzierung in Schutzzone III A / B erfolgte. Bei der Gewinnung selbst erfolgt keine Freilegung des Grundwassers (Grundwasserabsenkung), erst nach Beendigung der Gewinnung füllt sich das Restloch und es entsteht ein offenes Gewässer.

In der für das Vorhaben zutreffenden Verordnung zur Erweiterung des WSG Granetalsperre (Radau-Überleitung) vom 18.06.1984 ist die Anlage von „... Steinbrüchen, durch die die belebte Bodenzone verletzt oder die Deckschichten vermindert werden“ beschränkt zulässig.

Aus fachlicher Sicht wird davon ausgegangen, dass auch ohne Freilegung des Grundwassers bei einer dauerhaften oder großräumigen Verminderung der Deckschichten ein höheres Risiko von Schadstoffeinträgen in das Grundwasser resultieren kann. In der WSG-Handlungshilfe (NLWKN, 2013 /24/) wird für die Schutzzone III eine differenzierte Bewertung empfohlen, wobei sich die Erläuterungen auf Kiessandgewinnungen in Wasserschutzgebieten beziehen: *„Die Genehmigung eines Nassabbaus sollte hauptsächlich von Art und Verbreitung der stockwerkstrennenden Schichten abhängig gemacht werden. Ein Nassabbau im Entnahmestockwerk der Wassergewinnung ist in der Zone III A nicht zulässig, in der Zone III B genehmigungspflichtig. Erfolgt das Abbauvorhaben im oberen Stockwerk, die Wasserentnahme aber in einem tieferen Stockwerk, das durch lückenlos vorhandene Aquifer-Trennschichten geschützt ist, ist ein Nassabbau auch in der Zone III A zulässig.“*

Im Falle der geplanten Rohstoffgewinnung im Erweiterungsgebiet sind folgende Zustände zu unterscheiden:

- Betriebszustand der aktiven Gewinnung als Trockenabbau mit Wasserhaltung
- Nachnutzungszustand offene Wasserfläche (Bergsee) nach Wiederanstieg des Grundwassers

Im Betriebszustand besteht keine offene Wasserfläche. Aufgrund der aktiven Wasserhaltung ist der Tagebaubetrieb eine Trockengewinnung. Potenzielle Einflüsse, die primär aus dem Fehlen filternder und puffernder Bodenschichten resultieren, sind aufgrund der geologischen Standortbedingungen mit sehr geringen Durchlässigkeiten der Festgesteinsüberdeckung vernachlässigbar. Oberhalb des Radau-Stollens verbleibt eine Überdeckungsmächtigkeit von mind. 100 m gering durchlässigen Festgesteins, welches eine vertikale Zusicke- rung aus dem geplanten Tagebau zum Radau-Stollen sowohl im Ist- als auch im Planzustand deutlich einschränkt. Der Hauptzustrom zum Stollen erfolgt aus tieferen Bereichen des Grundwasserleiters über mini- male Kluftdurchlässigkeiten mit hohem Druckpotenzial radial im gesamten Stollenquerschnitt aus einem ca. 10 km<sup>2</sup> großen Einzugsgebiet /11/.

Zusätzlich zu diesem Fakt des minimalen Zusickerungsanteils aus dem Erweiterungsgebiet (ca. 0,4 km<sup>2</sup> in- nerhalb des Einzugsgebietes von 10 km<sup>2</sup>, entspricht ca. 4 %) stellt die Grundwasserzusicke- rung zum Radau- Stollen nur einen minimalen Anteil an der Trinkwasserversorgung aus der Granetalsperre dar. Gemäß hydro- geologischen Gutachten SZ III (Radau-Überleitung) WSG Granetalsperre /11/ macht die Zusicke- rung von Grundwasser in den Radau-Stollen nur ca. 0,25 % der Gesamtbeleitungen zur Granetalsperre aus. Vertie- fende Erläuterungen und die Bewertung des Vorhabens bezüglich der Trinkwasserversorgung über den Radau-Stollen erfolgen als spezielle Gefährdungsbeurteilung einschließlich der Bewertung des Umgangs mit wassergefährdenden Stoffen und des Havariefalls in Unterlage /12/.

Im Nachnutzungszustand entsteht eine offene Wasserfläche, in die theoretisch potenzielle Luftschadstoffe direkt eingetragen werden können. Praktisch ist aus mehreren Gründen einzuschätzen, dass diesbezüglich keine erhöhte Gefährdung eines Schadstoffeintrags für die Trinkwassernutzung resultiert:

1. Aufgrund der Lage im Oberharz fernab von Schadstoffemittenten ist keine nennenswerte Gefährdung eines Eintrags von Luftschadstoffen in das entstehende Gewässer gegeben. Auch frühere vornehm- lich anthropogen verursachte Emissionen (Mittelalter: Bergbau, vornehmlich Verhüttung, Neuzeit: In- dustrie/ Gewerbe inkl. möglicher Einflüsse aus der Standortnähe zum Grenzgebiet der ehemaligen DDR) sind zwischenzeitlich derart vernachlässigbar, so dass auch diesbezügliche Gefährdungen aus- geschlossen werden können.
2. Die gesamte Nutzung des Talsperrensystems mit der Granetalsperre zur anteiligen Trinkwasserge- winnung beruht auf einer nahezu ausschließlichen Nutzung von Oberflächenwasser, welches inkl. der Talsperrenseen selbst den Einträgen luftgetragener Schadstoffe ausgesetzt ist. Insofern resultiert durch die Herstellung einer offenen Wasserfläche nach Beendigung des Tagebaubetriebs Huneberg- Ost diesbezüglich keine gegenüber dem bereits in den Talsperren gegebenen Einfluss erhöhte Ge- fährdung.

Aus der Lage des Erweiterungsgebietes Huneberg-Ost im Wasserschutzgebiet Granetalsperre (WSG Schutz- zone III) ist keine Gefährdung der Trinkwasserversorgung zu besorgen.

### 13 Quellenverzeichnis

- /1/ KEMNA BAU Andraea GmbH & Co. KG (09.11.2023): Technische Vorhabensbeschreibung zum Raumordnungsverfahren Huneberg-Ost der Harzer Pflastersteinbrüche Telge & Eppers, Niederlassung der KEMNA BAU Andraea GmbH & Co. KG
- /2/ HGN Beratungsgesellschaft mbH (20.10.2023): Darstellung und Bewertung des Altbergbaus im Bereich des Diabas-Tagebaus Huneberg und des Erweiterungsfeldes Huneberg-Ost, Entwurf
- /3/ Landkreis Goslar (15.06.2023): Verordnung des „Bodenplanungsgebietes Harz im Landkreis Goslar“ (BPG-VO)
- /4/ G.U.B. Ingenieur AG (16.12.2022 / revidierte Version 30.01.2023): Diabas-Erweiterung Huneberg-Ost, Abraumermittlung Erweiterungsfeld Huneberg-Ost
- /5/ Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2022): Waldzustandsbericht 2022
- /6/ Baustoff- und Bodenprüfung Nordharz GmbH (30.05.2018): Umweltrelevante Untersuchungen im Bereich der geplanten zukünftigen Erweiterungsfläche Huneberg-Ost für Oberboden- und Abraummaterial
- /7/ Planungsgruppe Ökologie und Landschaft (2017): Erfassung der Biotoptypen und Rote Liste Gefäßpflanzen, der Brutvögel, Fledermäuse, Amphibien, Reptilien, Schmetterlinge, der Wildkatze und des Luchses, Braunschweig
- /8/ Landkreis Goslar (20.11.2015): Arsen- und Schwermetalle in Waldböden – Wie gehen wir damit um? (PowerPointPräsentation FD Umwelt, übergeben per E-Mail vom Fachbereich Bauen & Umwelt - Bodenschutz / Abfallüberwachung am 08.04.2024)
- /9/ Landkreis Goslar (13.05.2009): Waldbodenbelastungskarten für Blei, Cadmium und Zink (GIS-Shape-Dateien, übergeben per E-Mail vom Fachbereich Bauen & Umwelt - Bodenschutz / Abfallüberwachung am 11.04.2024)
- /10/ NFA (2017): Niedersächsische Landesforsten (Schreiben vom 14.09.2017): „Grünland“ in der Erweiterungsfläche Huneberg-Steinbruch
- /11/ Fugro (2017): Hydrogeologisches Gutachten zur Neuabgrenzung des WSG Granetalsperre Schutzzone III (Radau-Überleitung). - Fugro Consult GmbH, Magdeburg, 14.03.2017
- /12/ HGN Beratungsgesellschaft mbH (22.01.2024): Gefährdungsbeurteilung Trinkwasserschutz, Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und Havariefall Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost des Diabas-Tagebaus Huneberg

#### Regelwerke, Literatur:

- /13/ BBodSchV (2023): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)
- /14/ NIBIS-Kartenserver (2022): Niedersächsisches Bodeninformationssystem (NIBIS), Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover

- /15/      Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2020): Niedersächsische Umweltkarten ([www.umweltkarten-niedersachsen.de](http://www.umweltkarten-niedersachsen.de))
- /16/      GeoBerichte 26 (2020): Bodenfunktionsbewertung auf regionaler und kommunaler Ebene, Ein niedersächsischer Leitfaden für die Berücksichtigung der Belange des vorsorgenden Bodenschutzes in der räumlichen Planung, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover
- /17/      DIN 19639 (2019): Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben
- /18/      GeoBerichte 28 (2019): Bodenschutz beim Bauen, Ein Leitfaden für den behördlichen Vollzug in Niedersachsen, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover
- /19/      DIN 18915 (2018): Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten
- /20/      Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, Hannover
- /21/      DIN 19731 (1998): Bodenbeschaffenheit, Verwertung von Bodenmaterial
- /22/      BBodSchG (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG)
- /23/      Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten (SchuVO). - vom 9. November 2009 (Nds. GVBl. S. 431), geändert durch Verordnung vom 29. Mai 2013 (Nds. GVBl. S. 132)
- /24/      NLWKN. (2013): Grundwasser Band 17 - Praxisempfehlung für niedersächsische Wasserversorgungsunternehmen und Wasserbehörden; Handlungshilfe (Teil II); Erstellung und Vollzug von Wasserschutzgebietsverordnungen für Grundwasserentnahmen
- /25/      Klinck, U. (2013). Entwicklung der Stoffein- und -austräge nach einem Fichten-Kleinkahlschlag. forst-archiv Nr. 84, 93-101