

# Raumordnungsverfahren

## Erweiterung Diabas-Tagebau Huneberg-Ost

### Bewertung

## Schutzgut Boden und Hydrogeologie

### für den Riefenbruch

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

**Projekt:** KEMNA, Riefenbruch / 18-084

**Bearbeitung:** Dipl.-Geol. A. Ogroske  
Dipl.-Ing. M. Schumacher  
D. Hoffmann, B.Sc.

**Bestätigt:**   
Andreas Ogroske  
Büroleiter

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

## Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung .....	5
2	Standort .....	5
3	Vorhabensbeschreibung .....	6
4	Hintergründe zum Riefenbruch (Literaturangaben) .....	6
5	Schutzgebiete .....	7
6	Schutzgut Boden.....	8
7	Bodenbezogene Datenerfassung und Bewertung .....	9
7.1	Geologie.....	9
7.2	Bodenkundliche Einordnung .....	9
7.3	Frühere Zustandsbeschreibung gemäß Standortbegehung des Riefenbruchs (1980) .....	11
7.4	Aktuelle Standortkartierung (2023) .....	11
7.5	Bewertung der Kartierergebnisse .....	14
8	Auswertung zu Bodenfunktionen und -potenzialen .....	15
8.1	Bodenfunktionen und Bewertungskriterien .....	15
8.2	Kohlenstoffreiche Böden.....	16
8.3	Bodenwasservorrat .....	16
8.4	Schutzwürdige Böden .....	17
8.5	Funktionsfähigkeit des Bodens für Wasser- und Stoffretention .....	18
8.6	Gefährdung durch Bodenverdichtung.....	18
9	Stoffliche Bodenbelastung .....	19
10	Hydrogeologische Bewertung .....	21
10.1	Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse im Erweiterungsgebiet und im Riefenbruch .....	21
10.2	Auswirkungsbewertung für den Riefenbruch .....	24
11	Bewertung klimatischer Effekte auf den Moorwasserhaushalt.....	25
11.1	Berechnung der klimatischen Wasserbilanz.....	25
11.2	Gegenüberstellung von klimatischer Wasserbilanz und Bodenwasservorrat.....	26
11.3	Prognose künftiger Entwicklungen .....	28
12	Zusammenfassung und Bewertung .....	29
13	Quellenverzeichnis.....	30

## Tabellen

Tabelle 8-1:	Bodenfunktionen und Bewertung des Bodens im Riefenbruch .....	15
Tabelle 8-2:	Mittlerer Bodenwasservorrat im Riefenbruch /12/ .....	16
Tabelle 8-3:	Parameter zur land- und forstwirtschaftlichen Ertragsfähigkeit /12/ .....	17
Tabelle 11-1:	Mittlere Grundwasserneubildungsraten im Riefenbruch nach mGrowth22 /12/ .....	28

## Abbildungen

Abbildung 2-1:	Lage des Riefenbruchs mit Tagebau Huneberg und Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost.....	5
Abbildung 7-1:	Bodenprofil Mittleres Niedermoor über Festgestein [/12/, /21/] .....	10
Abbildung 7-2:	Bodenprofil Tiefes Niedermoor über Festgestein / Diabas [/12/, /21/].....	10
Abbildung 7-3:	Karte Moorkartierung Riefenbruch 2022 (entn. aus Anhang 1).....	13
Abbildung 8-1:	Bodenkarte mit Definition der Bereichseinteilung entsprechend des Bodentyps /12/ .....	15
Abbildung 8-2:	Abweichung der Bodenwasservorräte zum Mittelwert der Jahre 1961 bis 1990, Mittleres Niedermoor /12/ .....	16
Abbildung 8-3:	Abweichung der Bodenwasservorräte zum Mittelwert der Jahre 1961 bis 1990, Tiefes Niedermoor /12/ .....	17
Abbildung 9-1:	Sulfatschwefel-, Stickstoff- und Gesamtsäureeintrag pro Jahr auf der Monitoringfläche „Lange Bramke (Nordhang)“, [entn. aus /3/].....	19
Abbildung 10-1:	Prinzipschnitt zur Veranschaulichung der geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse im Riefenbruch.....	22
Abbildung 10-2:	Lage der Grundwassermessstellen (GWM) und des Prinzipschnitts .....	23
Abbildung 10-3:	Schnittdarstellung mit Grundwasserspiegellagen östlich des Riefenbruchs (aus /7/) .....	24
Abbildung 11-1:	Klimatische Wasserbilanz (KWB) 1993 bis 2022 (30 Jahre), Station Wernigerode-Schierke (4445).....	26
Abbildung 11-2:	Bodenwasservorrat 1993 bis 2020 (Auszug aus Abbildung 8-2 und Abbildung 8-3) .....	27
Abbildung 11-3:	Klimatische Wasserbilanz 1993 bis 2020 (Auszug aus Abbildung 11-1) .....	27
Abbildung 11-4:	Zeitreihenanalyse der Grundwasserneubildung 1961 bis 2020 /12/ .....	28

<b>Anlagen</b>		Maßstab
Anlage 1	Übersichtslageplan	1 : 10.000
Anlage 2	Moorkartierung Riefenbruch 2022 (entn. aus Anhang 1)	
Anlage 3	Bodenfunktionen und -potenziale gemäß Karten des NIBIS-Kartenservers (2022)	
Anlage 3.1	Bodenkarte 1 : 50.000 (BK 50)	1 : 7.500
Anlage 3.2	Forstliche Standortskarte 1 : 25.000	1 : 7.500
Anlage 3.3	Karte: Kohlenstoffreiche Moorböden	1 : 7.500
Anlage 3.4	Karte: Bodenwasservorrat der Jahre 2020 und 1960 bis 1970	1 : 7.500
Anlage 3.5	Karte: Schutzwürdige Böden	1 : 7.500
Anlage 3.6	Karte: Bodenfruchtbarkeit (Ertragsfähigkeit)	1 : 7.500
Anlage 3.7	Karte: Nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraums	1 : 7.500
Anlage 3.8	Karte: Austauschhäufigkeit des Bodenwassers (1991 bis 2020)	1 : 7.500
Anlage 3.9	Karte: Sickerwasserrate (1991 bis 2020)	1 : 7.500
Anlage 3.10	Karte: Ausgleichskörper im Wasserhaushalt (1991 bis 2020)	1 : 7.500
Anlage 3.11	Karte: Gefährdung durch Bodenverdichtung	1 : 7.500

## **Anhang**

Anhang 1	Überprüfung der Standortkartierung von 1987 / 1988 in den Moorbereichen des Riefenbruchs, Abt. 1666, 1667, 1673, 1674 und 1686 im Niedersächsischen Forstamt Clausthal, Niedersächsische Landesforsten, 17.01.2023
----------	--

## 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.

Aufgrund der besonderen Bedeutung des Feuchtbiotops Riefenbruch mit den dort vorhandenen Moorböden sind ergänzende Bewertungen zum Schutzgut Boden erforderlich, die mit dieser Unterlage vorgelegt werden. Aufgrund der Empfindlichkeit des Moores gegenüber Grundwasserabsenkungen sind zudem ergänzende Bewertungen zu den potenziellen Auswirkungen des Vorhabens im Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost auf das Grundwasser und evtl. Wechselwirkungen zum Schutzgut Boden in Bezug zum Moorkörper des Riefenbruch vorzulegen.

## 2 Standort

Der Diabas-Tagebau Huneberg befindet sich im Harz, südwestlich von Bad Harzburg. Das Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost liegt östlich des Altstandorts in einer Entfernung von ca. 500 m zum Altstandort.

Der Riefenbruch liegt zwischen Altstandort und Erweiterungsgebiet (siehe Abbildung 2-1).

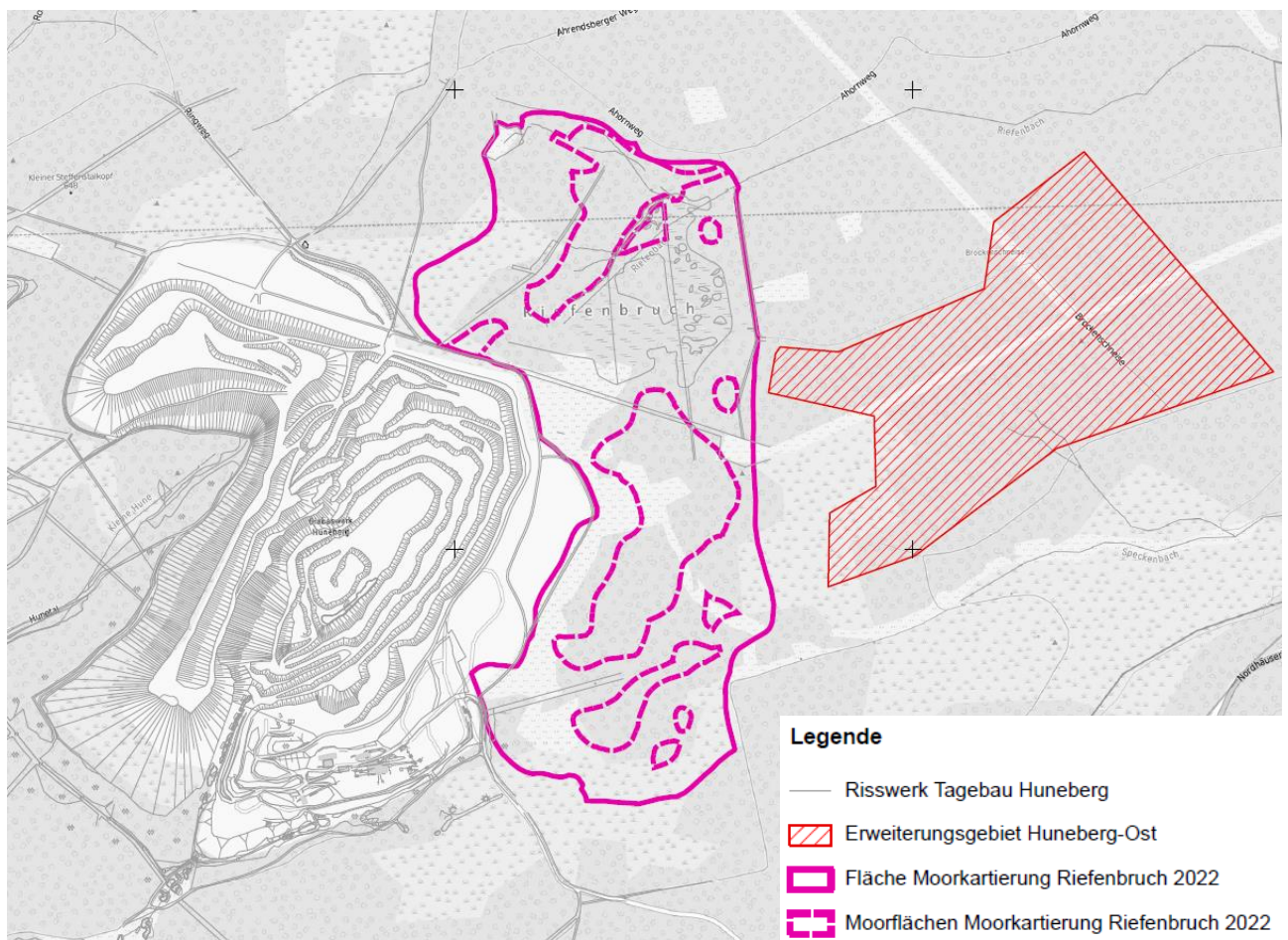


Abbildung 2-1: Lage des Riefenbruchs mit Tagebau Huneberg und Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost

### 3 Vorhabensbeschreibung

Die Harzer Pflastersteinbrüche Telge & Eppers, Niederlassung der KEMNA BAU Andreae GmbH & Co., betreibt seit 1952 den bestehenden Tagebau Huneberg. Zur Sicherstellung der Rohstoffversorgung des Altstandorts ist die Erschließung des Erweiterungsgebiets Huneberg-Ost geplant.

Die Fläche des geplanten Erweiterungsgebiets wurde so festgelegt, dass die Menge an Oberflächenwasser (Niederschlagswasser), das dem Riefenbruch zufließt, nicht durch das Erweiterungsgebiet beeinflusst / verkleinert wird. Hierbei wurden sowohl die Topographie als auch die aktuelle Standortkartierung (siehe Kapitel 0) berücksichtigt.

Zur Betreibung eines offenen Tagebaus ist es erforderlich, das zuzitzende Wasser abzupumpen.

### 4 Hintergründe zum Riefenbruch (Literaturangaben)

Die Gesamtfläche des Riefenbruchs beträgt ca. 73,5 ha, wobei die eigentlichen Moorflächen ca. 20 ha umfassen (siehe Anhang 1).

Es handelt sich um ein Mooregebiet, welches keiner einheitlichen Zuordnung als Hoch- oder Niedermoor entspricht. Die Angaben in der Literatur hinsichtlich einer Einordnung des Riefenbruchs in Hoch- oder Niedermoor weichen deutlich voneinander ab. Es sind z. B. folgende Aussagen zu finden:

- NIBIS-Kartenserver /12/, MoorID /13/: Niedermoor, im Norden Moorgley
- Biotop-Kartierbogen 4128117 /9/: Anmoor bis Niedermoor, Aufforstung auf ehemaligem Hochmoor
- aktuelle Standortkartierung des Anhangs 1: Moorfläche und anmoorige Bereiche

Die Ursache für die o. g. Diskrepanz wird vorrangig darin gesehen, dass für den Riefenbruch keine klare Abgrenzung möglich ist, da die grundwasserbezogene Einstufung nicht der vegetationsbezogenen entspricht:

- Der Riefenbruch steht nicht mit dem Grundwasser in Verbindung (siehe Kapitel 10), sondern wird vom Regenwasser gespeist. Demnach wäre der Riefenbruch definitionsgemäß als Hochmoor zu bezeichnen.

Allerdings ist der Nährstoffgehalt im Riefenbruch höher als es bei einem typischen Hochmoor üblich ist. Dies liegt zum einen daran, dass sich der Riefenbruch auf einer Hochebene in einer leichten Senkenstruktur herausgebildet hat, in der sich Niederschlagswasser und organisches Material sammelt. Zum anderen hat die Anpflanzung von Fichten zur Anreicherung von Rohhumus geführt.

- Die Torfmächtigkeit im Riefenbruch ist für ein typisches Hochmoor zu gering, was daran liegen könnte, dass durch die Entwässerung (Grabensystem) ein aerober Bereich im Torfkörper entstanden ist, der Prozesse wie Torfschrumpfung und -zersetzung in Gang gebracht hat /12/
- Gegebenenfalls konnte sich das Riefenmoor vegetationsseitig als Niedermoor entwickeln, da aufgrund höherer Niederschlagsmengen früher ein ständiger Wasserüberschuss (Bodenwasser) vorhanden war. Moorgleye sind häufig in Randbereichen von Mooren zu finden (als natürliche Vorstufe der Moore). Verursacht z. B. durch Entwässerungsmaßnahmen und Austrocknung aufgrund gesunkener Niederschlagsmengen kann als Folgeboden ein Anmoor entstehen.

Besonders im südlichen Drittel des Moorgebiets ist vorzeitig absterbender Fichtenwald verbreitet. Der Unterwuchs besteht überwiegend aus Gras und Heidelbeere. Im südlichen Drittel sind zudem Sphagnum- und Polytrichum-Rasen sowie stellenweise Eriophorum vaginatum zu finden. /13/

Der mäßig bis stark zersetzte Seggentorf, meist holzhaltig, weist eine Mächtigkeit zwischen 0,5 bis 0,7 m (max. 0,9 m) auf. Der Mooruntergrund besteht aus einer lehmig-tonigen Verwitterungsdecke mit Steinen. /13/

Der Riefenbruch ist deutlich anthropogen beeinflusst:

- Anlegen von Gräben, die das Moor durchziehen und das Wasser nach Norden (Riefenbach) und Süden (Speckenbach) abführen, vor ca. 150 Jahren
- Anpflanzung von Fichten vor mindestens 70 bis 80 Jahren (vermutlich deutlich früher)
- Absterben der angepflanzten Fichten durch Borkenkäferbefall in den letzten Jahren (ca. seit 2015)  
⇒ Erhöhter Stickstoffgehalt durch Zersetzung der abgestorbenen Fichten, ggf. erhöhter Nitratgehalt infolge Ammonifikation und Nitrifikation

Das Moor wird forstwirtschaftlich genutzt. Das Wegenetz und die Entwässerungsgräben sind meist schlecht ausgebaut oder verfallen. /13/

## 5 Schutzgebiete

Der Riefenbruch liegt im „Naturpark Harz“ (gemäß § 20 NAGBNatSchG bzw. § 27 BNatSchG) und im Landschaftsschutzgebiet „Harz“ (Landkreis Goslar) (gemäß § 19 NAGBNatSchG bzw. § 26 BNatSchG) /14/.

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“. /14/

Der Riefenbruch (gemäß § 24 NAGBNatSchG bzw. § 30 BNatSchG) als Fläche mit landesweiter Bedeutung für den Arten- und Ökosystemschutz sowie den Schutz erdgeschichtlicher Landschaftsformen wird folgendermaßen beschrieben /14/:

- Fichtenwälder auf +/- moorigen Standorten, teilweise relativ naturnah strukturierte, mittelalte Bestände auf Anmoor bis Niedermoor, im Zentrum dichtes Stangenholz
- offensichtlich sekundärer Fichten-Moorwald, d. h. Aufforstung auf ehemaligem Hochmoor (viel Torfmoos, kleine Restbestände von Hochmoor-Arten), hoher Totholzanteil
- offene Flächen mit artenarmen Brachwiesen (Dominanz von Reitgras bzw. Rasenschmiele)

Der Riefenbruch befindet sich nicht in einem 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. /14/

Das Gebiet liegt im Trinkwasserschutzgebiet „Granetalsperre“ (Schutzzone III Radau-Überleitung) /14/.

## 6 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 Wasserkreislaufs, 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) Kulturgeschichtliche 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

## 7 Bodenbezogene Datenerfassung und Bewertung

### 7.1 Geologie

Unterhalb einer geringmächtigen, humosen Oberbodenschicht stehen Torfe mit Mächtigkeiten zwischen 0,3 m und maximal 1,5 m an. Darunter befindet sich ein toniger Verwitterungslehm (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.

### 7.2 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. /12/

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. /12/

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. /12/

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.

Der Riefenbruch befindet sich überwiegend in der Bodenlandschaft (BL) „Moore und lagunäre Ablagerungen“. Lediglich der Nordwesten gehört zur Bodenlandschaft „Silikatsteingebiet“ und der mittlere Bereich zur Bodenlandschaft „basenreiche Silikatgesteine“. /12/

Gemäß der Bodenkarte (BK 50) steht im Riefenbruch **mittleres bis tiefes Niedermoor**<sup>1)</sup> (Bodentyp: HN3, HN4) bzw. im Nordwesten sehr flacher Gley mit geringmächtiger Niedermoorauflage (Bodentyp: HN\G1) an (siehe Anlage 3.1). Zwischen den Moorböden befindet sich ein schmaler Bereich aus mittlerer podsolierter Braunerde (Bodentyp: pB3). /12/

---

<sup>1)</sup> Einstufung als Niedermoor entsprechend der Vegetation. Aufgrund der Niederschlagsabhängigkeit ohne Grundwasseranschluss als Hochmoor einzustufen.

Der schematische Profilaufbau des mittleren und tiefen Niedermoores stellt sich wie folgt dar (siehe Abbildung 7-1 und Abbildung 7-2):

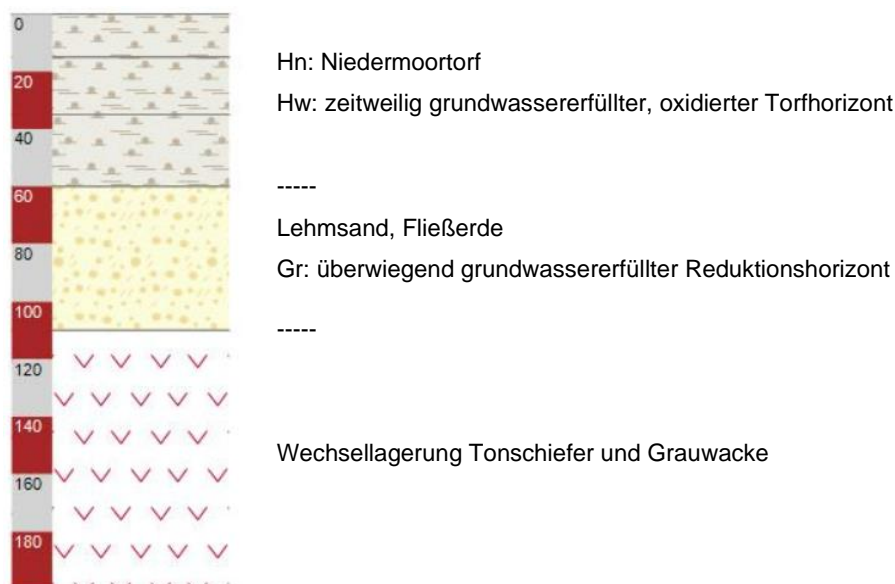


Abbildung 7-1: Bodenprofil Mittleres Niedermoor über Festgestein [/12/, /21/]

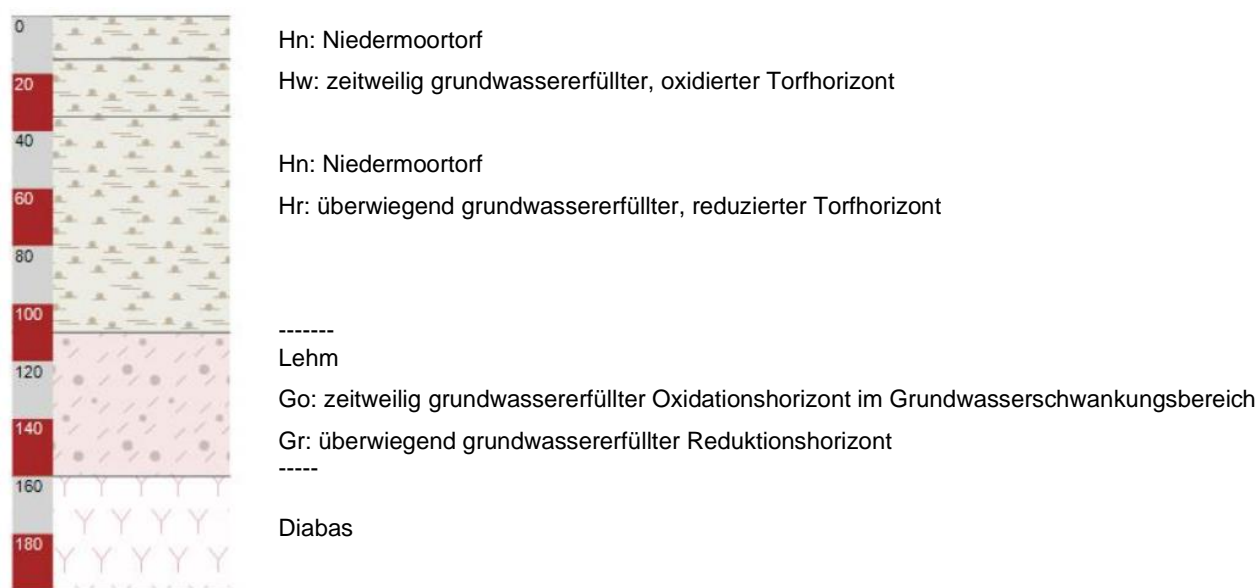


Abbildung 7-2: Bodenprofil Tiefes Niedermoor über Festgestein / Diabas [/12/, /21/]

In der forstlichen Standortskarte wird das anstehende Substrat als schluffige, tonige Lehme aus basenreichen Silikatgesteinen klassifiziert (siehe Anlage 3.2). Die Lehme sind mäßig mit Nährstoffen versorgt. Der Standort wird als Moorstandort der Ebenen, flachen Hänge, Täler und Mulden (Forstlicher Standorttyp: 16.3.6.3I11) beschrieben. /12/

### **7.3 Frühere Zustandsbeschreibung gemäß Standortbegehung des Riefenbruchs (1980)**

In einem Bericht über eine Standortbegehung des nordwestlichen Bereichs des Riefenbruchs durch das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung aus dem Jahr 1980 /10/ wird im Folgenden zusammengefasst:

- Die eigentliche Moorfläche war wesentlich kleiner als in den geologischen Karten angegeben.
- Es handelte sich um ein sehr flachgründiges, von Anmoor-Inseln durchsetztes, teilweise bewaldetes Niedermoor.
- An den nassesten Stellen bestand der Bewuchs aus Seggen, Schachtelhalm, Farn und vereinzelt Sphagnum-Polstern (als typische Art kalkreicher Niedermoore). Eine typische Hochmoor-Vegetation wurde nicht angetroffen. Besonders schützenswerte Vegetation, wie aus anderen Harzmooren bekannt, wurde nicht nachgewiesen.
- Das Moor war von zahlreichen kleinen Entwässerungsgräben durchzogen.
- Westlich der Moorfläche befanden sich ein feuchter bis mäßig trockener Fichtenforst sowie baumfreie Naturwiesen, die aufgrund der Vegetationszusammensetzung kaum zur Feuchtwiese gerechnet werden konnten.
- Der Riefenbruch wurde als erhaltenswert eingeschätzt, stellt aber keine außergewöhnliche Bildung gegenüber den weitverbreiteten versumpften Forsten im Harz dar.
- In /10/ wurde angenommen, dass der Mooruntergrund aus mehreren Metern mächtigen, nahezu wasserundurchlässigen Verwitterungsmassen mit einzelnen Steinblöcken besteht, die Moorbildung auf das Relief des wasserstauenden Untergrunds zurückzuführen ist und das Moor durch Oberflächenwasser gespeist wird, das im Wesentlichen auch oberflächlich abfließt.
- Beobachtungen an Steinbruchwänden und der darüberliegenden Verwitterungsschicht (Altstandort Huneberg) zeigten keine Wasseraustritte bzw. nur in unbedeutender Menge.
- An den Rändern des damaligen Steinbruchs Huneberg konnten keine Austrocknungserscheinungen in den Forstbeständen und dessen Unterwuchs wahrgenommen werden.

### **7.4 Aktuelle Standortkartierung (2023)**

Die Niedersächsischen Landesforsten haben im Sommerhalbjahr 2022 die forstliche Standortkartierung aus den Jahren 1987 / 1988 gemäß dem Niedersächsischen Standortkartierungsverfahren überprüft und erneuert. Das Gutachten zur Standortkartierung ist in Anhang 1 enthalten und wird im Folgenden zusammengefasst.

Die aktuelle Kartierung erfolgte in einem - im Vergleich zur Altkartierung - verdichteten Raster, welches den Gelände-, Boden- und Vegetationsverhältnissen sowie der Begehbarkeit der Fläche (Windwurf und umgestürzte, abgestorbene Borkenkäferfichten) angepasst wurde. Insgesamt wurden ca. 175 Pürkhauer-Bohrungen ausgeführt.

Die Wasserstände wurden zum Zeitpunkt der Kartierung angegeben, da eine Angabe gemäß Kartierungsanleitung /17/ (d. h. Grundwasserstand bezogen auf die Mitte der Vegetationszeit eines durchschnittlichen Jahres) einen erheblich längeren Beobachtungszeitraum erfordert hätte.

### Außerhalb der Moorflächen und anmoorigen Bereiche

Die Altkartierung außerhalb der Moorflächen und anmoorigen Bereiche wurde mit einem Puffer von ca. 50 bis 100 m (je nach Geländeausformung) überprüft. Dabei haben sich keine wesentlichen Veränderungen ergeben. Lediglich bei jenen Standorten, denen in der Altkartierung Grundwasseranschluss zugesprochen wurde, muss heute das dauerhafte Vorhandensein von Grundwasser<sup>2)</sup> in Frage gestellt werden.

### Moorflächen (≥ 30 cm Torfauflage)

Auffallend waren die geringen Wasserstände in den beiden Fließgewässern Riefenbach und Speckenbach. Bei der Begehung am 29.06.2022 waren beide Bachläufe im Bereich des Kartiergebiets weitestgehend trockengefallen.

Das alte Entwässerungssystem mit Gräben wird seit langer Zeit nicht mehr unterhalten und war zum Zeitpunkt der Kartierungsarbeiten weitgehend frei von offenem Wasser.

Auch in den Moorflächen waren die geringen Wasserstände auffallend. Lediglich im Bereich der Quellen waren die Torfe annähernd voll wassergesättigt (Indizes 0 und 1).

Im Mittel lagen die Wasserstände ca. 60 bis 100 cm unter Geländeoberfläche, obwohl es einen relativ feuchten Winter gab und die Kartierarbeiten im Wesentlichen vor Mitte der Vegetationszeit durchgeführt wurden. Es ist anzunehmen, dass das freie Wasser im Moorkörper sowie im Staukörper der Böden in niederschlagsarmen Jahren bei länger anhaltender Trockenheit in großen Bereichen vollständig verbraucht wird.

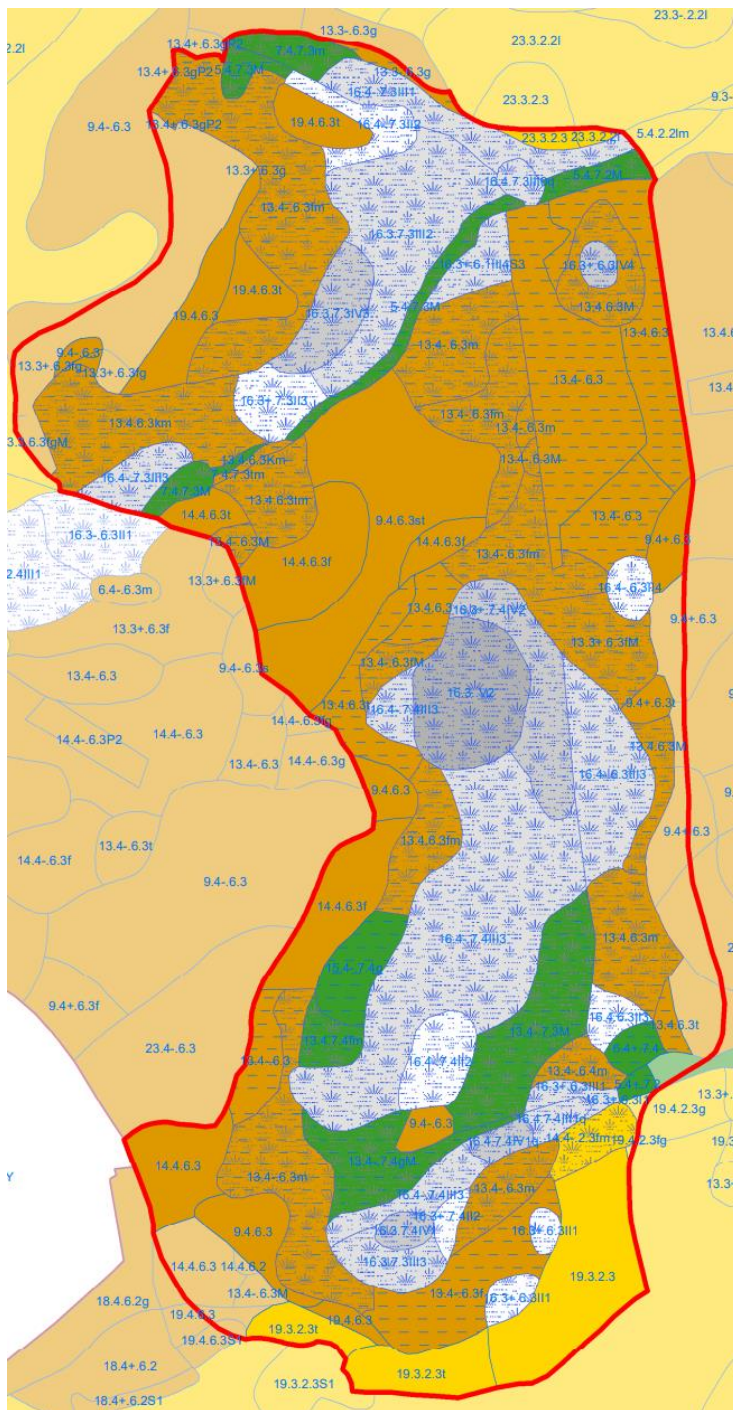
Die Torfe sind weitestgehend stark zersetzt. In den meisten Bohrungen wurden die Zersetzungsgrade nach von Post mit H9 und H10 angesprochen, d. h. sehr stark zersetzt. Lediglich in Bereichen größerer Torfmächtigkeit wurden manche tieferliegende Moorhorizonte mit H3 „schwach zersetzt“ als bestes Ergebnis bewertet.

An vielen Stellen sind die Wasserstände gegenüber der Altkartierung deutlich gesunken und der Torfkörper ist geschrumpft. Das Schwinden des Torfs ist an vielen Stellen auch an den Wurzelanläufen der Bäume sehr gut zu erkennen.

In der Vegetation konnten kaum noch moortypische Pflanzengesellschaften festgestellt werden. An vielen Stellen kommen unter den weitestgehend abgestorbenen Fichtenbeständen nitrophile Pflanzenarten (wie z. B. *Senecio ovatus*, *Epilobium angustifolium*, *Urtica dioica*, *Galium aparine*, *Rubus idaeus*, *Mycelis muralis*) vor, die teilweise in der krautigen Vegetation dominieren. Lediglich an wenigen, sehr kleinen Flächen mit hohen Wasserständen (Moor voll mit Wasser gefüllt bzw. Wasserstand < 60 cm u GOF) konnte *Eriophorum vaginatum* festgestellt werden (im Norden der Abt. 1687).

---

<sup>2)</sup> Aus hydrogeologischer Sicht ist das hier unterirdisch angetroffene Wasser nicht als Grundwasser i.e.S. zu bezeichnen. Es handelt sich um auf einer stauenden Schicht angesammeltes Niederschlagswasser, welches einen schwebenden wasserführenden Horizont oberhalb des eigentlichen Grundwasserspiegels bildet, der nicht mit diesem kommuniziert.



**Legende**

- Bearbeitete Fläche
- Moore (WHZ 16) mit Mächtigkeit**
  - II 30 cm - 50 cm
  - III 50 cm - 100 cm
  - IV 100 cm - 150 cm
  - V > 150 cm
- Sonstige Standorte**
  - 1 feinkbodenarme Böden
  - 2 basenarme Silikatgesteine
  - 3 Löss, Feinboden
  - 4 Kalke
  - 5 Tone
  - 6 basenreiche Silikatgesteine
  - 7 Kolluvien und Alluvien
- Grund-/Stauwasserstandort**
  - Grund-/Stauwasserstandort
- Anmoorig oder geringm. (< 30 cm) Moorauflage**
  - Anmoorig oder geringm. (< 30 cm) Moorauflage
- Altkartierung**
  - 16 Moore
  - 1 feinkbodenarme Böden
  - 2 basenarme Silikatgesteine
  - 3 Löss, Feinboden
  - 4 Kalke
  - 5 Tone
  - 6 basenreiche Silikatgesteine
  - 7 Kolluvionen

Die Kartierung 2022 ist rot umrandet und in der Farbgebung kräftiger dargestellt als die angrenzende Altkartierung.

Abbildung 7-3: Karte Moorkartierung Riefenbruch 2022 (entn. aus Anhang 1)

Hinweise zur Verschlüsselung gemäß geländeökologischem Schätzrahmen /17/, /19/

Moorstandorte erhalten die Wasserhaushaltszahl 16. Andere Standorte erhalten Wasserhaushaltszahlen gemäß geländeökologischem Schätzrahmen. Darauf folgt die Nährstoffverschlüsselung von 1 bis 6 und mit zwei weiteren Ziffern für Substratgruppe und Lagerungsverhältnisse.

Die Torfmächtigkeit wird mit römischen Ziffern als Variante zur Schlüsselziffer angegeben:

- II 30 - 50 cm Torfauflage
- III 51 - 100 cm Torfauflage
- IV 101 - 150 cm Torfauflage
- V > 150 cm Torfauflage

Eine Torfauflage < 30 cm (anmooriger Bereich und Feuchthumusauflage geringer Mächtigkeit) wird durch ein M kenntlich gemacht.

Der Wasserstand im Moor bzw. im unterlagernden Mineralboden wird wie folgt angegeben:

- |   |                      |
|---|----------------------|
| 0 Moor voll mit Wasser gefüllt            | 2 60 - 100 cm u GOF  |
| 1 < 60 cm u GOF (unter Geländeoberfläche) | 3 100 - 150 cm u GOF |
|   | 4 150 - 300 cm u GOF |

## 7.5 Bewertung der Kartierergebnisse

Mit der aktuellen Standortkartierung wurde der Zustand des Riefenbruchs umfassend untersucht. Dabei wurden folgende in den letzten 35 Jahren (von 1987 bis 2022) aufgetretene Veränderungen festgestellt:

- Die Wasserstände sind deutlich gesunken:
  - Riefenbach und Speckenbach: geringe Wasserstände bzw. weitgehend trocken
  - Entwässerungsgräben: weitgehend frei von offenem Wasser
  - Moorflächen: auffallend geringe Wasserstände (i. M. 60 bis 100 cm unter Geländeoberfläche)
- Der Torfkörper ist geschrumpft:
  - Schwinden des Torfs ist u.a. an den Wurzelanläufen der Bäume gut erkennbar
  - Die Torfe sind weitestgehend sehr stark zersetzt
- Die Vegetation weist kaum noch moortypische Pflanzen auf:
  - nitrophile Pflanzen (= Zeigerpflanzen für stickstoffreiche Standorte) unter weitestgehend abgestorbenen Fichten

Mögliche Ursachen für den schlechten Zustand des Moors sind:

- Entwässerung des Moors (Gräben) seit 150 Jahren
- Forstliche Bewirtschaftung (Aufforstung von Fichten, Absterben der Fichten durch Borkenkäferbefall)
- Klimawandel (höhere Temperatur, verlängerte Vegetationszeit, veränderte Niederschlagsverhältnisse und langanhaltende Trockenperioden im Frühjahr / Sommer)

Die Entwässerung des Moors (seit 150 Jahren) verursachte zwar eine grundlegende Degenerierung, wird aber nicht als die wesentliche Ursache für die innerhalb der letzten drei bis vier Jahrzehnte eingetretenen Veränderungen gesehen, zumal bei der aktuellen Kartierung festgestellt wurde, dass sowohl die Entwässerungsgräben als auch der Riefenbach und Speckenbach weitgehend trocken waren. Deshalb, und auch aufgrund der hohen Zersetzungsgrade und geringen Wasserstände, wird das Renaturierungs- / Regenerierungspotential des Moors – auch bei Verschließen der Grabensysteme – als gering eingeschätzt (siehe Kapitel 7.4).

Die Forstwirtschaft trägt (indirekt) durch die Zersetzung der durch den Borkenkäferbefall abgestorbenen Fichten zu einem erhöhten Stickstoffgehalt bei. Dies ist ursächlich für die Ansiedelung nitrophiler Pflanzen (siehe Kapitel 7.4), aber nicht für die niedrigen Wasserstände verantwortlich. Es ist davon auszugehen, dass die Entwässerungsmaßnahmen erst ein Aufforsten durch Fichten ermöglicht haben.

Ebenfalls mögliche Vermutungen, dass der angrenzende Tagebau Huneberg (Altstandort) zur Entwässerung des Moors beigetragen hat, wurden bereits im Bericht zur Standortbegehung des NLFb aus 1980 /10/ negiert (keine Wasseraustritte an Steinbruchwänden und in der darüberliegenden Verwitterungsschicht, keine Austrocknungserscheinungen in den Forstbeständen an den Rändern des Steinbruchs, siehe Kap. 0). Aufgrund des stauenden Schichtpakets im Untergrund des Moors ist eine hydraulische Trennung zwischen Moor und Steinbruch gegeben.

Die hydrogeologischen Verhältnisse und die Bewertung möglicher Auswirkungen des geplanten Tagebaus Huneberg-Ost auf den Riefenbruch wird näher in Kapitel 10 dargelegt.

In Kapitel 11 werden die Aspekte des Wasserhaushalts und der klimatischen Entwicklung in Bezug auf deren Wirkung auf den Moorstandort näher untersucht und bewertet.

## 8 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 /15/ sowie der Auswertung des LBEG /12/.

### 8.1 Bodenfunktionen und Bewertungskriterien

Der Boden im Riefenbruch erfüllt nach § 2 (2) BBodSchG im Wesentlichen die folgenden Bodenfunktionen (siehe Tabelle 8-1).

Tabelle 8-1: Bodenfunktionen und Bewertung des Bodens im Riefenbruch

Riefenbruch, Bodentyp „mittleres bis tiefes Niedermoor“		Bewertung
Bodenfunktionen gemäß § 2 (2) BBodSchG		
Natürliche Funktion	a) Lebensraum	überwiegend nasse, sehr saure Böden mit geringem Ertragspotential; hoher Anteil an gesetzlich geschützten Biotopen und spezialisierter Artengemeinschaften sowie hohes Biotopentwicklungspotential; als Sonderstandort einzustufen /12/
Archivfunktion	a) naturgeschichtliche Bedeutung c) seltene Böden	mittlere naturgeschichtliche Bedeutung (Moorbildung), selten anzutreffender Boden, keine Bodendenkmale enthalten /12/
Nutzungsfunktion	b) Fläche für Erholung c) Standort für forstwirtschaftliche Nutzung	Nutzungsfunktion (Forstwirtschaft) erst durch Entwässerung in historischer Zeit anthropogen geschaffen (Vernässung des Moores verhinderte früher die Nutzungsfunktion)

Die Bodenfunktionen und -potenziale der Moorflächen im Riefenbruch werden gemäß dem NIBIS-Kartenserver des LBEG /12/ ausgewertet. Die dabei zugrunde gelegte Bereichseinteilung entsprechend der Bodentypen mittleres und tiefes Niedermoor wird in Abbildung 8-1 dargestellt.

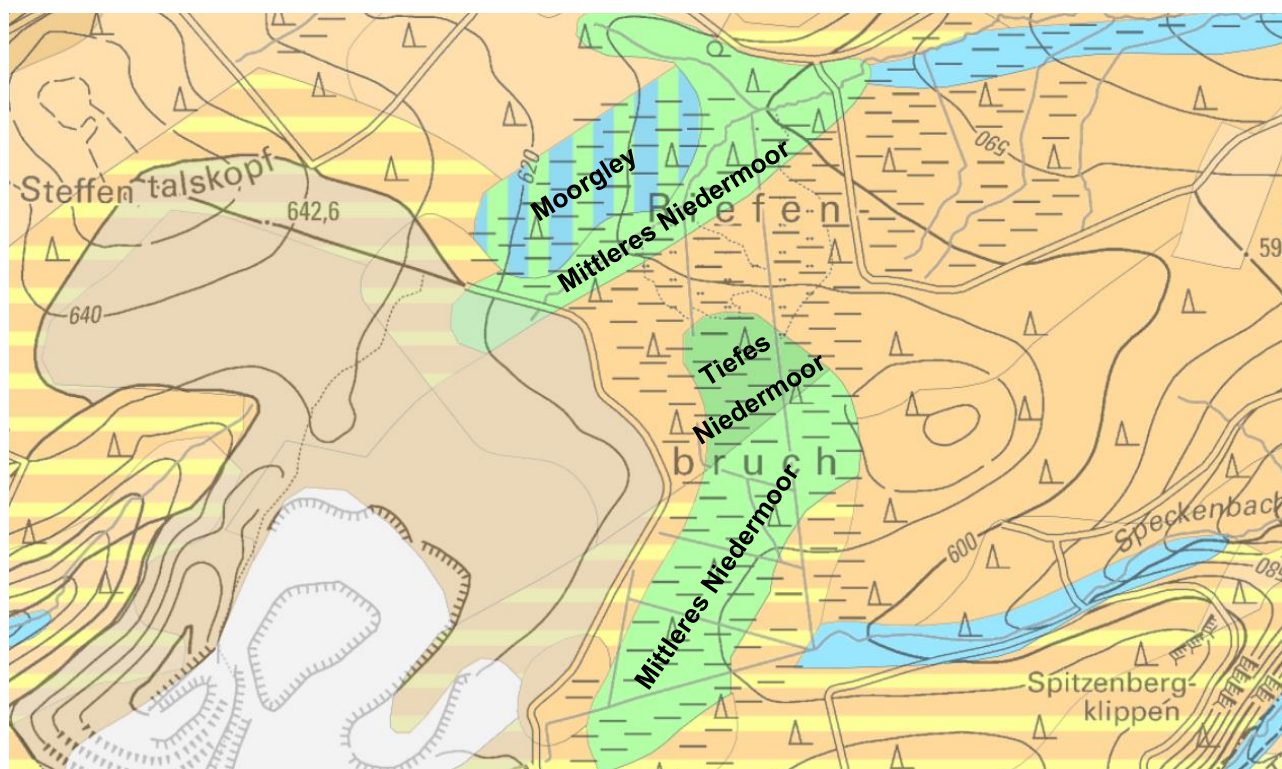


Abbildung 8-1: Bodenkarte mit Definition der Bereichseinteilung entsprechend des Bodentyps /12/

### 8.2 Kohlenstoffreiche Böden

Kohlenstoffreiche Böden fungieren als terrestrische Kohlenstoffspeicher und mit dem Potenzial zur Minderung von Treibhausgasen in der Atmosphäre.

Im Riefenbruch stehen kohlenstoffreiche Böden des Niedermoores und zu einem geringen Anteil des Moorgleys an (siehe Anlage 3.3), /12/.

### 8.3 Bodenwasservorrat

Die Menge des im Boden gespeicherten Wassers (Bodenwasservorrat) wird maßgeblich vom Niederschlag und der Temperatur (bzw. Verdunstung) beeinflusst. Der Bodenwasservorrat, berechnet mit dem Bodenwasserhaushaltsmodell BOWAB für eine Tiefe bis 60 cm, wird in Prozent der nutzbaren Feldkapazität (% nFK) angegeben. Ein Wert von 100 % nFK bedeutet, dass die Speicherfähigkeit des Bodens für pflanzenverfügbares Wasser erreicht ist.

Die Entwicklung des mittleren Bodenwasservorrats im Riefenbruch von 1961 bis 2020 ist der Tabelle 8-2 zu entnehmen /12/. Der Bodenwasservorrat im Jahr 2020 beträgt 83 bis 103 % nFK (siehe Anlage 3.4.1). Ein Vergleich mit weiter zurückliegenden Zeiträumen lässt einen deutlichen Rückgang des Bodenwasservorrats erkennen (siehe Anlage 3.4.2).

Tabelle 8-2: Mittlerer Bodenwasservorrat im Riefenbruch /12/

	Mittlerer Bodenwasservorrat (Vegetationsperiode) im Riefenbruch [% nFK]								
	1961 - 1970	1971 - 1980	1981 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2010	2011 - 2020	2018	2019	2020
Mittleres Niedermoor	106	106	106	105	106	104	93	103	103
Tiefes Niedermoor	101	96	99	97	98	90	58	80	83

Abbildungen 8-2 und 8-3 bestätigen eine Abnahme des Bodenwasservorrats innerhalb der letzten 60 Jahren.

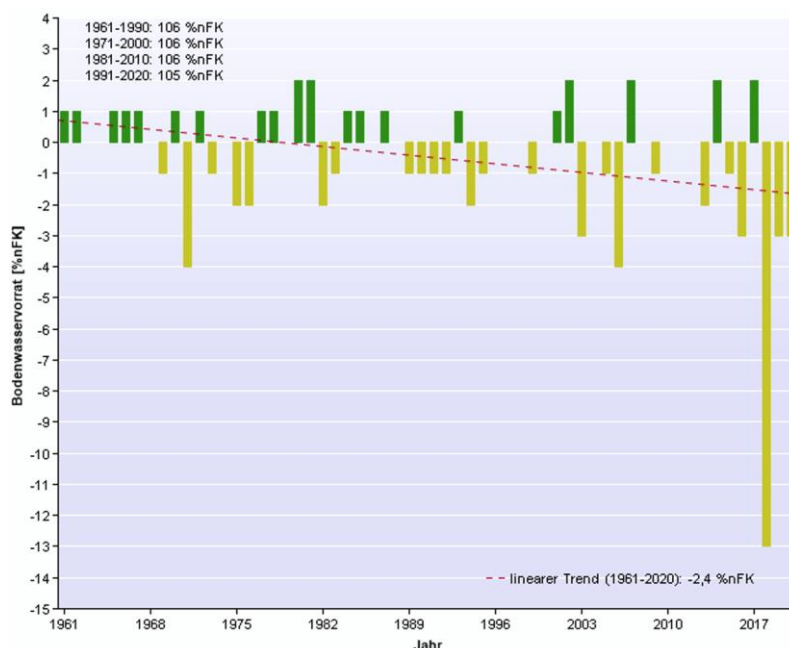


Abbildung 8-2: Abweichung der Bodenwasservorräte zum Mittelwert der Jahre 1961 bis 1990, Mittleres Niedermoor /12/

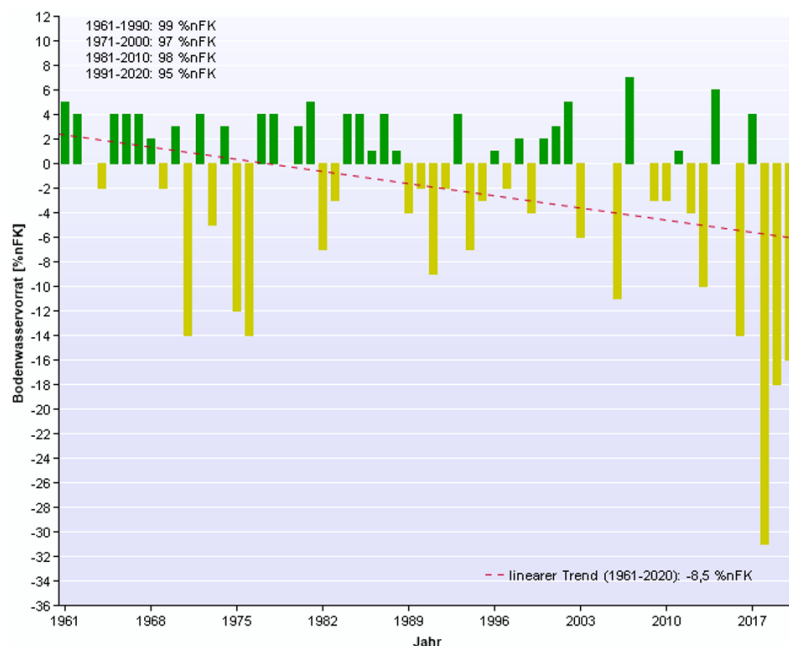


Abbildung 8-3: Abweichung der Bodenwasservorräte zum Mittelwert der Jahre 1961 bis 1990, Tiefes Niedermoor /12/

#### 8.4 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 Riefenbruch stehen extrem nasse Böden, d. h. Böden mit besonderen Standorteigenschaften, an. Diese Böden werden den seltenen Böden der naturnahen Niedermoore zugeordnet (siehe Anlage 3.5). /12/

Im Einzelnen werden folgende Parameter angegeben:

Tabelle 8-3: Parameter zur land- und forstwirtschaftlichen Ertragsfähigkeit /12/

	Riefenbruch (siehe Abbildung 8-1)	
	Mittleres Niedermoor	Tiefes Niedermoor
Bodenfruchtbarkeit (Ertragsfähigkeit) (siehe Anlage 3.6)	gering	gering
Effektive Durchwurzelungstiefe	3 – 5 dm (sehr gering)	3 – 5 dm (sehr gering)
Grundwasserstufe (*)	2 (flach) MHGW < 2 dm MNGW 4 – 8 dm	3 (mittel) MHGW < 4 dm MNGW 8 – 13 dm
Nutzbare Feldkapazität (nFK) des effektiven Wurzelraums (siehe Anlage 3.7)	> 200 (sehr hoch)	140 - 200 mm (hoch)
Pflanzenverfügbares Bodenwasser	200 – 250 mm (hoch)	150 – 200 mm (mittel)

(\*): MHGW = mittlerer Grundwasserhochstand, MNGW = mittlerer Grundwassertiefstand

## **8.5 Funktionsfähigkeit des Bodens für Wasser- und Stoffretention**

Böden haben eine Regelungsfunktion für den Wasser- und Nährstoffhaushalt der jeweiligen Landschaft. Der in den Boden eindringende Niederschlag verbleibt entweder als Haftwasser (Adsorptions- und Kapillarwasser) im Boden oder durchfließt diesen als Sickerwasser und bildet das Grund- oder Stauwasser.

### Speicherfunktion

Die Fähigkeit des Bodens Wasser zu speichern, wird von der Wasserspannung im Boden bestimmt. Bei hoher Spannung in feinkörnigen Böden ist das Wasser fest gebunden, so dass es der Vegetation nicht zur Verfügung steht und bei geringer Spannung in grobkörnigen Böden versickert es.

Die nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraums, d. h. die Wassermenge, die den Pflanzen (bei ausreichend Niederschlag) zur Verfügung steht, ist für den Moorboden im Riefenbruch mit 140 bis > 200 mm als hoch bis sehr hoch einzustufen (siehe Anlage 3.7) /12/.

### Filter- und Pufferfunktion

Böden haben eine Filter- und Pufferfunktion für im Bodenwasser suspendierte oder gelöste Stoffe. Die Austauschhäufigkeit des Bodenwassers und somit der im Wasser gelösten Stoffe liegt zwischen 1,5- und 2,5-mal pro Jahr, d. h. die Austauschhäufigkeit ist groß (siehe Anlage 3.8).

Die beschreibenden Größen der Austauschhäufigkeit, d. h. die nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraums (140 bis > 200 mm) und die Sickerwasserrate (> 600 mm/a), sind im Riefenbruch als hoch zu bewerten (siehe Anlage 3.7 und Anlage 3.9) /12/.

### Funktion als Ausgleichskörper im Wasserhaushalt

Insgesamt wird dem Moorboden im Riefenbruch eine mittlere bis hohe Funktionserfüllung (AKWH-Stufe 2 bis 3) hinsichtlich des Rückhaltevermögens von Wasser im Boden zugewiesen (siehe Anlage 3.10) /12/.

## **8.6 Gefährdung durch Bodenverdichtung**

Die durch den Menschen herbeigeführte Verdichtung der Böden zählt nach § 17 BBodSchG zu den schädlichen Bodenveränderungen. Bodenverdichtung kann u. a. die Funktionsfähigkeit des Bodens für Wasser- und Stoffretention nachteilig beeinflussen (siehe Kapitel 0).

Die Moorböden des Riefenbruchs sind durch Bodenverdichtung hoch gefährdet (siehe Anlage 3.11.1). Die standortabhängige Verdichtungsempfindlichkeit ist sehr hoch (siehe Anlage 3.11.2) /12/.

## 9 Stoffliche Bodenbelastung

Im Riefenbruch ist von folgenden Vorbelastungen der Böden auszugehen:

### Nähr- 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. /3/

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. /3/

Im Rahmen des forstlichen Umweltmonitorings /3/ wird der Stoffeintrag u. a. auf der Monitoringfläche „Lange Bramke“ ca. 5 km (Luftlinie) westlich des Riefenbruchs erfasst.

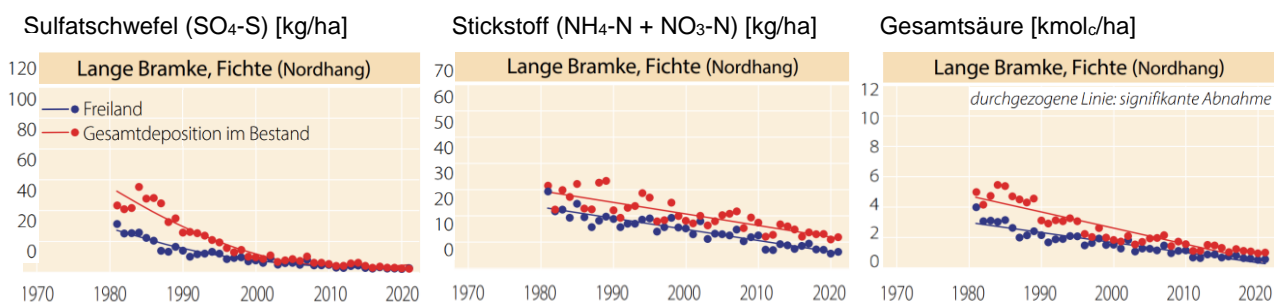


Abbildung 9-1: Sulfatschwefel-, Stickstoff- und Gesamtsäureeintrag pro Jahr auf der Monitoringfläche „Lange Bramke (Nordhang)“, [entn. aus /3/]

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 9-1, 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 %. /3/

Stickstoff wird als Nitrat (oxidierte Form) und Ammonium (reduzierte Form) in das Ökosystem eingetragen (siehe Abbildung 9-1, 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. /3/

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). /3/

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 9-1, 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. /3/

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.

#### Entwässerung

Durch Entwässerung sind weite Teile des Riefenbruchs vorbelastet. Vor ca. 150 Jahren wurden in den stauwasserbeeinflussten Böden und Mooren Entwässerungsgräben angelegt.

#### Forstwirtschaft

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

Der Borkenkäferbefall innerhalb der letzten Jahre (seit ca. 2015) hat zum Absterben der Fichten geführt. Als Folge der Zersetzung der abgestorbenen Fichten ist der Stickstoffgehalt im Boden erhöht. Gemäß /12/ liegt das Denitrifikationspotenzial bei 150 kg N/ha\*a (extrem hoch) und die potentielle NO<sub>3</sub> Konzentration ≤ 25 mg/l.

#### Bergbau (Altlasten)

Im Umfeld des Riefenbruchs fanden in historischen Zeiten diverse 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.

Im Gebiet des Riefenbruchs selbst sind keine Spuren des Altbergbaus bekannt /2/.

## **10 Hydrogeologische Bewertung**

### **10.1 Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse im Erweiterungsgebiet und im Riefenbruch**

Die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse im Erweiterungsgebiet sind geprägt durch geringmächtigen humosen Oberboden, der von Verwitterungslehm oder Verwitterungsgrus des Festgesteins unterlagert wird. In der dem Riefenbruch nächstgelegenen Bohrung HbO 3/2013 (siehe Anlage 4.2 in /7/) steht unter Mutterboden bis 7,5 m schluffig-toniges mit Gesteinsgrus durchsetztes Material (Verwitterungslehm) an, unterlagert von stark verwittertem Diabas-Festgestein.

Im Riefenbruch stellt sich prinzipiell ein ähnlicher geologischer Aufbau wie im angrenzenden Erweiterungsgebiet dar, jedoch ist der das Moor unterlagernde Verwitterungshorizont stärker tonig und damit geringer durchlässig ausgebildet. Ohne Grundwasseranschluss (vorliegender Fall) erfordert die Herausbildung eines Moores mit Torfbildungen grundsätzlich eine stauende Schicht im Untergrund, die am Standort durch die Verwitterungstone gebildet wird. Es ist davon auszugehen, dass sich das Riefenbruch-Moor auf einer Hochebene in einer leichten Senkenstruktur herausgebildet hat, in der sich die Niederschlagswässer und organisches Material sammeln und zum Wachstum des Torfköpers führen konnten. Nur unter den besonderen Bedingungen einer derartigen wassererfüllten Senkenstruktur ist die Herausbildung des Torfmoores erklärbar.

Ein oberflächennaher Grundwasserleiter ist nicht ausgebildet, es war kein oberflächennaher Grundwasseranschnitt in der Bohrung festzustellen. Versickernde Niederschlagswässer im Bereich des Erweiterungsgebietes versickern in die Bodenzone und sickern langsam in den gering durchlässigen Untergrund (als Grundwasserneubildung für den tieferen Klufgrundwasserleiter) ein. Der eigentliche Grundwasserspiegel im Bereich zwischen Riefenbruch und Erweiterungsgebiet liegt in Auswertung der Grundwasserspiegeldaten der GWM HbO 3/13 zwischen < 600 und 609 m NHN (entspricht ca. 6 bis > 15 m u. GOK). Die Geländehöhen und Moorwasserspiegel im Riefenbruch westlich der GWM HbO 3/12 liegen lt. DGM 1 nur ca. 1 bis 2 m tiefer als die GWM (614 bis 615 m NHN) und damit deutlich über dem eigentlichen Grundwasserspiegel. Hinzu kommt, dass der Grundwasserspiegel in Richtung Riefenbruch und Tagebau Huneberg (Altstandort) noch weiter abfällt, so dass der Flurabstand zum eigentlichen Grundwasser im Riefenbruch bei ca. 10 bis 20 m liegt. Damit ist belegt, dass die Wasserführung im Moor nicht durch das Grundwasser geprägt ist, sondern durch Niederschlagswasser, welches sich auf einer stauenden Schicht ansammelt.

Die durch das Moor gezogenen Gräben stellen künstliche anthropogen begründete Entwässerungselemente dar, die das überschüssige Wasser nach Norden (Riefenbach) und Süden (Speckenbach) abführen. Trotz der seit über 100 Jahren erfolgten Entwässerung (Gräben) und der durch forstwirtschaftliche Nutzung überprägten Verhältnisse sind weiterhin hochwertige Biotopstrukturen vorhanden, die dementsprechend zur Ausweisung des Riefenbruchs als geschütztes Biotop führten.

Die Verhältnisse im Riefenbruch weichen deutlich von den Biotopstrukturen des Erweiterungsgebietes ab, was auch in den abweichenden hydrogeologischen Bedingungen (kein schwebender Grundwasserspiegel oberhalb des Verwitterungslehms, bessere Durchlässigkeiten zur Niederschlagsversickerung in den Untergrund) begründet ist. Der ergänzende Rammpegel PG4 zwischen GWM HbO 3/12 und Riefenbruch, der im Verwitterungshorizont ausgebaut und nahezu durchgängig trocken ist (GW < 611 m NHN) bestätigt, dass östlich des Riefenbruchs kein schwebendes Grundwasser ausgebildet ist (siehe Hydrogeologisches Gutachten GEOS 2023 /7/).

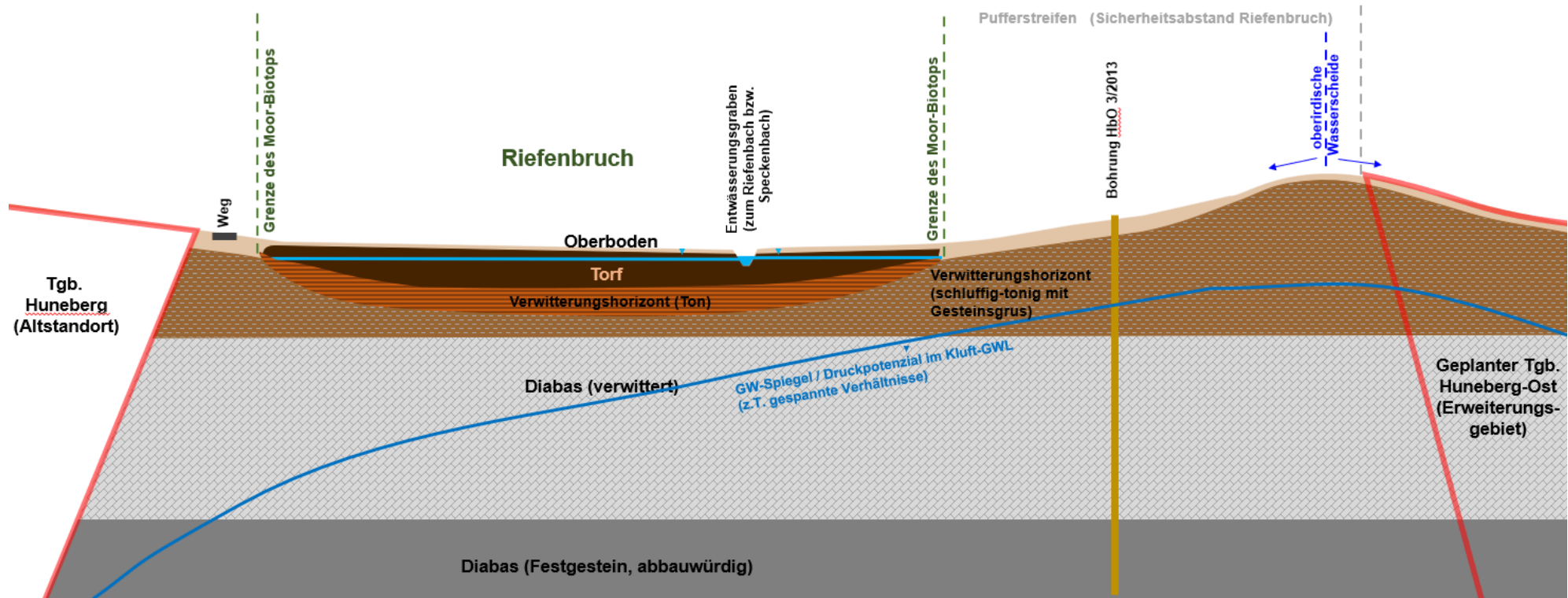


Abbildung 10-1: Prinzipschnitt zur Veranschaulichung der geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse im Riefenbruch

Die geologisch-hydrogeologischen Standortverhältnisse lassen sich gemäß der schematischen Schnittdarstellung in Abbildung 10-1 veranschaulichen.

Die Lage der Grundwassermessstellen und der Schnittpur sind der Abbildung 10-2 zu entnehmen.

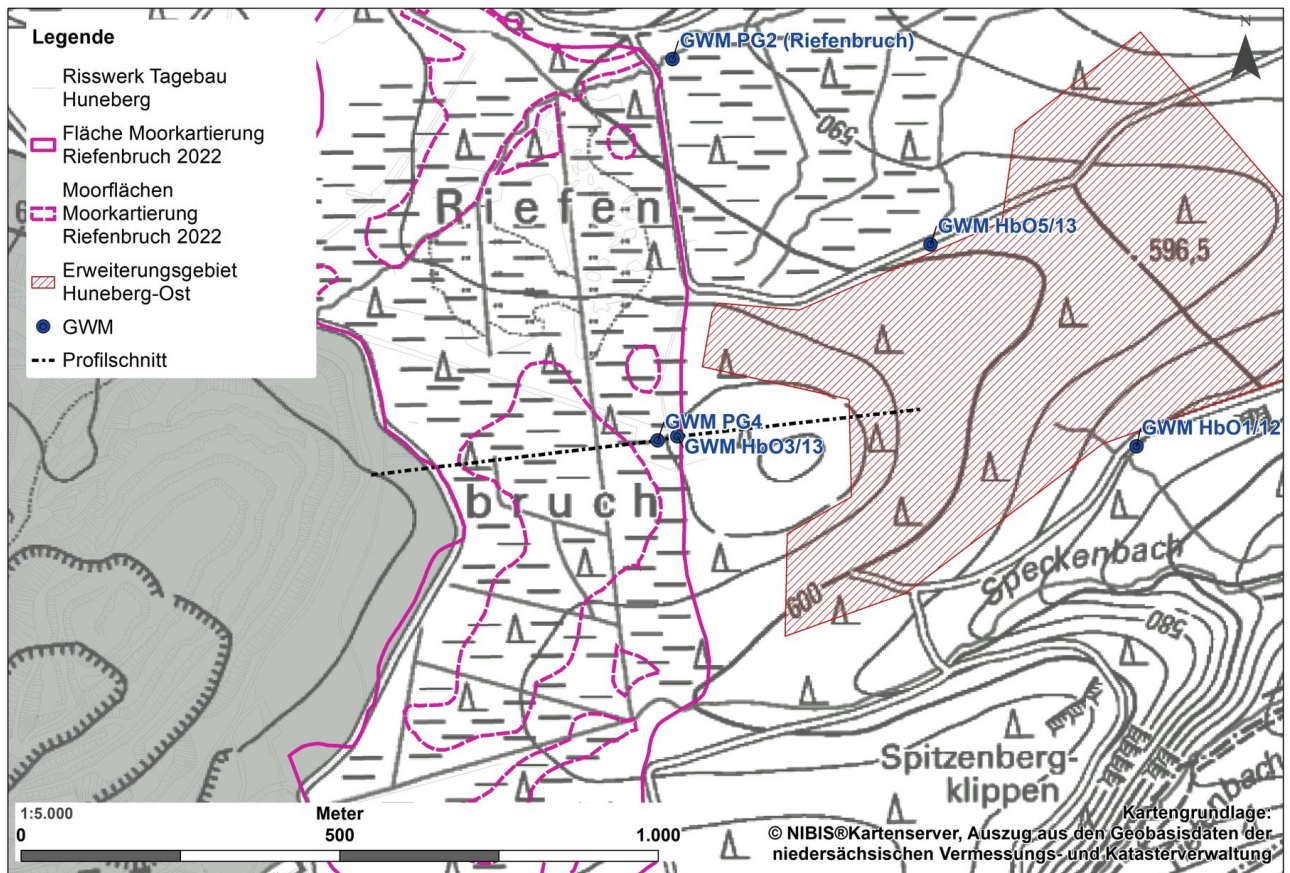


Abbildung 10-2: Lage der Grundwassermessstellen (GWM) und des Prinzipschnitts

In Abbildung 10-3 sind die Wasserspiegellagen im Moor in Bezug zu der östlich gelegenen GWM HbO 3/13 nochmals im Schnitt (aus GEOS 2023 /7/) dargestellt.

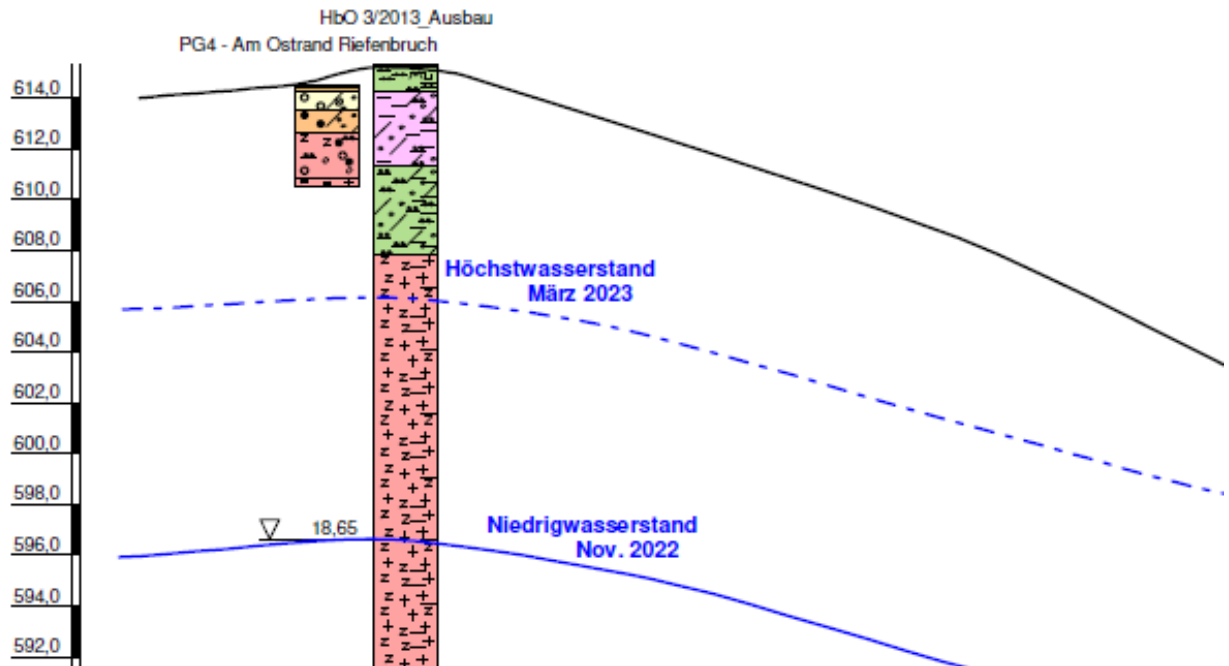


Abbildung 10-3: Schnittdarstellung mit Grundwasserspiegellagen östlich des Riefenbruchs (aus /7/)

## 10.2 Auswirkungsbewertung für den Riefenbruch

Durch die Errichtung des Tagebaus Huneberg-Ost und die damit verbundene Abgrabung des Schichtenpaketes östlich des Riefenbruchs ist keine Entwässerung des Moores zu erwarten, da die wasserführenden Schichten des Moores und die unterlagernde tonige Dichtschicht nicht angeschnitten werden. Der wassergesättigte Torfkörper bleibt oberhalb der stauenden Schicht vollständig erhalten.

Die Kontur des Abbaufeldes im Erweiterungsgebiet wurde im Hinblick auf oberirdische und oberflächennahe (hypodermische) Zuflüsse in das Riefenbruchgebiet verschoben. Hierbei wurde die Hochlage östlich des Riefenbruchs aus dem Abbaufeld herausgenommen, so dass das Abbaufeld nun vollständig außerhalb des oberirdischen Einzugsgebietes des Riefenbruchs liegt (siehe Abbildung 10-2). Dementsprechend sind keine Auswirkungen des Vorhabens auf den Wasserhaushalt im Riefenbruch zu besorgen.

## 11 Bewertung klimatischer Effekte auf den Moorwasserhaushalt

Zur Bewertung möglicher klimatischer Effekte auf den Moorwasserhaushalt werden zunächst die Klimadaten des DWD ausgewertet und die klimatische Wasserbilanz für die letzten 30 Jahre berechnet. Danach wird die klimatische Wasserbilanz dem im Riefenbruch vorhandenen Bodenwasservorrat gegenübergestellt.

### 11.1 Berechnung der klimatischen Wasserbilanz

Als Grundlage zur Berechnung der klimatischen Wasserbilanz gehen die Klimadaten der ca. 13 km südöstlich gelegenen Station Wernigerode-Schierke von 1993 bis 2022 in die Berechnung ein. Die Station liegt auf einer ähnlichen Höhe wie der Steinbruch und unterliegt vergleichbaren Wetterbedingungen. Zudem werden dort mehr für die Berechnung erforderliche Parameter aufgezeichnet als in der nähergelegenen Station Bad Harzburg. Die Niederschlagswerte der Station sind ca. 15 % höher als die Werte der Station Eckertalsperre nahe dem Steinbruch. Hier werden jedoch nur Niederschlagsdaten aufgezeichnet. Trotz der vorhandenen Unsicherheiten lassen sich die wesentlichen Aussagen zur klimatischen Wasserbilanz anhand der Station Schierke gut auf den Bereich des Riefenbruchs übertragen.

Da die für die Berechnung erforderlichen Werte, Windgeschwindigkeit und Sonnenscheindauer, in Schierke nicht verfügbar sind, wurden für beide Parameter ersatzweise die Messwerte der nahe gelegenen Station Wernigerode herangezogen.

Aus den vom DWD zur Verfügung gestellten Klimadaten lassen sich folgende Mittelwerte ableiten:

- mittlerer Jahresniederschlag (korrigiert) /22/: 1.408 mm/a
- Sommerniederschlag (korrigiert): 371 mm
- Jahresmitteltemperatur: 10,3 °C
- Relative Luftfeuchte: 75,3 %

Die mittlere klimatische Wasserbilanz wurde unter Anwendung des Merkblatts ATV-DVWK-M 504 /22/ berechnet. Die klimatische Wasserbilanz stellt einen Indikator für den Gesamtgebietsabfluss dar und ergibt sich aus der Differenz des Niederschlags und der entsprechend den meteorologischen Eingangsgrößen berechneten theoretischen Verdunstung (Gras-Referenzverdunstung).

Gemäß der im Merkblatt empfohlenen Vorgehensweise wird die Gras-Referenzverdunstung ( $ET_0$ ) berechnet. Hierbei handelt es sich um eine (nach PENMAN-MONTEITH) bestimmte rechnerische Verdunstung für klar definierte Randbedingungen /22/:

- ständig feuchte mit 12 cm hohem Gras bewachsene Fläche
- mittlerer Verdunstungswiderstand des Bewuchses von 70 s/m
- Pflanzen erleiden keinen Wassermangel

Aufgrund des Ansatzes der permanenten Wasserverfügbarkeit kann die Referenzverdunstung höher sein als die reale Verdunstung, so dass sich negative klimatische Wasserbilanzen ergeben können.

Es ergeben sich folgende Werte:

- Gras-Referenzverdunstung ( $ET_0$ ): 485 mm/a
- Klimatische Wasserbilanz: 932 mm/a

Die Ermittlung der realen Verdunstung erfolgt nach BAGLUVA /22/. Das Moor wurde hierbei mit der Bodenart Hochmoortorf und einem Bewuchs von 30 cm Höhe berücksichtigt. Unter Ansatz eines mittleren Jahresniederschlags von 1.408 mm/a ergibt sich als Mittelwert der letzten 30 Jahre (1993 bis 2022):

- reale Verdunstung  $ET_a$  614 mm/a
- Wasserbilanzüberschuss (Niederschlag minus realer Verdunstung) 794 mm/a

Aufgrund der hohen Niederschläge am Nordrand des Harzes ergibt sich für die letzten 30 Jahre insgesamt eine positive klimatische Wasserbilanz (siehe Abbildung 11-1).

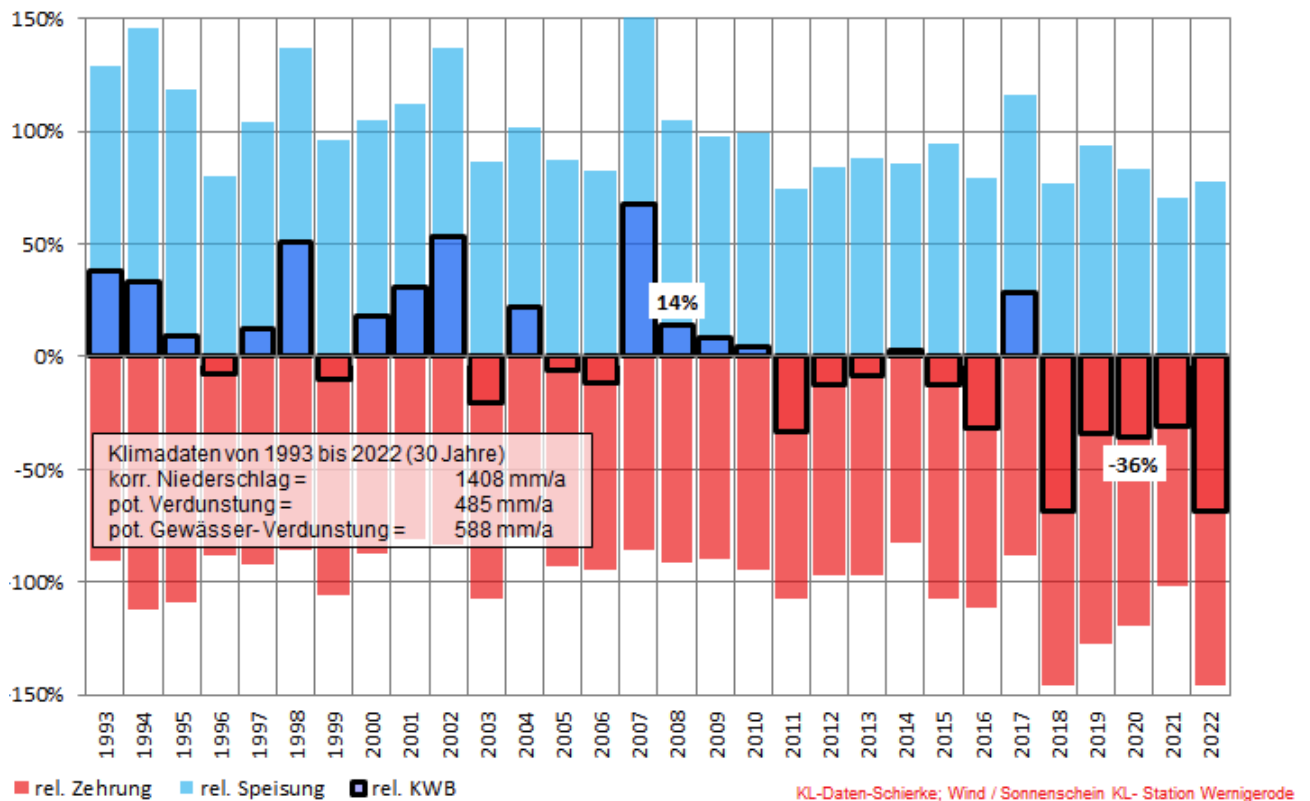


Abbildung 11-1: Klimatische Wasserbilanz (KWB) 1993 bis 2022 (30 Jahre), Station Wernigerode-Schierke (4445)

Allerdings zeigt die klimatische Wasserbilanz, insbesondere unter Berücksichtigung des letzten Jahrzehnts, einen abnehmenden Trend (siehe Abbildung 11-1). Nach einer Feuchteperiode in den 1990-iger Jahren herrschen seit dem Jahr 2011 nahezu ausschließlich negative Wasserbilanzen vor. Dies zeigt sich insbesondere in den Jahren 2018 bis 2022.

## 11.2 Gegenüberstellung von klimatischer Wasserbilanz und Bodenwasservorrat

Um die klimatischen Effekte auf den Moorwasserhaushalt zu bewerten, wird die klimatische Wasserbilanz für die Jahre 1993 bis 2020 (siehe Abbildung 11-1) dem im Kapitel 8.3 dokumentierten Bodenwasservorrat gegenübergestellt. Zur besseren Vergleichbarkeit werden in Abbildung 11-2 die Bodenwasservorräte der Jahre 1993 bis 2020 (jeweils bezogen auf den Mittelwert der Jahre 1961 bis 1990) dargestellt.

Eine Gegenüberstellung der klimatischen Wasserbilanz mit dem Bodenwasservorrat im Riefenbruch lässt einen deutlichen Zusammenhang erkennen. Nicht nur die abnehmenden Trends sowohl der klimatischen Wasserbilanz als auch des Bodenwasservorrats werden deutlich.

Auch ein Vergleich der markanten Jahre, wie z. B. 1993, 2002, 2007 und 2017 mit einer positiven Wasserbilanz (blau) sowie die Jahre 1999, 2003, 2016 und 2018 mit einer negativen Wasserbilanz (rot) lassen einen eindeutigen Zusammenhang zum Bodenwasservorrat erkennen (vgl. Abbildung 11-2 und Abbildung 11-3).

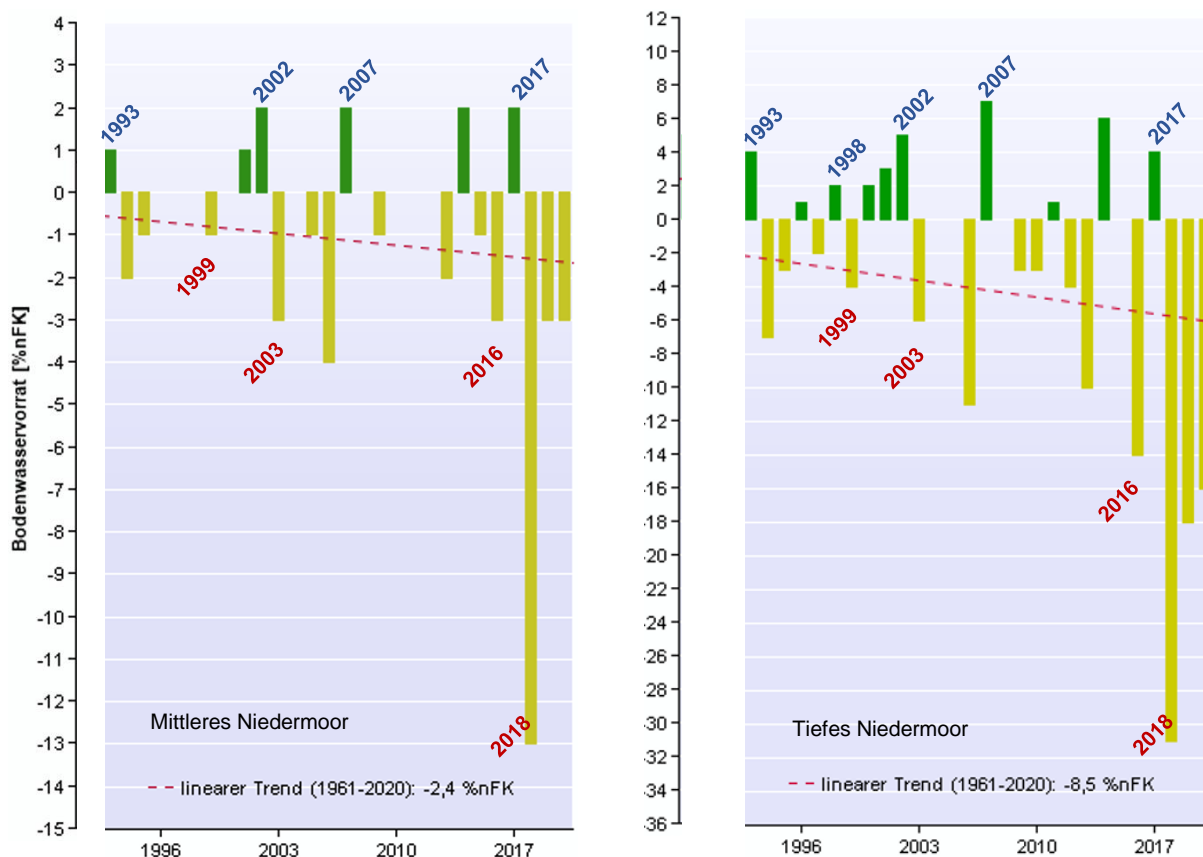


Abbildung 11-2: Bodenwasservorrat 1993 bis 2020 (Auszug aus Abbildung 8-2 und Abbildung 8-3)

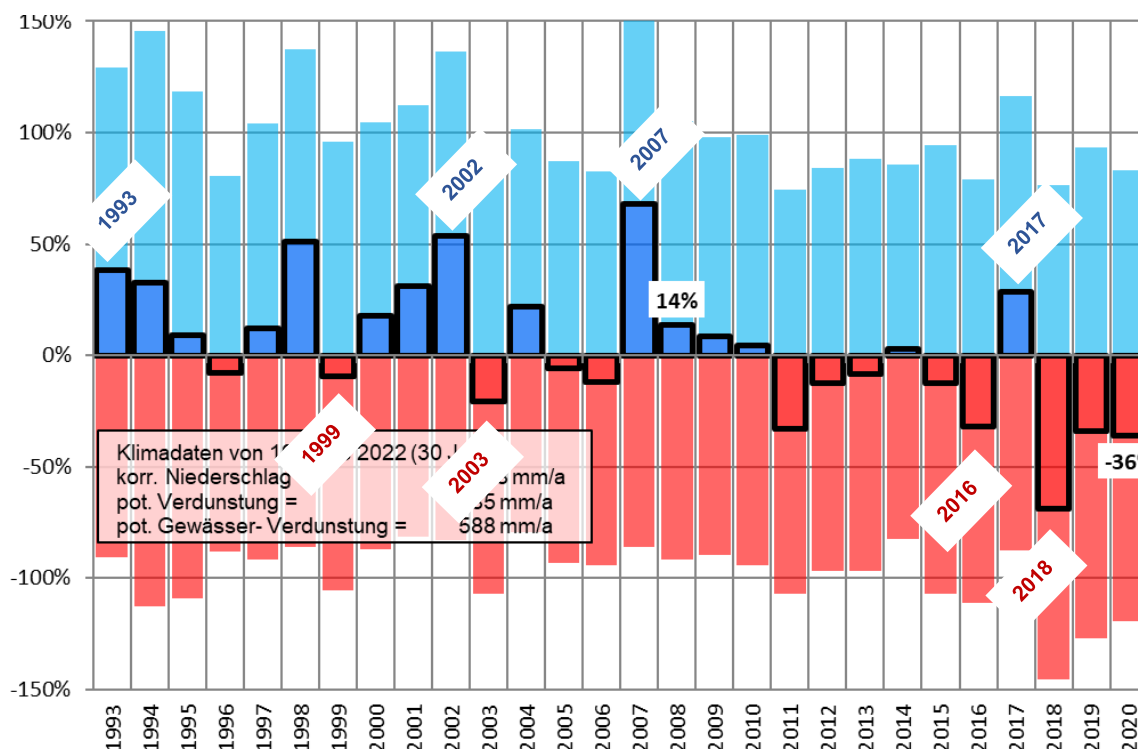


Abbildung 11-3: Klimatische Wasserbilanz 1993 bis 2020 (Auszug aus Abbildung 11-1)

### 11.3 Prognose künftiger Entwicklungen

Eine Abschätzung künftiger Entwicklungen ist anhand der Daten zur Grundwasserneubildung des LBEG /12/ möglich. Die Ermittlung der Grundwasserneubildung erfolgt mithilfe der Methode mGrowth22. Details zu dem Verfahren und der angewandten Methodik finden sich in den entsprechenden Veröffentlichungen.

Auf dem NIBIS-Kartenserver liegen sowohl Daten für vergangene Zeiträume als auch Prognosen für die Zukunft anhand zweier möglicher Klimaszenarien vor. Berücksichtigung finden die beiden Szenarien RCP 8.5 „kein Klimaschutz“ und RCP 2.6 „Klimaschutz“. Die Neubildungsraten für das Gebiet des Riefenbruchs sind in Tabelle 11-1 zusammengefasst.

Tabelle 11-1: Mittlere Grundwasserneubildungsraten im Riefenbruch nach mGrowth22 /12/

Mittlere Grundwasserneubildungsrate [mm/a]								
Beobachtung			Veränderung zum Zeitraum 1971 bis 2000 für					
1971-2000	1981-2010	1991-2020	Szenario RCP 8.5 „kein Klimaschutz“			Prognosen RCP 2.6 „Klimaschutz“		
2021-2050	2031-2060	2071-2100	2021-2050	2031-2060	2071-2100	2021-2050	2031-2060	2071-2100
>100-150	>100-150	>100-150	-50 bis -30 mm	-70 bis -50 mm	<-90 mm	-30 bis -10 mm	-50 bis -30 mm	-50 bis -30 mm

Auch wenn die beobachteten Grundwasserneubildungsraten aufgrund der recht groben Klassengrenzen in Tabelle 11-1 auf den ersten Blick keine Trends der letzten Jahre erkennen lassen, bestätigt die in Abbildung 11-4 dargestellte Zeitreihenanalyse der Jahre 1961 bis 2020 einen stetig abnehmenden Trend der Grundwasserneubildung für den gesamten Grundwasserkörper Oker Harzpaläozoikum /12/.

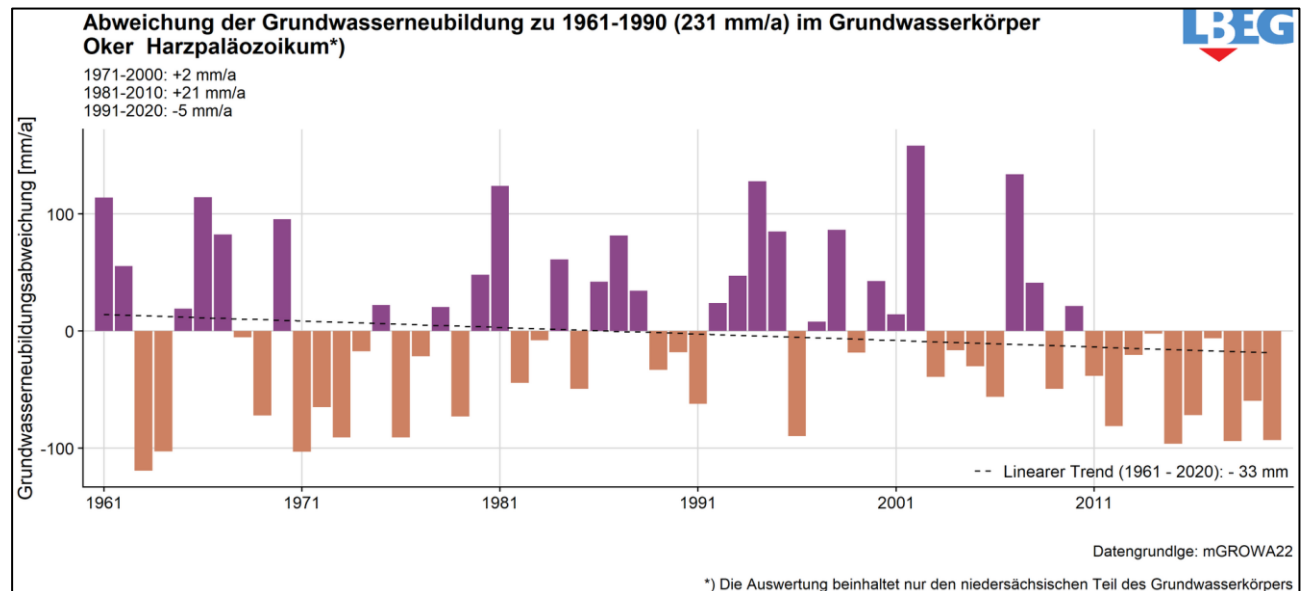


Abbildung 11-4: Zeitreihenanalyse der Grundwasserneubildung 1961 bis 2020 /12/

Unabhängig von den zu erwartenden Klimaszenarien wird der Trend einer reduzierten Grundwasserneubildung gemäß den vorliegenden Daten auch künftig anhalten. Gemäß Tabelle 11-1 betragen die Abnahmen gegenüber dem Referenzzeitraum 1971 bis 2000 im Jahr 2100 im Fall fehlender Klimaschutzmaßnahmen mehr als 90 mm/a, im Falle erfolgreicher Klimaschutzmaßnahmen sind immer noch Reduzierungen zwischen 30 und 50 mm zu erwarten.

## 12 Zusammenfassung und Bewertung

Die aktuelle forstlich-bodenkundliche Standortkartierung (Moorkartierung) des Riefenbruchs aus 2022 zeigt im Vergleich zur Kartierung 1987/88, dass in den letzten drei bis vier Jahrzehnten die Wasserstände, sowohl in den Moorflächen als auch in den Entwässerungsgräben mit Abläufen zum Riefenbach und Speckenbach, unabhängig vom Abbaubetrieb im Tagebau Huneberg (Altstandort) gesunken sind. Der Torfkörper ist stark zersetzt und geschrumpft, die Vegetation weist kaum noch moortypische Pflanzen auf (siehe Kapitel 7.4). In den Moorflächen des Riefenbruchs dominiert der Bodentyp mittleres bis tiefes Niedermoor (HN3, HN4) mit folgenden Bodenfunktionen:

- kohlenstoffreicher Boden des Niedermoores (siehe Kapitel 8.2)
- schutzwürdiger Boden: extrem nasser und somit seltener Boden der naturnahen Niedermoores mit geringer Bodenfruchtbarkeit (siehe Kapitel 8.4)
- mittlere bis hohe Funktion als Ausgleichskörper im Wasserhaushalt mit hoher bis sehr hoher Speicherfunktion sowie großer Austauschhäufigkeit, d. h. Filter- und Pufferfunktion (siehe Kapitel 0)

Die Bodenwasservorräte im Riefenbruch nahmen in den letzten 60 Jahren linear ab (siehe Kapitel 8.3).

Da der Boden im Riefenbruch sowohl empfindlich gegenüber Wasserabsenkung als auch gegenüber den Klimaveränderungen reagiert, wurden diese beiden Thematiken näher untersucht und bewertet.

Die gutachterliche Bewertung kommt zu folgenden Ergebnissen:

- Die Wasserführung im Moor ist nicht durch das Grundwasser geprägt, sondern durch Niederschlagswasser, welches sich auf einer stauenden Schicht ansammelt. Der Flurabstand zum eigentlichen Grundwasserspiegel beträgt im Riefenbruch ca. 10 bis 20 m (siehe Kapitel 10.1).
- Es werden durch den geplanten Tagebau im Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost und die damit verbundene Abgrabung des Schichtenpakets östlich des Riefenbruchs keine wasserführenden Schichten des Moorkörpers angeschnitten. Somit ist keine Entwässerung des Moores zu erwarten, d. h. der wasser gesättigte Torfkörper bleibt (bei ausreichend Niederschlag) vollständig erhalten (siehe Kapitel 10.2).
- Die Lage des Erweiterungsgebietes wurde derart angepasst, dass das Abbaufeld nun vollständig außerhalb des oberirdischen Einzugsgebiets des Riefenbruchs liegt, so dass keine Auswirkungen des Vorhabens auf den Wasserhaushalt im Riefenbruch zu besorgen sind.

Die Bewertung der klimatischen Effekte der letzten 30 Jahre auf den Moorwasserhaushalt lassen einen eindeutigen Zusammenhang zwischen der klimatischen Wasserbilanz und dem im Riefenbruch vorhandenen Bodenwasservorrat erkennen (siehe Kapitel 11.2).

### 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/ Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2022): Waldzustandsbericht 2022
- /4/ Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen LGLN (27.10.2020): Übersichtskarte: Lage und Verlauf der (auf-)stauenden Ton-Oberkante (m NN) unter Gelände im Gebiet des Riefenbruches
- /5/ HGN Beratungsgesellschaft mbH (17.02.2020): Bewertung der Auswirkungen des geplanten Erweiterungsfeldes Huneberg-Ost auf den Riefenbruch
- /6/ HGN Beratungsgesellschaft mbH (25.04.2019, überarbeitete Fassung 30.11.2020): Auswirkungs- und Gefährdungsbeurteilung, Abbauüberführung Huneberg-Ost (inkl. Einschätzung Havariefall)
- /7/ G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH (01.12.2023): Hydrogeologisches Gutachten Erweiterungsfeld Huneberg-Ost
- /8/ Niedersächsisches Forstamt Clausthal (1987 / 1988): Standortkartierung
- /9/ Niedersächsisches Landesverwaltungsamt (1984): Biotop-Kartierbogen 4128117, Erfassung der für den Naturschutz wertvollen Bereiche in Niedersachsen, Vorinformation (übergeben mit Schreiben vom NLWKN vom 29.03.2021)
- /10/ Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (14.07.1980): Bericht über eine Begehung des Riefenbruches am 10.07.1980, Fragestellung: Inwieweit ist zu befürchten, daß das Riefenbruch durch eine Ausweitung des Steinbruches Huneberg in seinem Bestand gefährdet wird?

#### Regelwerke, Literatur:

- /11/ BBodSchV (2023): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)
- /12/ NIBIS-Kartenserver (2022): Niedersächsisches Bodeninformationssystem (NIBIS), Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover
- /13/ MoorIS (2022): Ein Moorinformationssystem für Niedersachsen, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover, und Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Norden
- /14/ Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2020): Niedersächsische Umweltkarten ([www.umweltkarten-niedersachsen.de](http://www.umweltkarten-niedersachsen.de))
- /15/ 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

- /16/ Geofakten 27 (07/2011): Kriterienkatalog Nutzungsänderung von Grünlandstandorten in Niedersachsen, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie LBEG, Hannover
- /17/ Niedersächsische Landesforsten (03/2011): Anleitung zur forstlichen Standortkartierung in Niedersachsen
- /18/ Niedersächsische Landesforsten (06/2009): Forstliche Standortaufnahme, Geländeökologischer Schätzrahmen, Anwendungsbereich: pleistozänes (diluviales) Tiefland, Mittelgebirge, Berg- und Hügelland
- /19/ Niedersächsische Landesforsten (01/2007): Forstliche Standortaufnahme, Geländeökologischer Schätzrahmen, Anwendungsbereich: Mittelgebirge, Bergland und Hügelland
- /20/ Geofakten 18 (04/2005): Berücksichtigung von Bodenfunktionen in der Landschaftsrahmenplanung Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung NLfB, Hannover
- /21/ Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, Hannover
- /22/ Merkblatt ATV-DVWK-M 504 (2002): Verdunstung in Bezug zu Landnutzung, Bewuchs und Boden, ATV-DVWK-Regelwerk, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- /23/ BBodSchG (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG)