
Hydrogeologisches Gutachten

Erweiterungsfeld Huneberg-Ost

Endbericht

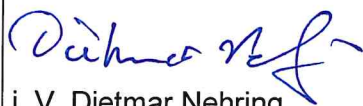
Projekt-Nr.: 12220049

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

Halle, den 30.01.2024

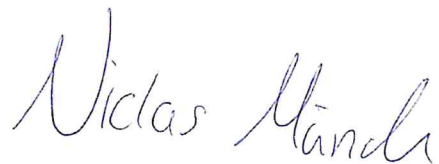
Auftraggeber:	Harzer Pflastersteinbrüche Telge & Eppers NL der KEMNA BAU Andreae GmbH & Co. KG Am Güterbahnhof 5 38667 Bad Harzburg
Projekt-Nr. G.E.O.S.:	12220048/12220049
Bearbeiter:	M.Sc. Martin Pohl M.Sc. Niclas Münch
Land/Landkreis/Kommune:	Niedersachsen / Goslar / Bad Harzburg
Messtischblatt:	4129
Seitenanzahl Text:	80
Anzahl der Anlagen:	8

Halle, den 30.01.2024



i. V. Dietmar Nehring

Projektleiter



i. A. Niclas Münch

Projektbearbeiter

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 Veranlassung und Aufgabenstellung	10
2 Angaben zum Untersuchungsgebiet	11
2.1 Lage.....	11
2.2 Klima	11
2.3 Hydrographische Angaben	14
2.4 Wassernutzungen im Umfeld.....	15
2.4.1 Trinkwasserschutzzonen.....	15
2.4.2 Wasserhebung im bereits bestehenden Tagebau	18
2.5 Schutzgebiete.....	20
3 Allgemeine geologisch-hydrogeologische Verhältnisse	21
3.1 Geologische Verhältnisse	21
3.2 Hydrogeologische Verhältnisse.....	22
4 Vorbereitende Arbeiten	24
5 Durchführung der Untersuchungen	26
5.1 Geländearbeiten	26
5.1.1 Untersuchung der Vorfluter bzw. des oberflächennahen Grundwassers	26
5.1.1.1 Errichtung temporärer Rammpegel	26
5.1.1.2 Abflussmessung inkl. Stichtagsmessung an den Rammpegeln.....	26
5.1.2 Untersuchung des Kluftgrundwassers und Riefenbruch.....	28
5.1.2.1 Ausbau von Bohrungen zu GWMS.....	28
5.1.2.2 Stichtagsmessung.....	30
5.1.3 Grund- und Oberflächenwasserprobenahme.....	30
5.2 Analytikprogramm	32
6 Ergebnisse der Untersuchungen.....	34

6.1	Geologie im Untersuchungsgebiet	34
6.2	Vorfluter und oberflächennahes Grundwasser	35
6.3	Kluftgrundwasserleiter	45
6.3.1	Kurzpumpversuche zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes des Kluftgrundwasserleiters	48
6.3.2	Ableitung des Durchlässigkeitsbeiwertes anhand der aus dem bestehenden Diabas-Tagebau gehobenen Wassermengen	51
6.4	Analytik	52
7	Bewertung der Untersuchungsergebnisse	63
7.1	Einzugsgebiete	63
7.2	Prognose des Wasseranfalls in der potentiellen Lagerstätte	64
7.3	Auswirkungen	67
7.3.1	Riefenbruch	67
7.3.2	Riefenbach	69
7.3.3	WSG Bad Harzburg, Schutzzone II	69
7.3.4	Speckenbach und Tiefenbach	70
7.3.5	WSG Granetalsperre Schutzzone III (Radau Überleitung)	72
7.3.6	Grundwasservulnerabilität	73
8	Zusammenfassung	74
9	Verwendete Literatur	78

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Niederschlagsmengen [mm] an der Messstelle Diabas-Steinbruch (grau: keine Werte vorhanden; daher Jahressumme unvollständig)	12
Tabelle 2: Durchschnittliche monatliche Temperaturentwicklung an Wetterstation Braunlage (609m üNN); Quelle: DWD	13
Tabelle 3: Berechnung des Abflusses aus Wetterdaten	14
Tabelle 4: Erkundungsbohrungen und ausgebaute GWM	29
Tabelle 5: Großes Analytik Programm für die gehobenen und stehenden Wässer mit den entsprechenden Bestimmungsmethoden und deren Bestimmungsgrenzen	32
Tabelle 6: Summierte Tagesniederschläge bis 7 Tage vor Beginn der Kampagne am Diabas Steinbruch (Anlage 5.4).....	36
Tabelle 7: Vergleich der Chemie von Speckenbach, Riefenbach und dem Kluftgrundwasser zu niedrigen (November) und hohen (März) Abflüssen	43
Tabelle 8: Abfluss und Leitparameter der einzelnen Abflussmesspunkte	44
Tabelle 9: Wasserstandsmessungen in den Rammpegeln	44
Tabelle 10: Wasserstandsmessungen [m NHN] an den GWMS HbO 1/2012, HbO 3/2013 und HbO 5/2013; Flurabstände; Koordinaten in EPSG 25832.....	47
Tabelle 11: Hydrochemische Parameter der Kluftgrundwasserleiter-Messstellen nach Einstellung auf konstanten Messwert während Pumpversuch	47
Tabelle 12: Transmissivität und Durchlässigkeitsbeiwert der GWMS HbO 1/2012 anhand des Pumpversuches ermittelt.....	49
Tabelle 13: Transmissivität und Durchlässigkeitsbeiwert der GWMS HbO 3/2012 anhand des Pumpversuches ermittelt.....	49
Tabelle 14: Transmissivität und Durchlässigkeitsbeiwert der GWMS HbO 5/2013 anhand des Pumpversuches ermittelt.....	50
Tabelle 15: Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes und der Reichweite des aktuellen Diabas-Tagebaus anhand der Wassermenge, die dem bestehenden Diabas-Tagebau über wasserwegsame Bereiche zufließt	51
Tabelle 16: Analytik der Rammpegel im Riefenbruch; Durchführung 2013	60
Tabelle 17: Berechnung des unterirdischen Zuflusses im Tagebau.....	64
Tabelle 18: Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse des hydrogeologischen Gutachtens	75

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

	Seite
Abbildung 1: Quelfassung im Bereich des Schniggenlochs	16
Abbildung 2: Wehranlage am Stolleneingang Radau	17
Abbildung 3: Zuflüsse in den Radaustollen aus dem umliegenden Gebirge	17
Abbildung 4: Ansammlung der dem bestehenden Tagebau hauptsächlich aus dem Übergangsbereich Locker- zu Festgestein zufließenden Wässer (Aufnahme bei Starkregen; Blickrichtung in Richtung Südwesten)	18
Abbildung 5: Absetzteich 2a (September 2023).....	20
Abbildung 6: Links: Darstellung eines Messquerschnittes, rechts: Abflussmessung mittels elektromagnetisches Fließgeschwindigkeit Messsystem (August 2023).....	27
Abbildung 7: Messung der elektrischen Leitfähigkeit, des pH-Wertes, des Redoxpotentials, der Temperatur und des gelösten Sauerstoffs mittels einer Multiparametersonde.....	28
Abbildung 8: Begehung entlang des Riefenbaches –Versiegen des Oberflächenabflusses (Quelle: Ausschnitt aus Digitale Topographische Karte 1:25000 (DTK25) [28]).....	37
Abbildung 9: Vergleich des Wasserstands in PG2 im Riefenbruch mit den Durchflussmessungen vom Riefenbach unterhalb der Versickerungszone	38
Abbildung 10: Durchflussmessungen entlang des Riefenbaches, Messwerte von HGN.....	39
Abbildung 11: Begehung entlang des Speckenbachs (Quelle: Ausschnitt aus Digitale Topographische Karte 1:25000 (DTK25) [28]).....	40
Abbildung 12: Durchflussmessung im Zufluss zum Speckenbach aus dem Bereich des Erweiterungsfeldes; Messwerte von HGN (Anhang 7).....	40
Abbildung 13: Durchflussmessung im Speckenbach P1, P3, P5; Messwerte von HGN (Anhang 7)	42
Abbildung 14: Grundwasserganglinie HbO 1/2012	47
Abbildung 15: Grundwasserganglinie HbO 3/2013	47
Abbildung 16: Grundwasserganglinie HbO 5/2013	47
Abbildung 17: Gesamtchemische Analyse verschiedener Hebungs - und Oberflächenwässer am Huneberg, Durchführung 2013	53
Abbildung 18: Links: Absetzteich 2; Rechts: Auslauf Absetzteich 7 im September 2023	55
Abbildung 19: Wassersituation Zulaufteich Halde am 18.01.2023	62

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1: Datenübersicht

Anlage 1.1 Übersichtskarte mit Probenahme- und Messstellen

Anlage 1.2 Stammdatentabelle aller Messstellen und Bohrungen

Anlage 2: Lageplan der Trinkwasserschutzzonen

Anlage 3: Fotodokumentationen

Anlage 3.1 temporäre Rammpegel

Anlage 3.2 Grundwassermessstellen

Anlage 3.3 Abflussmessung

Anlage 3.4 zusätzliche Beobachtungsstationen

Anlage 4: Schichtenverzeichnisse und. Ausbaudaten

Anlage 4.1 temporäre Rammpegel

Anlage 4.2 Erkundungsbohrungen

Anlage 4.3 Ausbauplan der GWMS HbO 1/2012, HbO 3/2013 und HbO 5/2013

Anlage 5: Protokolle

Anlage 5.1 Abflussmessungen

Anlage 5.1.1 Abflussmessungen November 2022

Anlage 5.1.2 Abflussmessungen Dezember 2022

Anlage 5.1.3 Abflussmessungen Januar 2023

Anlage 5.1.4 Abflussmessungen März 2023

Anlage 5.1.5 Abflussmessungen August 2023

Anlage 5.1.6 Abflussmessungen September 2023

Anlage 5.2 Wasserprobenahme

Anlage 5.2.1 Probenahmeprotokolle November 2022

Anlage 5.2.2 Probenahmeprotokolle Dezember 2022

-
- Anlage 5.2.3 Probenahmeprotokolle Januar 2023
 - Anlage 5.2.4 Probenahmeprotokolle März 2023
 - Anlage 5.2.5 Probenahmeprotokolle September 2023
 - Anlage 5.3 Analytik
 - Anlage 5.3.1 Messwertzusammenstellung
 - Anlage 5.3.2 Prüfberichte Labor
 - Anlage 5.4 Durchflussmengen, Pumpenleistungen ab 1.1.21
 - Anlage 5.5 Wasserhaltungskonzept Erweiterungsfeld

 - Anlage 6: Graphische Darstellung der Untersuchungsergebnisse
 - Anlage 6.1 geologischer Schnitt
 - Anlage 6.2 Isohypsen Karte November 2022
 - Anlage 6.3 Auswertung der Kurzpumpversuche mit GEOLOGIK HYDRO TEC 6.0
 - Anlage 6.3.1 HbO 1/2012
 - Anlage 6.3.2 HbO 3/2013
 - Anlage 6.3.3 HbO 5/2013
 - Anlage 6.4 Ausbreitung des unterirdischen Absenktrichters in Folge der Erweiterung im Bezug auf die Trinkwasserschutzzonen
 - Anlage 6.5 Verringerung der Einzugsgebiete (oberirdisch) der Vorfluter
 - Anlage 6.6 Oberirdische Hauptwasserscheiden

 - Anlage 7: Bewertung der Abflussverhältnisse im Umfeld des Erweiterungsfeldes Diabas-Tagebau Huneberg-Ost; HGN (24.01.2024)

 - Anlage 8: Gefährdungsbeurteilung Trinkwasserschutz, Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und Havariefall, Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost des Diabas-Tagebaus Huneberg; HGN (22.01.2024)

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

A	Abfluss
A _E	Abfluss im Einzugsgebiet
A _{Eo}	oberirdischer Abfluss im Einzugsgebiet
A _{Eu}	unterirdischer Abfluss im Einzugsgebiet
A _o	oberirdischer Abfluss
A _u	unterirdischen Abfluss
AOX	Adsorbierbare organisch gebundene Halogene
bspw.	beispielsweise
F _E	Fläche Einzugsgebiet Vorfluter
GWL	Grundwasserleiter
GWMS	Grundwassermessstelle
k _f	Durchlässigkeitsbeiwert
Mio. a	Millionen Jahre
NL	Niederlassung
NS	Niederschlag
SZ	Schutzzone
TWSZ	Trinkwasserschutzzone
unter GOK	unter Geländeoberkante
ü. NHN	über Normalhöhennull
Vol.-%	Volumenprozent
WSG	Wasserschutzgebiet
z.T.	zum Teil

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Südwestlich von Bad Harzburg betreibt die Firma HARZER PFLASTERSTEINBRÜCHE TELGE & EPPERS, eine Niederlassung der KEMNA BAU ANDREAE GMBH & CO. KG, das Diabaswerk Huneberg. Der dazugehörige Diabas-Steinbruch wurde in den 1950ern aufgeschlossen, um Materialien für den Bau der Okertalsperre im direkten Umfeld (südwestlich des Tagebaus gelegen) zu gewinnen. Seit den 1950ern wird der Diabas aufgrund der guten Eignung für den Straßenbau verwendet und daher in großen Mengen im Tagebau gewonnen. Aktuell sind sieben Sohlen (630 m ü. NN – 465,2 m ü. NN) aufgeschlossen.

Um die Rohstoffsicherung für das Diabaswerk in den nächsten Jahrzehnten zu sichern, ist eine Erweiterung des bereits bestehenden Tagebaus vorgesehen. Im Umfeld des potentiellen Erweiterungsfeldes Huneberg-Ost wurde zwischen 2011-2013 der Untergrund anhand von 10 Kernbohrungen erkundet. Dabei zeigte sich nordöstlich des Tagebaus ein ungefähr 66 ha großes Höffigkeitsgebiet.

Die Niederlassung Halle der G.E.O.S. INGENIEURGESELLSCHAFT MBH wurde mit dem Schreiben vom 14.09.2022 mit der Aktualisierung und Fortschreibung des hydrogeologischen Gutachtens beauftragt, indem die geplante Erweiterung des Steintagebaus Huneberg (Bad Harzburg) hydrogeologisch unter Erhebung aktueller Daten neu bewertet und begutachtet werden soll.

Das hydrogeologische Gutachten beinhaltet unter anderem Aussagen zu:

- Abflussbedingungen bei unterschiedlichen Witterungsverhältnissen
- Chemischen Zusammensetzungen bei unterschiedlichen Abflussverhältnissen
- dem hydrogeologischen Teilentfalls des Einzugsgebietes
- der Abgrenzung und Bilanzierung des ober- und unterirdischen Einzugsgebietes des Erweiterungsgebietes
- einer geochemischen Bewertung des Oberflächenwassers, Grundwassers und oberflächennahen Grundwassers
- der Abgrenzung zu weiteren Schutzgütern
- Vorschlägen zur Ableitung bzw. Nutzung des gehobenen Grundwassers
- Grundwasservulnerabilität.

Die im Zeitraum November 2022 bis September 2023 durchgeführten Durchflussmessungen und Probenahmen dienen der Erweiterung des Datensatzes der durch G.E.O.S durchgeführten Kampagne vom Dezember 2012 bis Juli 2013 und der durch HGN durchgeführten Durchflussmessungen und Pegelstandsmessungen für den Messzeitraum März 2021 bis September 2023.

2 Angaben zum Untersuchungsgebiet

2.1 Lage

Das Antragsgebiet zum ROV Huneberg-Ost liegt östlich bis nordöstlich des bestehenden durch die Firma HARZER PFLASTERSTEINBRÜCHE TELGE & EPPERS betriebenen Diabas-Steinbruch und liegt ungefähr 4,5 km südwestlich der Stadt Bad Harzburg. Das potentiellen Erweiterungsgebiet weist eine Größe von 42,33 ha auf. Es befindet sich nordöstlich des aktuellen Tagebaus und ist von diesem durch den Riefenbruch, ein Biotop mit Moorflächenanteilen, getrennt. Eine umfangreiche Kartierung wurde 2022 auf Basis der Altkartierung von 1987/1988 wiederholt [44] und eine Riefenbruchfläche mit moorigen Anteilen abgegrenzt (siehe Anlage 1.1)

Das Untersuchungsgebiet umfasst das geplante Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost und dem Riefenbruch, den angrenzenden Vorflutern Riefenbach, Speckenbach, Tiefenbach, Radau sowie dem Bereich der Nachklärteiche im Süden des bereits bestehenden Tagebaus mit Anschluss an die Große Hune bis zum Staugewässer der Okertalsperre. Das zukünftige Erweiterungsgebiet erstreckt sich in einer Trinkwasserschutzzone III und einem Vorranggebiet der Wasserwirtschaft.

Im näheren Umfeld des potentiellen Erweiterungsgebietes befinden sich diverse morphologischen Erhebungen: der Huneberg im Westen, der Breitenberg im Norden, der Winterberg im Osten und der Radauberg im Süden. Direkt im Untersuchungsgebiet liegt eine namenlose Erhebung von ungefähr 620 m NN. Von hier aus erfolgt ein Abfall des Geländes nach Nordosten zu den Tälern des Riefenbachs im Norden und zum Tiefen- und Speckenbach im Süden. Insgesamt liegt das Untersuchungsgebiet in Höhen von 480 m ü. NN (im Südosten) bis 620 m ü. NN (im Westen).

In nordöstlicher Richtung des Erweiterungsgebiet befindet sich der Harzburger Gabbro-Steinbruch der NORDDEUTSCHEN NATURSTEIN GMBH.

2.2 Klima

Das Gebiet um Bad Harzburg ist dem Klima der montanen und submontanen Stufe des Mittelgebirges zuzuordnen. Hierbei liegen Niederschläge von 700 mm/a bis 1.000 mm/a und darüber vor.

Für die lokalen klimatischen Verhältnisse können die Messdaten der im Juni 2017 des betriebseigenen Niederschlagsmessers am Diabas Steinbruch (Tabelle 1) herangezogen werden. Die Verwendung der nächstgelegenen offiziellen meteorologischen Station Bad Harzburg als Vergleichswert für die erhobenen Daten im Steinbruch stellte sich als ungenügend heraus. Es konnte bei den Geländearbeiten des Öfteren beobachtet werden, dass unterschiedliche Wetterbedingungen am Huneberg und in Bad Harzburg vorherrschen. Dies ist durch die unterschiedliche Höhenlage bedingt, da Bad Harzburg auf 261 m ü. NN und das Diabaswerk Huneberg auf 630 m ü. NN liegt.

Tabelle 1: Niederschlagsmengen [mm] an der Messstelle Diabas-Steinbruch (grau: keine Werte vorhanden; daher Jahressumme unvollständig)

	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Σ [mm]
2017						91,9	412,9	122,7	80,1	137,4	107,5	80,5	1033
2018	118,6	14,2	45,6	62,5	58,4	128,3	15,9	28,4	59,2	43,5	26,4	162,3	763,3
2019	136,4	44,8	98,7	43,5	128,3	74,4	50,5	81,5	81,7	103,4	41,7	51,6	936,5
2020	46	152,2	61,2	18,9	37,7	118,8	69,1	59,6	63,9	164,3	16,3	28,6	836,6
2021	65	37,8	50,9	44,6	96	128,3	79,6	196,3	34,4	52,3	68,6	37	890,8
2022	64,3	103,6	5,1	56,6	27,1	27,3	55,9	37,7	85,6	47,4	17,8	70,1	598,5
2023	113,8	53,4	101,8	49,6	41,7	124,9	83,7	133,1					702,0

In der Tabelle 1 sind die Niederschläge dargelegt, die direkt am Steintagebau anhand eines analogen Niederschlagsmessers (Niederschlag ohne Korrektur) ermittelt werden. Die Station weist sehr starke Schwankungen der jährlichen Niederschläge auf, mit 1.033 mm im Zeitraum Juni-Dezember 2017 und 600 mm Jahresniederschlag im Dürrejahr 2022.

Das mehrjährige Mittel unter Berücksichtigung der korrigierten Niederschlagsdaten deutet auf einen durchschnittlichen Wert von ~1.000 mm/a Jahr hin.

Die Niederschlagsdaten der Messstation Braunlage, die sich südlich vom Brocken, jedoch auf vergleichbarem Höhenniveau liegt, kann das mehrjährige Mittel (2010-2022) von ~1.000 mm/a bestätigen [DWD].

Berechnung des Abflusses aus Klimadaten

Die Berechnung des Abflusses basiert auf der Wasserhaushaltsgleichung, für die Niederschlags- und Verdunstungsdaten benötigt werden.

Wasserhaushaltsgleichung:

$$\text{Niederschlag } N = \text{Abfluss } A + \text{Verdunstung } V$$

Für die Berechnung der mittleren Abflussmenge wird als Niederschlagsmenge 1000 mm angenommen. Die angenommene Verdunstung bezieht sich auf Wetterdaten von 1951-1980 (Quelle: DWD) mit einer Jahresverdunstung von 555 mm. In der nahegelegenen Messstation Braunlage konnte ein Anstieg der durchschnittlichen jährlichen Temperatur des Zeitraums ab 2010 um 0,65 Kelvin festgestellt werden (Tabelle 2), wodurch auch eine Erhöhung der potentiellen Verdunstung am Standort Huneberg vermutet werden kann. Aufgrund des massiven Absterbens von Fichten in den vergangenen zehn Jahren in der angrenzenden Region des Tagebaus haben sich verschiedene Umweltfaktoren, wie die Beschattung, die Windexposition, die Bodenbedeckung, die Bodenfeuchte und die mikroklimatischen Bedingungen, verändert und dadurch den Wasserhaushalt beeinflusst. Da die Berechnung der Verdunstung ein komplexer Prozess ist und die Auswirkungen der veränderten Faktoren schwer abzuschätzen sind, wird vorgeschlagen, zur Vereinfachung weiterhin auf die langfristig ermittelte Verdunstungsrate von 1951-1980 zurückgegriffen. Prinzipiell führt eine prognostisch höhere Verdunstung zu geringeren Wasserhebungs- und Einleitmengen.

Tabelle 2: Durchschnittliche monatliche Temperaturentwicklung an Wetterstation Braunlage (609m üNN); Quelle: DWD

Zeitraum	2010-2023	1951-1980	Differenz
Jan	-2,85	-2,02	-0,83
Feb	-0,17	-1,62	1,45
März	1,45	0,72	0,73
Apr	6,85	5,18	1,67
Mai	9,23	10,16	-0,93
Jun	13,92	14,13	-0,21
Jul	15,99	15,27	0,72
Aug	16,85	14,32	2,53
Sep	11,22	11,13	0,09
Okt	7,12	6,82	0,30
Nov	3,46	2,37	1,09
Dez	0,52	-0,66	1,18
		Ø	+0,65

Die mittlere Abflussmenge, berechnet aus einem Jahresniederschlag von 1.000 mm und einer mittleren Jahresverdunstung von 555 mm, beträgt 445 mm (Tabelle 3).

Tabelle 3: Berechnung des Abflusses aus Wetterdaten

Parameter	Wetterdaten
Niederschlag N (Tagebau)	1000 mm
Verdunstung V (1951 – 1980)	555 mm
<u>Abfluss A (A = N – V)</u>	<u>445 mm (= 445 l/m²)</u>

2.3 Hydrographische Angaben

Der Bereich bzw. das Umfeld des Untersuchungsgebietes ist durch oberirdische Wasserscheiden (Anlage 6.6) geprägt. Im Folgenden werden nur die für die hydrogeologische Bewertung des Erweiterungsgebietes relevanten Wasserscheiden betrachtet. In den Senken im Umfeld der des Erweiterungsgebietes kommt es zu einer vermehrten Ausbildung von Vorflutern.

Die zentrale oberirdische Wasserscheide, die dazu führt, dass Oberflächenwasser entweder in Richtung Norden – Riefenbach – oder in Richtung Süd-Südosten – Speckenbach / Tiefenbach – fließt, verläuft unmittelbar durch das Erweiterungsgebiet. Der Riefenbach fließt in Richtung Bad Harzburg, wo er in die Radau mündet. Der Speckenbach mündet in den Tiefenbach und dieser wiederum kurz vor dem Radauwasserfall ebenfalls in die Radau. Beide Vorfluter werden teilweise durch das sich im Moorgebiet Riefenbruch ansammelnde Wasser gespeist.

Eine weitere oberirdische Wasserscheide befindet sich nördlich des Ahornweges. Von dieser Wasserscheide aus fließt das Oberflächenwasser entweder in Richtung Norden zum Bleicheborn bzw. der Bleiche oder in Richtung Süden zum Riefenbach. Durch diese Wasserscheide und eine weitere, die durch das potentielle Erweiterungsgebiet verläuft, wird größtenteils das Einzugsgebiet des Riefenbaches begrenzt.

Entlang des Spitzenbergs, der Spitzenbergklippen bzw. südlich des Speckenbachs verläuft eine zusätzliche oberirdische Wasserscheide. Dabei fließt das Oberflächenwasser entweder dem Speckenbach im Norden oder dem Spitzenbach und Tiefenbach im Süden zu.

Südwestlich, im Bereich des bereits bestehenden Diabas-Steinbruchs wird eine oberirdische Wasserscheide ebenfalls verortet. Hier kommt es zum einen zum oberflächennahen Abfluss in Richtung Südosten, zum Riefenbruch, und somit in den Riefenbach und den Speckenbach. Zum anderen ist ein Abfluss in Richtung Südwesten durch die Große Hune zu verzeichnen.

Den südwestlichen Teil des aktiven Tagebaus durchlaufen weitere oberirdische Wasserscheiden, wie bspw. am Trogtalskopf, am Huneberg oder am Kleinen Steffentalskopf.

Westlich des Antragsgebietes zum ROV erfolgt eine anthropogene Beeinflussung durch den momentanen bergbaulichen Eingriff im Diabastagebau mit der vorhandenen Wasserhaltung. Die gehobenen Wässer werden über Nachklärteiche gereinigt in die Große Hune abgegeben.

2.4 Wassernutzungen im Umfeld

2.4.1 Trinkwasserschutzzonen

Das potentielle Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost liegt im Bereich des Wasserschutzgebietes Granetalsperre Schutzzone III (Radau-Überleitung). Die Lage der Trinkwasserschutzzonen ist in der Anlage 2 dargestellt.

Das aktuelle Abbaugelände liegt in dem WSG Granetalsperre mit den Schutzzonen IIIC und zum Teil im Norden in der Schutzzone III (Radau Überleitung). Das potentielle Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost liegt, nach Änderung der Schutzgebietsgrenzen, vollständig in der Schutzzone III (Radau Überleitung) des WSG Granetalsperre. Das WSG Bad Harzburg, SZ II, aus der Trinkwasser durch die STADTWERKE BAD HARZBURG GMBH mittels Quelfassungen entnommen wird [1] [2] (Abbildung 1), liegt ca. 260 m nördlich bzw. ca. 900m in südöstlicher Richtung des Erweiterungsgebietes.



Abbildung 1: Quellfassung im Bereich des Schniggenlochs

Die Quellfassungen des WSG Bad Harzburg, SZ II liegen im Verwitterungsbereich über dem Festgestein mit einer maximalen Entnahmetiefe von lediglich ~ 20 m Tiefe. Die für das Erweiterungsgebiet unrelevanten Entnahmebereiche liegen zum einen im Riefenbachtal, dabei verteilen sich die Brunnenstuben entlang des Schniggenlochs und dem Riefenbach direkt, und zum anderen im Bleichetal. Die jährlichen Entnahmemengen variieren, da das in diesem Bereich entnommene Wasser vorwiegend durch Niederschläge gebildet wird.

Der seit 1981 von der HARZWASSERWERKE GmbH betriebene Radaustollen transportiert das Wasser über die Große Romke nach Romkerhall. Von dort aus wird das Wasser entweder dem Oker-Grane-Stollen zur Granetalsperre oder der Oker zugeführt [31]. Der Stollen verläuft im Nahbereich des Erweiterungsgebietes durch die SZ III (Radau Überleitung) des WSG Granetalsperre und an der Grenze zum WSG Bad Harzburg, SZ II. Der nördliche Bereich des abgegrenzten Erweiterungsgebietes liegt oberhalb des Radaustollens (Anlage 2). Der geplante Abbau erfolgt in dem Bereich oberhalb des Stollens bis in eine Tiefe von ungefähr 507 m NN, sodass zwischen Tagebausohle und dem Stollen Festgestein von einer Mächtigkeit von ungefähr 115 m ansteht.

Über den ungefähr 5 km langen Radaustollen wird Wasser aus der Radau, zum Hochwasserschutz für die Stadt Bad Harzburg bzw. zur Trinkwassergewinnung, abgeführt. Über eine vollautomatische Wehranlage wird ab einem Radau-Pegel von > 0,78 m das Wasser aus der Radau in den Stollen abgeleitet (Abbildung 2).



Abbildung 2: Wehranlage am Stolleneingang Radau

Der Radaustollen ist ungefähr 2,3 m breit (im letzten Viertel des Stollens in Richtung östlichem Stollenmundloch ca. 3,5 m), weist er ein Sollgefälle in Richtung Auslauf Okertalsperre von ungefähr 5,4 ‰ auf und ist meist ohne Ausbau (Spritzbeton nur im Bereich größerer Störungszonen) versehen.

Es kommt im Bereich des Stollens zu Zuflüssen, die teilweise über Ableitungen dem Stollen direkt zugeführt werden (Abbildung 3). Eine genaue quantitative Aussage zu den aktuellen Zuflüssen bzw. deren Verteilung über den Stollenquerschnitt kann nicht gegeben werden. Bei Abflussmessungen im Stollen direkt wurde 2002 ein Zufluss von 0,015 m³/s bis 0,03 m³/s ermittelt [24].

Die Stollensohle weist ein leichtes, nord-gerichtetes Gefälle mit einem ungefähr 0,2 m – 0,25 m breiten Graben am Fuß der nördlichen Stollenwand auf.



Abbildung 3: Zuflüsse in den Radaustollen aus dem umliegenden Gebirge

2.4.2 Wasserhebung im bereits bestehenden Tagebau

In dem bestehenden Tagebau sind Wasserzutritte vorhanden, die sich hauptsächlich auf den nordöstlichen Bereich des Tagebaus, in dem der aktuelle Diabas-Abbau stattfindet, beschränken. Dabei sind die Wasseraustritte meist in den Eckbereichen des Tagebaus aus dem Übergangsbereich von Locker- zu Festgestein festzustellen.

In dem Absetzteich 1 werden über die Messstelle 2b Niederschlags -und Oberflächenwässer von den Lagerplätzen und Aufbereitungsanlagen registriert. Bei niedrigen Abflüssen findet eine gravitativ gesteuerte Durchleitung von Absetzteich 1 zu 2 statt. Bei hohen Abflüssen werden Wässer aus Absetzteich 1 in das Absetzbecken Sohle 7 (Abbildung 4) gepumpt, was über die Pumpenleistung am Absetzteich 1 dokumentiert wird. Auf der untersten 7. Sohle des bestehenden Tagebaus sammeln sich demzufolge Wässer an, die anteilig aus Oberflächenwässern der umliegenden Flächen des Tagebaus, sowie Niederschlags und Kluftwässern bestehen. Über das Absetzbecken auf der siebten Sohle werden die Wässer in den Absetzteich 2 gepumpt und können über die Durchflussmenge an der Messstelle 2a und die Pumpenleistung des Absetzbeckens der 7. Sohle quantifiziert werden. Das Konzept und die Funktionsweise der Wasserhaltung ist in Anlage 5.5 schematisch dargestellt.



Abbildung 4: Ansammlung der dem bestehenden Tagebau hauptsächlich aus dem Übergangsbereich Locker- zu Festgestein zufließenden Wässer (Aufnahme bei Starkregen; Blickrichtung in Richtung Südwesten)

Die über Kluftzuflüsse in den Tagebau zutretende Wassermenge kann demnach quantifiziert werden durch: $\text{Kluftgrundwasserzufluss} = \text{Durchfluss 2a} - \text{Pumpenleistung Absetzteich 1} - \text{Niederschlagsmenge}$.

Aufgrund der Ausrichtung und Tiefe des Tagebaus wird eine verringerte Verdunstungsrate von 300 mm festgelegt. Ein Betrachtungszeitraum von 2 Jahren, vom 01.01.2021 bis 01.01.2023, wurde ausgewählt, um den durchschnittlichen Tagebauzufluss über die Klüfte zu ermitteln. Über diesen Zeitraum wurde ein Kluftwasserzufluss von 242.010 m³ errechnet. Dies entspricht einem durchschnittlichen Zufluss von:

332 m³/d.

Insgesamt sind südwestlich des Tagebaus 7 Nachklärteiche angeordnet, die dazu dienen, das gehobene Wasser von abfiltrierbaren Stoffen zu reinigen, bevor es über die Große Hune in die Okertalsperre gelangt. Einer dieser Absetzteiche ist beispielhaft in Abbildung 5 dargestellt. Dabei ist durch den LANDKREIS GOSLAR vorgeschrieben, dass die abfiltrierbaren Stoffe im Ablauf des 7. Nachklärteiches eine Konzentration von **100 mg/l** nicht überschreiten dürfen. In den beprobten Jahren zwischen 2017-2019 lagen vereinzelt Überschreitungen der 100 mg/l-Schwelle vor [37]. Um die Sedimentationszeit weiter zu verlängern, wurde daher als zusätzliche Maßnahme eine Zwischenspeicherung in dem Absetzbecken auf der siebten Sohle innerhalb des Tagebaus implementiert. Die Maßnahme zeigt sich als effektiv. Die Menge an abfiltrierbaren Stoffen in der Großen Hune, unterhalb Absetzteich 7 weist seit Mai 2019 keine Überschreitung des vorgegeben Überwachungswertes von 100 mg/l auf [37]. Im rezenten Beobachtungszeitraum ab November 2022 liegen die Werte konstant unterhalb von 20 mg/l, sodass die Wirksamkeit der Anlage nachgewiesen werden konnte (Anlage 5.3).

Auf Grundlage des neuen Wasserhaltungskonzepts (Anlage 5.5) soll mit dem Erweiterungsfeld Huneberg-Ost ein neues Absetzbecken im Erweiterungsgebiet entstehen, welchem die zukünftig anfallenden Kluft-, Niederschlags – und Oberflächenwässer zugeführt werden. Nach Absetzen der suspendierten Stoffe wird das Wasser durch Weiterleitung über Pumpen und Rohrleitungen in den bereits bestehenden Absetzteich 2 (Abbildung 5) weitergeleitet, um im weiteren Klärungsprozess analog in die Große Hune überführt werden zu können.



Abbildung 5: Absetzteich 2a (September 2023)

2.5 Schutzgebiete

Nordöstlich bis südlich des bereits bestehenden Tagebaus befindet sich der „Nationalpark Harz“, der auch ein FFH-Gebiet und ein EU-Vogelschutzgebiet darstellt.

Ebenfalls ein FFH-Gebiet und EU-Vogelschutzgebiet sind die „Felsen im Okertal“, die nordwestlich des Steinbruchs liegen.

Das Erweiterungsgebiet liegt im „Naturpark Harz“ sowie im Landschaftsschutzgebiet „Harz (Landkreis Goslar)“.

Naturschutzgebiete werden von dem Erweiterungsgebiet nicht tangiert, befinden sich jedoch im weiteren Umfeld des Diabaswerkes Huneberg. Folgende Naturschutzgebiete (NSG) liegen im Umkreis: Oberharz (SE), Tönneckenkopf-Röseckenbach (N), Östlicher Langenberg (N) und Butterberggelände (NE).

Ein Fließgewässerschutzsystem „Hauptgewässer und Auen“ stellt der Oker-Oberlauf dar, der ungefähr 2,6 km nordwestlich des bestehenden Diabas-Tagebaus liegt.

Direkt östlich des bestehenden Tagebaus wurden Flächen bei einer landesweiten Biotopkartierung aufgrund der dort vorhandenen „Wollreitgras-Fichtenwälder mineralischer Böden und Fichtenwälder (an-) mooriger Standorte“ aufgenommen [30]. Aussagen zum Schutzstatus liegen nicht vor.

3 Allgemeine geologisch-hydrogeologische Verhältnisse

3.1 Geologische Verhältnisse

Aus regionalgeologischer Sicht liegt das potentielle Erweiterungsgebiet im Bereich des ungefähr 25 km langen Oberharzer Diabaszug, der sich von Bad Harzburg im Nordosten bis nach Osterode-Petershütte im Südwesten erstreckt [6], [25]. Der Oberharzer Diabaszug stellt einen relativ schmalen Ausstrich mitteldevonischer und unterkarbonischer Vulkanite sowie Vulkanitklastite dar, die in relativ geringmächtigen spätunterdevonischen bis unterkarbonischen Sedimentabfolgen eingeschaltet sind. Diese Abfolgen sind teilweise gefaltet, nach Nordwesten überkippt und an Nordost-Südwest streichenden Störungen auf jüngere unterkarbonische Abfolgen der im Nordwesten angrenzenden Clausthaler Kulmfaltenzone aufgeschoben [6].

Im potentiellen Erweiterungsgebiet liegt nach [22] ein schuppenartiger Aufbau aus Tonschiefern, Grauwacke, Diabas, Orthophyr-Hornfels und Tonschieferhornfels vor, in die nachfolgend kleinere Granitkörper intrudiert sind.

Im Zeitraum vom 12.09.2011 bis 25.10.2011 wurden im Bereich des Umfeldes des potentiellen Erweiterungsgebietes Huneberg-Ost erste Erkundungsarbeiten anhand von 4 Erkundungsbohrungen durchgeführt anhand derer erste präzisere Aussagen zum Aufbau des Untergrundes im Bereich des geplanten Erweiterungsgebietes getroffen werden können.

Nach [3] liegt im Hangenden, meist mit einer Mächtigkeit im Meter- aber auch bereichsweise im Zehnermeterbereich, toniges bis schluffiges Lockergestein auf, das in den unmittelbaren Verwitterungshorizont der darunter liegenden Festgesteine übergeht. Im Liegenden des Lockergesteins sind Diabase in verschiedener Ausprägung bzw. diverse Festgesteine vorhanden. Hierbei wechseln sich meter- bis zehnermeterdicke Schichtpakete ab, die sich aus folgenden Gesteinen zusammensetzen können: Diabas, Diabas/Tonschiefer (teilw. verwittert), metamorph geprägter Tonstein mit Kalkschlieren, Diabasporyrit, Metamorphit mit Kalkschlieren, Diabas/Metamorphit bzw. im Rahmen der Ersterkundung nicht näher bestimmtes Intrusivgestein. Eine weitere Bohrung wurde nordwestlich des Diabas-Steinbruchs niedergebracht, hierbei wurde allerdings Granit (Randbereich des Oker-Granits) angetroffen.

Teilweise wird der Oberharzer Diabaszug zwischen dem Diabas-Steinbruch und dem potentiellen Erweiterungsgebiet durch ein Biotop mit moorigen Anteilen, den Riefenbruch, überdeckt [27]. Der Riefenbruch liegt östlich bis südöstlich des bereits bestehenden Diabas-Tagebaus in einer Senke des Hochplateaus oberhalb des Quellgebietes des Riefenbachs. Moore bilden sich in feuchten Niederungen oder Sümpfen aus. Je nach der Zuführung von Wasser werden 3 Arten unterschieden: das Hochmoor, das Niedermoor und das Grundwassermoor.

Im Fall des Riefenbruchs handelt es sich laut der Geologischen Karte [27] um ein Hochmoor, das sich ausbildet, wenn die Niederschlagsraten höher als die Verdunstungsraten sind. Somit bezieht diese Art von Moor seinen Wasserbedarf hauptsächlich aus Niederschlag [18]. Im Hochmoor kommt es aufgrund schlecht wasserleitender oder sickerfähiger Schichten im Untergrund bzw. Sohlbereich zum Anstauen des Regenwassers in einer abflusslosen Senke und zur Ausbildung eines Torfkörpers. Die Bildung der Hochmoore ist besonders durch die darin vorkommende Nährstoffarmut geprägt [18].

Beim Riefenbruch ist der vorliegende Untergrund des Moores hauptsächlich durch mehrere Meter mächtige nahezu wasserundurchlässige, stark tonige Sedimentschichten, meist Verwitterungslehme [11] geprägt, auf denen Torf auflagert. Damit ist ein An- und Aufstauen von Regenwasser möglich, was für ein Hochmoor spricht. Möglicherweise ist die vorliegende, für ein Hochmoor untypische Vegetation auch Folge einer Sukzession des Moores.

Das vom AG beauftragte Gutachten „Bewertung Schutzgut Boden und Hydrogeologie für den Riefenbruch“ vom 22.01.2024 differenzierte bei der Einstufung des Riefenbruchs zwischen Einstufung aufgrund der Vegetation (Niedermoor) und der Einstufung aufgrund der Niederschlagsabhängigkeit ohne Grundwasseranschluss (Hochmoor) [44]. Folglich ist der Riefenbruch aus hydrogeologischer Sicht ein Hochmoor.

3.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Im Untergrund des Untersuchungsgebiets befindet sich ein Festgesteins-Grundwasserleiter (verschiedene Festgesteinstypen), der als Kluftgrundwasserleiter ausgeprägt ist.

In diesem wechseln sich teilweise tektonisierte und durch Störungszonen geprägte Bereiche mit kompaktem Gestein ab. Bei der Ersterkundung wurde bei den durchgeführten Bohrungen kein Grundwasser angetroffen [3].

Der Übergangsbereich zwischen dem Locker- und dem Festgestein ist durch einen verlehnten Verwitterungshorizont geprägt. Der Übergang von Locker- zu Festgestein erfolgt fließend. Mit zunehmender Annäherung zum frischen Fels liegt eine verstärkte und aufgeweitete Kluftausbildung vor.

Im Hangenden des Festgesteins treten tonig bis schluffig und teilweise sandig (vereinzelt kiesig) ausgeprägte Lockergesteins-Schichten auf. Die geringe hydraulische Durchlässigkeit der verlehnten Schichten bewirkten die Bildung von lokal begrenzten, temporär wasserführenden, schwebenden Grundwasserkörpern im Hangenden und einem nicht damit in Kontakt tretenden

Kluftgrundwasserleiter im Untergrund. In Abhängigkeit von der Geländemorphologie kann die Akkumulation von Niederschlägen die Bildung von Moorlandschaften ermöglichen.

Der Abfluss aus dem Riefenbruch erfolgt oberflächlich in Abhängigkeit des Wasserdargebotes im Zuge einer Übersättigung in Form eines Überlaufens der morphologischen Senke. Da das gesamte Gebiet des Riefenbruches mit zahlreichen kleineren, anthropogen angelegten Entwässerungsgräben durchzogen ist, erfolgt bis zu einem unbekanntem Grad eine aktive Dränierung mit der Folge einer Verlandung [11].

4 Vorbereitende Arbeiten

Nach Auftragserteilung der G.E.O.S. INGENIEURGESELLSCHAFT MBH durch den Auftraggeber folgende Unterlagen zum Projekt zur Verfügung gestellt:

- [1] AMTSBLATT FÜR DEN NIEDERSÄCHSISCHEN VERWALTUNGSBEZIRK BRAUNSCHWEIG (1977): Ausschnitt – Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für die Wassergewinnungsanlagen der Stadtwerke Bad Harzburg GmbH; Amtsblatt Nr. 183, Seite 170/171; 11.11.1977 +
- [2] AMTSBLATT FÜR DEN REGIERUNGSBEZIRK BRAUNSCHWEIG (2001a): Ausschnitt – 1. Verordnung zur Änderung der Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für die Wassergewinnungsanlagen der Stadtwerke Bad Harzburg GmbH vom 28.11.2001; Amtsblatt Nr. 26, Seite 260/261; 17.12.2001 +
- [3] BAUSTOFF- UND BODENPRÜFUNG NORDHARZ GMBH (2011): Diabassteinbruch Huneberg – Erkundungsbohrungen
- [4] GEO-FORSCHUNGSGRUPPE MARBURG (1999): Anlage 2: Zusammenfassung der gutachterlichen Stellungnahme zu den Risiken des Diabasabbaus am Huneberg für die Trinkwassergewinnungsanlagen Bad Harzburg, das Trinkwasserreservoir Okertalsperre und das Riefenbruch, 05.02.1999 +
- [5] GRL GMBH LEIPZIG (2007): Ergebnisbericht Geoelektrik Erweiterungsfläche Huneberg, 03.09.2007 +
- [6] HOFFMANN, C. (2009): Die Geologie des Oberharzer Diabaszuges südwestlich von Bad Harzburg; Diplomarbeit; Clausthal-Zellerfeld +
- [7] LANDKREIS GOSLAR (1975): Genehmigungsurkunde zur Errichtung eines Schotterwerkes mit Vorbrecher, Tageshalde, Schotter- und Splittbrecher sowie Endabsiebung auf dem Huneberg im Staatsforst Harzburg-Oker, Forstamtsbezirk Altenau; 04.12.1974
- [8] LANDKREIS GOSLAR (1992): Änderung der Erlaubnis zum Einleiten verschmutzter Oberflächenwässer des Steinbruches „Huneberg“ in den „Kleinen Trogbachtal“; Ordnungsamt, 18.05.1992
- [9] LANDKREIS GOSLAR (2012): Erlaubnis zum Einleiten von Oberflächenwasser des Steinbruches „Huneberg“; Probeentnahmen, Fachdienst Umwelt, Gewässerschutz, 28.03.2012
- [10] NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (1973): Geologisches Gutachten über den von den Harzwasserwerken geplanten Radau-Oker-Stollen; Hannover, 18.04.1973
- [11] NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (1980): Bericht über eine Begehung des Riefenbruches am 10.07.1980; 14.07.1980
- [12] HGN Beratungsgesellschaft mbH (2024); Bewertung Schutzgut Boden und Hydrogeologie für den Riefenbruch, 22.01.2024
- [13] Fugro Consult GmbH (2017); Hydrogeologisches Gutachten zur Neuabgrenzung des Wasserschutzgebietes Granetalsperre Schutzzone III (Radau-Überleitung); 14.03.2017

-
- [14] Fugro Consult GmbH (2017); Erläuterungsbericht zum Antrag auf Änderung der Grenzen des Wasserschutzgebietes Granetalsperre Schutzzone III (Radau-Überleitung) der Harzwasserwerke GmbH; 14.03.2017
- [15] Fugro Consult GmbH (2017); Erläuterungsbericht zum Antrag auf Änderung der Grenzen des Wasserschutzgebietes der Stadtwerke Bad Harzburg GmbH; 14.03.2017
- [16] Regionalverband Großraum Braunschweig (2021), Festlegung des sachlichen und räumlichen Untersuchungsrahmens für das Raumordnungsverfahren Diabas-Erweiterung Huneberg-Ost; 01.07.2021

5 Durchführung der Untersuchungen

Die von G.E.O.S zwischen November 2022 und September 2023 durchgeführte Messkampagne mit Durchflussmessungen, Stichtagsmessungen und Probenahmen erweitert den Datensatz der durch G.E.O.S. bereits 2012 und 2013 erhobenen Daten zur Analytik und Durchflussmessung einzelner Gewässer sowie die von HGN umfassend durchgeführten Abflussmessungen zwischen März 2021 und September 2023 (Anlage 7).

5.1 Geländearbeiten

Im Rahmen der durchgeführten Arbeiten erfolgt die Beprobung von Hebungs- und Oberflächenwässern, die Dokumentation und Messung von oberflächlichen Abflussmengen. Aus der kombinierten chemischen Analyse der Gewässer und einer quantitativen Beschreibung der hydrologischen Situation soll der Einfluss des Tagebaus und des potentiellen Erweiterungsgebietes beschrieben werden.

5.1.1 Untersuchung der Vorfluter bzw. des oberflächennahen Grundwassers

5.1.1.1 Errichtung temporärer Rammpegel

Am 02.11.2012 wurden durch die G.E.O.S. INGENIEURGESELLSCHAFT MBH 3 temporäre Rammpegel (PG1-PG3) im Bereich des Riefenbruchs bzw. des Speckenbachs in Vernässungszonen niedergebracht. Die Rammpegel bestehen aus einem 2" PVC-Rohr, das im Filterbereich eine Schlitzweite von 0,5 mm aufweist. Die Einbringtiefe betrug maximal 1 m, da mit diesen Messstellen das oberflächennahe Grundwasser untersucht werden sollte. Im November 2022 fand zudem die Errichtung eines ergänzenden Grundwassermesspegels PG4 am westlichen Rand des Riefenbruchs zur Prüfung möglicher Zuflüsse statt (Anlage 4.1).

5.1.1.2 Abflussmessung inkl. Stichtagsmessung an den Rammpegeln

An ausgewählten Bereichen der Vorfluter Riefenbach, Speckenbach, Tiefenbach, Radau, sowie Große Hune wurden Abflussmessungen je nach Wassermenge entweder mit Hilfe eines elektromagnetischen Fließgeschwindigkeit Messsystem (FlowSens) oder durch eine volumetrische Messung mittels Messgefäß (Auslitern) durchgeführt. Letzteres findet bei dem Ein- und Auslauf der Absetzteiche statt, sowie am Stollenauslauf und ggf. an verrohrten Querungen.

Für die Abflussmessungen wurden Messpunkte ausgewählt, die sich entlang der Vorfluter verteilen (Anlage 1).

Eine Fotodokumentation der jeweiligen Messpunkte für die Abflussmessung liegt als Anlage 3.3 und die dazugehörigen Protokolle in der Anlage 5.1 bei. Die Abflussmessungen wurden monatlich im Zeitraum November 2022 bis Januar 2023 durchgeführt [23]. Jeweils eine weitere Abflussmessung fand im März, August sowie September 2023 statt.

Die Abflussmessungen erfolgten größtenteils durch ein elektromagnetisches Fließgeschwindigkeitsmesssystem der Firma FlowSens. Um bei dieser indirekten Durchflussmessung den Abfluss zu ermitteln, wird die durchschnittliche Fließgeschwindigkeit in einem Messquerschnitt durch Messungen in unterschiedlichen Tiefen und in verschiedenen Lotrechten bestimmt. Das Messsystem verwendet das Prinzip der elektromagnetischen Induktion, um die Geschwindigkeit und den Volumenfluss von leitfähigen Flüssigkeiten zu messen.

Es sind Messungen an verschiedenen Punkten im Messquerschnitt nötig, da die Geschwindigkeitsverteilung im Messquerschnitt teilweise sehr verschieden ist. Zur Berechnung des Durchflusses werden die Geschwindigkeit v , die Wasserspiegelbreite B , woraus sich die Lamellenbreite b_i ableitet, und die Tiefe der Messlotrechten bzw. Lamellengrenze h benötigt. Der Messquerschnitt wird so in Lamellen unterteilt, dass es den entsprechenden vorherrschenden Bedingungen angepasst ist (Abbildung 6).

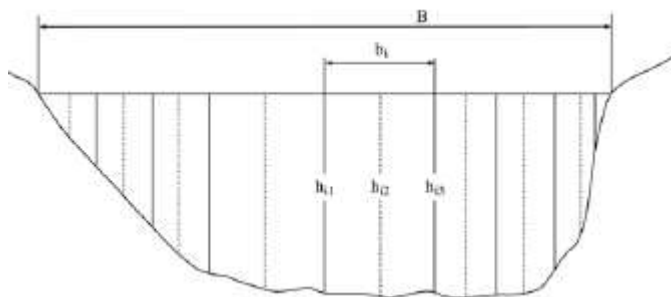


Abbildung 6: Links: Darstellung eines Messquerschnittes, rechts: Abflussmessung mittels elektromagnetisches Fließgeschwindigkeit Messsystem (August 2023)

Je nach Messlottiefe t wird entweder mittig ($0,4 \cdot t$) oder im oberen sowie unteren Bereich ($0,2 \cdot t$ und $0,8 \cdot t$) des Messlotes die Fließgeschwindigkeit gemessen. Bei der 1-Punkt Methode ist die ermittelte Fließgeschwindigkeit der mittleren Geschwindigkeit in $0,4$ facher Sohlentiefe gleichzusetzen. Im 2-Punkt-Fall wird aus den beiden ermittelten Geschwindigkeiten nahe der Sohle ($0,2 \cdot t$) und der Wasseroberfläche ($0,8 \cdot t$) des jeweiligen Messlotes der Mittelwert errechnet.

Im Folgenden sind die für die Abflussberechnung benötigten Formeln bzw. Berechnungen aufgezeigt [26] [32].

mittlere Lamellentiefe	$h_i = 0,25 (h_{i1} + 2 \cdot h_{i2} + h_{i3})$ [32]
Lamellenbreite	$b_i = h_{i3} - h_{i1}$
Querschnittsfläche der i-ten Lamelle	$A_i = h_i \cdot b_i$
Durchfluss der i-ten Lamelle	$Q_i = A_i \cdot v_i$

Der Gesamtabfluss für den Messquerschnitt, wird aus den aufsummierten Lamellendurchflüssen berechnet.



Abbildung 7: Messung der elektrischen Leitfähigkeit, des pH-Wertes, des Redoxpotentials, der Temperatur und des gelösten Sauerstoffs mittels einer Multiparametersonde

Ergänzend zu den Abflussmessungen wurden für den jeweiligen Messbereich (Eimerprobe bzw. direkt im Abfluss) mittels einer WTW-Multiparametersonde die Vor-Ort-Parameter elektrische Leitfähigkeit, Wassertemperatur, pH-Wert, Redoxpotential und der gelöste Sauerstoff ermittelt (Abbildung 7).

Zeitnah zu den Abflussmessungen erfolgte die Messung der Ruhewasserspiegel in den temporären Rammpegeln mittels eines Licht-Akustik-Lotes. Dadurch wurde gewährleistet, dass die Messung der Wasserstände des oberflächennahen Grundwassers und der Abflüsse unter annähernd gleichen Bedingungen stattfindet (Stichtagsmessung).

5.1.2 Untersuchung des Kluftgrundwassers und Riefenbruch

5.1.2.1 Ausbau von Bohrungen zu GWMS

Im Bereich des potentiellen Erweiterungsgebietes Huneberg-Ost erfolgten, ergänzend zu den bereits 2011 niedergebrachten vier Bohrungen, 2012 und 2013 sechs weitere Erkundungsbohrungen.

Dabei wurden 4 Bohrungen bis in eine Tiefe von ca. 60 m und 2 Bohrungen zwischen 120 und 150 m abgeteuft. Jeweils eine der tiefen Bohrungen wurde auf dem höchsten bzw. am niedrigsten Punkt des potentiellen Erweiterungsgebietes niedergebracht. Die Schichtenverzeichnisse sind in der Anlage 4.2 dargelegt.

Die Bohrungen HbO 1/2012, HbO 3/2013 und HbO 5/2013 wurden als GWMS ausgebaut, weil aufgrund Ihrer Lage im Gelände eine dauerhafte Einbeziehung dieser wahrscheinlich war (Tabelle 4).

Tabelle 4: Erkundungsbohrungen und ausgebaute GWM

Bohrung/ Rammpegel	Endteufe [m]	Ausbau als GWMS	Filterstrecke von [m] bis [m] u. GOK	Filterstrecke von [m] bis [m] NHN
HbO 1/2012	150,5	X	30 – 148	423,4 - 541,4
HbO 2/2013	60,5	--		
HbO 3/2013	120	X	39 – 118	497,3 - 576,3
HbO 4/2013	56	--		
HbO 5/2013	60	X	22 – 58	540,1 - 576,1
HbO 6/2013	54	--		
PG4	4	X	1,50 – 3,50	610,95 - 612,95
PG2/PG10	0,9	X	-0,15 – 0,72	594,6 - 595,5

Durch die Niederlassung Halle der G.E.O.S. INGENIEURGESELLSCHAFT MBH erfolgte in Abstimmung mit dem AG die Festlegung des Ausbaues der jeweiligen GWMS. Die Ausbauezeichnungen sind in der Anlage 4.3 beigelegt. Zudem liegt eine Fotodokumentation der GWMS in der Anlage 3.2 vor. Der Ausbau der HbO-Messstellen erfolgte so, dass sich das Filterrohr im Bereich des kompakteren Festgesteins befindet.

An die Filterunterkante schließt jeweils ein 2 m langes Sumpfrohr an, in dem sich feine Partikel, die durch den Filter in die Messstelle geraten sind, absetzen können. Im Hangenden des kompakteren Festgesteins liegen Lockergesteine und ein Verwitterungshorizont vor, dessen Bestandteile klein- bis mittelstückig sind. Um den Kontakt dieser beiden Horizonte mit dem Festgesteinskörper im direkten Bereich der Messstelle zu unterbinden, wird eine mehrere Meter mächtige Tonsperre eingebracht, so dass Schichtenwasser aus dem Lockergesteinshorizont nicht die Möglichkeit hat direkt der Messstelle zuzufließen.

Um die Quell- und Zuflussbedingungen vom Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost in Richtung Riefenbruch zu ermitteln, wurde am 08.11.2022 ein Messpegel installiert, der im weiteren Verlauf als

PG4 bezeichnet wird. Dieser neue Messpegel PG4 befindet sich östlich des Moores zwischen Riefenbruch und der GWMS HbO 3. Die Installation erfolgte durch eine Rammkernbohrsondierung bis zum Erreichen des Felshorizonts, dem Hornfels über dem Diabaslager. Der Einbau des Pegels erfolgte mit einem 2 m langen Filterrohr und einer 0,5 m dicken Tonsperre. Indizien einer Grundwasserführung oder freies Grundwasser wurden nicht vorgefunden. Während der Installation der Messstelle befanden sich die Grundwasserbedingungen im ungesättigten Zustand, was darauf hinweist, dass der Riefenbruch durch Oberflächenwasserzuflüsse gespeist wird. Dies bekräftigt die Modelldarstellung zur Genese als morphologische Senke ohne Abfluss.

5.1.2.2 Stichtagsmessung

Im Untersuchungsgebiet wurden die Wasserstände in den Grundwassermessstellen und in den Bohrlöchern direkt mittels eines Licht-Akustik-Lotes bestimmt.

In den GWMS (HbO 1/2012, HbO 3/2013, HbO 5/2013; PG4, PG2) begannen am 01.11.2022, 13.12.2022, 18.01.2023, 20.3.2023, 25.08.2023 und 26.09.2023 die jeweiligen Stichtagsmessungen. Weitere Pegelstandsmessungen von HGN liegen zu den Zeitpunkten 22.03.2021 16./17.06.2021, 19./20.08.2021, 08./09.03.2022 und 22.08.2022 vor. Zudem wurden die Grundwassermessstellen und Rammpegel im Riefenbruch mit Datenloggern zur kontinuierlichen Aufzeichnung der Pegelhöhen versehen.

Bei den beiden flach ausgebauten Grundwassermessstellen, die sich ober- und unterhalb des Stollenauslaufs befinden, wurden die Wasserstände ebenfalls zu den jeweiligen Stichtagsmessungen ermittelt.

5.1.3 Grund- und Oberflächenwasserprobenahme

Während des Zeitraums der Stichtagsmessungen wurden Wasserproben aus verschiedenen Quellen genommen. Ein akkreditierter Probenehmer der Firma G.E.O.S. INGENIEURGESELLSCHAFT MBH, Niederlassung Halle, führte diese Probenahmen durch. Dabei waren vorgesehen: die Vorfluter Riefenbach, Speckenbach und Radau, sowie Proben aus der Großen Hune. Auch Grundwassermessstellen (HbO 1/2012, HbO 3/2013, HbO 5/2013), der Zu- und Ablauf der Nachklärteiche sowie die Okertalsperre wurden beprobt. Zusätzlich erfolgte die Probenahme am Stollenauslauf, um dessen Einfluss auf die durch den Tagebau beeinflussten Wässer quantifizieren zu können.

Die Wasserproben wurde aus dem Förderstrom bzw. dem Vorfluter direkt in das für das Analytik-Programm vorbereitete Probenahmegefäß überführt. Diese sind anschließend in die gekühlte und gedämmte Proben transportbox für den weiteren Transport zum Labor überführt worden.

Während des Beprobungszeitraums wurden bei den GWMS die Parameter pH-Wert, Temperatur, Redoxspannung, elektrische Leitfähigkeit und der Sauerstoffgehalt kontinuierlich überwacht. Die Probenahme erfolgte, nachdem sich durch kontinuierliches Pumpen mit einem festgelegten Förderregime eine Stabilität der hydrochemischen Parameter eingestellt hatte. Das Absinken der Pegel wurde dabei dokumentiert. Auf die Dokumentation des Wiederanstiegs wurde verzichtet, da bereits 2013 Pumpversuche durchgeführt wurden und die daraus abgeleitete hydraulische Durchlässigkeit des Kluftgrundwasserleiters somit ermittelt werden kann (Kapitel 6.3.1). Die Beprobung des Kluftgrundwasserleiters erfolgte aufgrund geringer zu erwartender Veränderungen nur im November 2022 und August 2023.

Bei den Wasserprobenahmen aus den Rammpegeln und Vorflutern wurden pH-Wert, Temperatur, Redoxspannung, elektrische Leitfähigkeit und der Sauerstoffgehalt im bewegten Fließregime nach Einstellung der Parameter gemessen. Weiterhin wurde eine organoleptische Bewertung (Geruch, Farbe, Trübung, Bodensatz) sämtlicher Wasserproben durchgeführt.

Probenahmen fanden statt vom 08.-11.11.2022, 14.-15.12.2022, 16.-19.01.2023, 20.-23.03.2023, 25.-30.08.2023 und 26.-28.09.2023. Ein Großteil der Ergebnisse der August Messkampagne mussten durch einen Fehler beim Proben transport seitens des Labors verworfen werden und daher wurden die Messungen im gleichen Umfang im September 2023 wiederholt. Die erfolgreichen Analytikergebnisse des Kluftgrundwasserleiters der Augustmessung (Messung vom 25.08.2023) wurden in die Analytik tabelle der Messung vom 26.-28.09.2023 integriert.

Die Probenahmedaten der jeweiligen GWMS sind in den entsprechenden Probenahmeprotokollen verzeichnet. Die Protokolle wurden als Anlage 5.2 beigelegt.

5.2 Analytikprogramm

Die entnommenen Wasserproben wurden dem Labor EUROFINS UMWELT OST GMBH, NL Freiberg, übergeben. Das Labor ist unter der Nummer D-PL-14081-01-00 durch die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH akkreditiert. Die Probenahme, der Transport und die Lagerung wurden derart durchgeführt, dass die chemische, physikalische und biologische Probenbeschaffenheit nicht beeinträchtigt wurde.

Das Analytik Programm unterscheidet sich in seinem Umfang für stehende/gehobene Wässer und für Fließgewässer. In der Tabelle 5 ist das vollständige Analytik Programm für die entnommenen Wasserproben mit den entsprechenden Bestimmungsmethoden und der jeweiligen Bestimmungsgrenze dargelegt. Die Prüfberichte der Analytik enthält die Parameter nach OGewV 2016 Anl. 6,7,8. Nach eingehender Analyse der Laborergebnisse wurde am 20.02.2023 aufgrund ihrer Nicht-nachweisbarkeit beschlossen, die Parameter PCB, Chlorbenzole und LHKW in den Analytik Prozessen nicht weiter zu inkludieren. Überobligatorisch erfolgte bei der Dezemberbeprobung die Durchführung des großen Analytikprogramms für stehende/gehobene Tagebauwässer für alle Wasserproben und im Nachgang die spezifische Ergänzung der relevanten Wasserproben für die reinen Fließgewässer. Die zusätzlich gewonnenen Messwerte erscheinen ebenfalls in Anlage 5.3.1.

Tabelle 5: Großes Analytik Programm für die gehobenen und stehenden Wässer mit den entsprechenden Bestimmungsmethoden und deren Bestimmungsgrenzen

Parameter	Methode	BG	Einheit	BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe		BG	Einheit
Physikalisch-chemische Kenngrößen				Benzol	DIN 38407-9 (1): 1991-05 (MSD)	0,5	µg/l
Sauerstoffsättigung	DIN EN ISO 5814: 2013-02		%	LHKW			
pH-Wert	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04			Dichlormethan	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08	1,0	µg/l
Temperatur pH-Wert	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	Chloroform (Trichlormethan)	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08	0,5	µg/l
Abfiltrierbare Stoffe	DIN 38409-H2-2: 1987-03	5	mg/l	Tetrachlormethan	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08	0,5	µg/l
Anorganische Summenparameter				Trichlorethen	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08	0,5	µg/l
Säurekapazität pH 4,3 (m-Wert)	DIN 38409-7 (H7-2): 2005-12	0,1	mmol/l	Tetrachlorethen	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08	0,5	µg/l
Temperatur Säurekapazität pH 4,3	DIN 38404-4 (C4): 1976-12		°C	1,2-Dichlorethan	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08	1,0	µg/l
Carbonathärte	Berechnung	5	mg CaCO3/l	Chlorparaffine			
Anionen				Chlorparaffine (C10-C13)	LA-GC- 212.02_05.07.2016	1,0	µg/l
Chlorid (Cl)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	Chlorbenzole			
Nitrat (NO3)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	1,2,3-Trichlorbenzol	DIN 38407-2 (F2): 1993-02 (MSD)	0,01	µg/l
Nitrit (NO2)	DIN EN 26777 (D10): 1993-04	0,01	mg/l	1,2,4-Trichlorbenzol	DIN 38407-2 (F2): 1993-02 (MSD)	0,01	µg/l
Nitrit-Stickstoff	DIN EN 26777 (D10): 1993-04	0,003	mg/l	1,3,5-Trichlorbenzol	DIN 38407-2 (F2): 1993-02 (MSD)	0,01	µg/l

Sulfat (SO ₄)	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	1,0	mg/l	Naphthalin	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,005	µg/l
Phosphat, gesamt	DIN EN ISO 6878 (D11): 2004-09	0,02	mg/l	Acenaphthylen	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,005	µg/l
Phosphor (P)	DIN EN ISO 6878 (D11): 2004-09	0,005	mg/l	Acenaphthen	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,005	µg/l
ortho-Phosphat	DIN EN ISO 6878 (D11): 2004-09	0,02	mg/l	Fluoren	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,005	µg/l
ortho-Phosphat (P)	DIN EN ISO 6878 (D11): 2004-09	0,005	mg/l	Phenanthren	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,005	µg/l
Cyanide, gesamt	DIN EN ISO 14403: 2012-10	0,005	mg/l	Anthracen	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,005	µg/l
Kationen				Fluoranthren	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,005	µg/l
Ammonium	DIN EN ISO 11732 (E23): 2005-05	0,05	mg/l	Pyren	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,005	µg/l
Ammonium-Stickstoff	DIN EN ISO 11732 (E23): 2005-05	0,04	mg/l	Benzo[a]anthracen	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,005	µg/l
Elemente aus dem oxidativen Säure-Auflösung gemäß AbwV				Chrysen	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,005	µg/l
Arsen (As)	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	Benzo[b]fluoranthren	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,005	µg/l
Chrom (Cr)	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	Benzo[k]fluoranthren	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,005	µg/l
Eisen (Fe)	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,005	mg/l	Benzo[a]pyren	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,005	µg/l
Kupfer (Cu)	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	Indeno[1,2,3-cd]pyren	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,005	µg/l
Zink (Zn)	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,002	mg/l	Dibenzo[a,h]anthracen	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,005	µg/l
				Benzo[ghi]perylen	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	0,005	µg/l
Elemente aus der filtrierten Probe				Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	DIN 38407-39 (F39): 2011-09		µg/l
Arsen (As)	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	DIN 38407-39 (F39): 2011-09		µg/l
Blei (Pb)	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	PCB			
Cadmium (Cd)	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0002	mg/l	PCB 28	DIN 38407-F3: 1998-07	0,0003	µg/l
Chrom (Cr)	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	PCB 52	DIN 38407-F3: 1998-07	0,0003	µg/l
Kupfer (Cu)	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	PCB 101	DIN 38407-F3: 1998-07	0,0003	µg/l
Nickel (Ni)	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0005	mg/l	PCB 153	DIN 38407-F3: 1998-07	0,0003	µg/l
Quecksilber (Hg)	DIN EN 16175-2: 2016-12	10	ng/l	PCB 138	DIN 38407-F3: 1998-07	0,0003	µg/l
Selen (Se)	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	PCB 180	DIN 38407-F3: 1998-07	0,0003	µg/l
Silber (Ag)	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,001	mg/l	Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	DIN 38407-F3: 1998-07		µg/l
Thallium (Tl)	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,0002	mg/l	Summe 6 DIN-PCB x 5 exkl. BG (LAGA)	DIN 38407-F3: 1998-07		µg/l
Zink (Zn)	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,002	mg/l	PCB 118	DIN 38407-F3: 1998-07	0,0003	µg/l
Anorganische Substanzen				Summe PCB (7)	DIN 38407-F3: 1998-07		µg/l
Sauerstoff (O ₂)	DIN EN ISO 5814: 2013-02	0,1	mg/l				
Organische Summenparameter							
TOC	DIN EN 1484: 1997-08	1,0	mg/l				
Biochem. Sauerstoffbedarf (BSB ₅)	DIN EN 1899-1 (H51): 1998-05	3	mg/l				

6 Ergebnisse der Untersuchungen

6.1 Geologie im Untersuchungsgebiet

In den sechs 2012/2013 niedergebrachten Erkundungsbohrungen wurden folgende Einheiten mit unterschiedlichen Mächtigkeiten und Ausbildungen (Klüftigkeit, Verwitterungsgrad) angetroffen:

- Lockergesteinsüberdeckung
- Verwitterungshorizont (aufgearbeitetes Festgestein, tlw. limonitisiert)
- Diabas
- Diabas-Hornfels
- Hornfels
- Diabas-Porphyr
- Diabas-Tuffit
- Tonschieferhornfels
- Intrusiva (nicht näher bestimmbar).

Die einzelnen Einheiten wurden nicht in jeder Bohrung angetroffen. Eine genaue Darlegung der einzelnen Schichten erfolgt in den Schichtenverzeichnissen der jeweiligen Bohrungen in Anlage 4.2.

Bis in eine Teufe von 15,4 m unter GOK (HbO 1/2012) liegt eine tonig bis schluffige und teilweise sandig (vereinzelt kiesig) ausgeprägte Zersatzzone als Lockergesteinsüberdeckung vor. Der Übergangsbereich zwischen dem Locker- und dem Festgestein ist durch einen Verwitterungshorizont („Fels“) geprägt, der einen fließenden Übergang von Locker- zu Festgestein darstellt. In diesem Bereich herrscht ein stark zerklüftetes, tektonisiertes Festgestein mit Einschaltungen von Lockergestein mit variierenden Korngrößen vor. Die Bestandteile sind eher klein- bis mittelstückig als kompakt. Teilweise sind Bereiche in diesem Horizont limonitisiert. Insgesamt gesehen nimmt die Beanspruchung und Verwitterung der Gesteine mit der Tiefe ab.

In den folgenden Betrachtungen wird, insbesondere bei den errichteten Grundwassermessstellen, von einem Klufftgrundwasserleiter gesprochen. Diesem Klufftgrundwasserleiter werden die Festgesteinseinheiten sowie der durch stärkere Verwitterung geprägte Horizont („Fels“) zugeordnet.

Nähere Erläuterungen zu den Bohrungen HbO 1/2012, HbO 3/2013 und HbO 5/2013 erfolgen im Kapitel 6.3.1, bei dem die hydrogeologisch relevanten Bereiche näher dargelegt werden.

Der Oberharzer Diabaszug wird im Bereich zwischen dem bereits bestehenden Diabas-Tagebau und dem geplanten Erweiterungsgebiet vom Biotop Riefenbruch überlagert. In den Rammpegeln

P2, P3 sowie P4 die im Randbereich des Riefenbruchs niedergebracht sind, lag Torf bis zu einer Mächtigkeit von 0,3 m an der Oberfläche vor. Unterlagert wird der Torf von tonig bzw. schluffig verlehnten Verwitterungsschichten des darunter liegenden Festgesteins (Anlage 5.2). Die oberflächennahen Bereiche außerhalb des Riefenbruchs, wie im Bereich der P1, die durch oberflächennahen Abfluss über kleinere Rinnsale geprägt sind, werden durch grusig-kiesige Schichten, die hier ebenfalls von Verwitterungsschichten der darunterliegenden Gesteine unterlagert werden, gebildet (Anlage 4.1). Die bindige Überdeckung bei PG4 setzt sich aus einer humosen Auflage über einer zersetzten Torfschicht bis -0,30 m sowie verlehnten Hangschuttablagerungen bis -1,90 m unter GOK zusammen. Darunter folgt kleinstückig gebrochener Gesteinsschutt bis 3,70 m sowie grobstückiger Zersatz bis 4 m unter GOK welches den angewitterten Hornfels überlagert.

6.2 Vorfluter und oberflächennahes Grundwasser

Die am Diabaswerk erfassten Niederschläge bis eine Woche vor Beginn der jeweiligen Messkampagne sowohl von Beginn bis Ende der Messkampagne sind in Tabelle 6 ersichtlich. Besonders der Anfang des Novembers 2022 ist durch eine vorangegangene, längere, wärmere Trockenphase gekennzeichnet, sodass das die NS-Beobachtung nicht durch Niederschläge oder frühen Schnee verfälscht wurde. Die Dezembertemperaturen liegen selbst im niedriger gelegenen Bad Harzburg im Tagesmittel konstant unter 0°C während der Messkampagne, sodass der in der Vorwoche gefallene NS nahezu keinen Einfluss auf den Oberflächenabfluss ausübt. In der Januarkampagne fielen in der Vorwoche die meisten Niederschläge, wovon ein nicht quantifizierbarer Anteil jedoch als Schnee niederging und liegen blieb. Im nahegelegenen Bad Harzburg deuten die durchschnittlichen Tagestemperaturen von teilweise über 6°C zwischen dem 12.01-17.01.2023 (DWD) auf Schneeschmelze der am 18.1.2023 dokumentierten ca. 20 cm mächtigen Schneedecke am Riefenbruch hin. Während der Messkampagne im Januar 2023 lagen die durchschnittlichen Tagestemperaturen unter 0°C, sodass die Schneeschmelze als sehr geringfügig eingeschätzt werden kann. Die Kampagne im März erfolgte ohne Schneedecke, da mit der Vorwoche an mehreren Tagen zweistellige durchschnittliche Tagestemperaturwerte in Bad Harzburg registriert wurden. Der Messkampagne im August gehen ein überdurchschnittlich feuchter Juli und August voraus, wobei die Vorwoche zur Kampagne nahezu keine Niederschläge erhielt. Die letzten starken Regenereignisse zwischen dem 15.08-17.08.2023 brachten 58 mm Niederschlag. Vor allem das den Durchflussmessungen vorgelagerte Wochenende zeigte 16 mm Niederschlag. In der Septemberkampagne sind währenddessen und in der Vorwoche nahezu keine Niederschläge gefallen.

Tabelle 6: Summierte Tagesniederschläge bis 7 Tage vor Beginn der Kampagne am Diabas Steinbruch (Anlage 5.4)

Kampagne	Nov 22	Dez 22	Jan 23	Mrz 23	Aug 23	Sep 23
Zeitraum/Vor- woche	01.11- 07.11	07.12- 13.12	11.1-17.1	13.3-19.3	18.8-24.8	19.9-25.9
Σ N [mm] Vor- woche	3,3	4,4	48,5	19,6	0,3	4,1
Messkampagne	8.11-11.11	14.12- 15.12	18.1-20.1	20.3-22.3	25.8-30.8	26.9-28.9
Σ N [mm] wäh- rend Kampagne	0,5	0	0,4	5,3	34,5	0

Die Ergebnisse zu den Abflussmessungen an ausgewählten Bereichen der Vorfluter Riefenbach, Speckenbach und Tiefenbach sind in der Tabelle 8 dargestellt und wurden je nach Wassermenge, entweder mit Hilfe eines elektromagnetischen Fließgeschwindigkeitsmesssystems oder durch eine volumetrische Messung mittels Messgefäß (Auslitern), bestimmt (Anlage 5.1).

Die Messungen der Abflüsse erfolgten in den Folgetagen der Stichtagsmessungen. Es wurde gezielt versucht nach Zeiten längerer Trockenheit oder starken Niederschlagsereignissen eine Abflussmessung und Beprobung durchzuführen, um den Einfluss von Einzugsgebiet und Kluffundwasserspeisung auf die einzelnen Gewässer unter wechselnden Bedingungen nachzuvollziehen. Besonderes Augenmerk wird auf den Abfluss und den hydrochemischen Zustand des Riefenbachs und Speckenbachs gelegt, insbesondere vor dem Hintergrund der schrumpfenden Einzugsgebietsfläche durch die Huneberg Erweiterung. Weiterhin sollte der Einfluss des Riefenbruchs auf die Wasserführung von Riefenbach und Speckenbach untersucht werden.

Die Kontur des Erweiterungsfeldes wurde im Laufe des Planungsprozesses durch den Vorhabens-träger derart angepasst, dass keine Flächenreduktion des oberflächigen Einzugsgebietes des Bi-otops Riefenbruch stattfindet.

Die erfolgten Messungen geben einen Überblick über die Größenordnung und deren Schwan-kungsbreiten der Abflüsse in den einzelnen Vorflutern.

Die in der Tabelle 8 dargelegten durchschnittlichen Abflüsse beziehen sich auf die einzelnen Mes-sungen, die parallel zu den Stichtagsmessungen erfolgten.



Abbildung 8: Begehung entlang des Riefenbaches –Versiegen des Oberflächenabflusses (Quelle: Ausschnitt aus Digitale Topographische Karte 1:25000 (DTK25) [28])

Bei einer Begehung am 08.11.2012 entlang des Riefenbaches, ausgehend von dem Messpunkt PG2 in Richtung 3-Riefenbach, wurde ersichtlich, dass es hier zur Ausbildung von größeren Versickerungsbereichen kommt, d.h. der Oberflächenabfluss in Richtung der flussabwärts gelegenen Probenahmemessstelle 3-Riefenbach unterbrochen ist (Tabelle 10). Eine wiederholte Begehung am 28.09.2023 konnte diese Beobachtung bestätigen. Die Differenz zwischen Abfluss vor und nach dem Versickerungsbereich kann bei bis zu 20,3 m³/h (Riefenbach, Januar 2013) liegen.

Durch den fehlenden Grundwasserkontakt des Riefenbaches im Oberlauf des Gewässers versickert überschüssig abfließendes Wasser aus dem Riefenbruch entlang der Fließstrecke im Lockergesteinsbereich außerhalb des Moores. Nur bei besonders hohen Abflussraten in Folge von Schneeschmelzen oder niederschlagsintensiven Perioden ist ein durchgehender Abfluss im Versickerungsbereich dokumentierbar, sodass in der Messstelle 3-Riefenbach eine Durchflussmessung erfolgen konnte. Bei niedrigen Pegelständen des Riefenbruchs und folglich geringen Abflüssen bildet der Oberlauf des Riefenbaches ein **temporär trockenes Fließgewässer**. Im September 2023 fand beispielsweise ein Abfluss aus den Riefenbruch an der Riefenbachquerung mit geschätzten 12 l/min westlich von PG2 statt. Der Abfluss war bis an den Versickerungsbereich nachverfolgbar, versiegte jedoch vor der Messstelle 3-Riefenbach gänzlich.

Ein Vergleich der Pegelstände am Oberlauf des Riefenbaches, repräsentiert durch PG2, mit den Durchflussmessungen an der Messstelle 3-Riefenbach, die nach dem Versickerungsbereich liegt, ist in Abbildung 9 erfolgt. Der Grafik ist zu entnehmen, dass ein Wasserspiegel von ~ 0,16 m u. GOK an dieser Messstelle des Riefenbruchs notwendig ist, sodass ausreichend Wasser die Versickerungszone des Riefenbaches überwindet, um einen durchgehenden Abfluss des Riefenbaches zu gewährleisten.

Die Messstelle des Riefenbruchs PG4, welche den Ostrand des Riefenbruchs repräsentiert und westlich des Erweiterungsfeldes liegt, befand sich seit Errichtung im nahezu trockenen Zustand. Lediglich im Januar 2023 wiesen schlammige Verhältnisse im Pegelrohr bei einer Wasserstandshöhe von 3 cm über der Pegelsohle auf langsam gravitativ einsinkende Schmelzwässer hin. Ein Wasserstand ließ sich nicht messbar verzeichnen. Diese Beobachtung verdeutlicht die räumliche Abgrenzung des Riefenbruchs mit seinem oberirdischen -Zufluss in diesem Bereich.

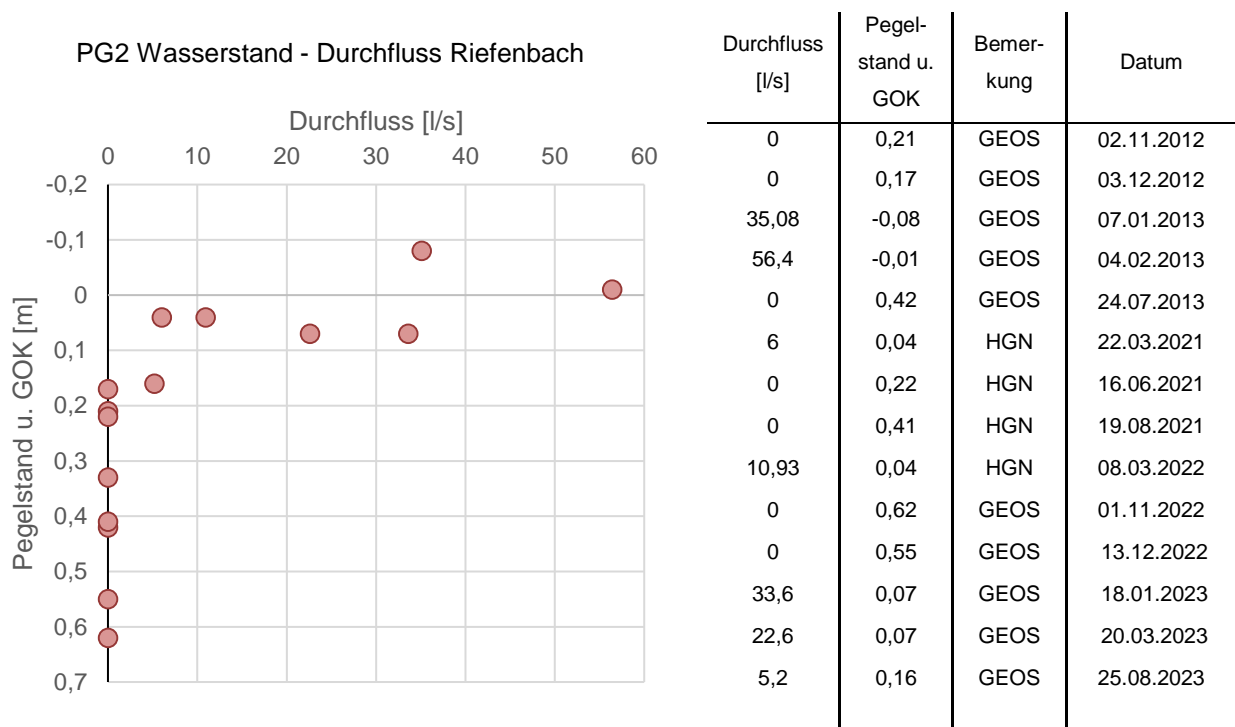


Abbildung 9: Vergleich des Wasserstands in PG2 im Riefenbruch mit den Durchflussmessungen vom Riefenbach unterhalb der Versickerungszone

Umfangreiche ergänzende Abflussmessungen an den zu bewertenden Vorflutern wurden im Zeitraum 03/2021 – 03/2022 von der HGN Beratungsgesellschaft bereits im Vorfeld der aktuellen GEOS-Untersuchung ausgeführt (Abbildung 9). Der zugehörige Bericht ist in Anlage 7 enthalten. Der Riefenbach ist in der Bewertung der Abflussverhältnisse durch HGN durch die Messstellen P9, P10, P12 und P13 charakterisiert (siehe Anlage 8). Zwischen P10 und P12 ist ersichtlich, dass eine Reduktion des Abflusses zu den vier Messzeitpunkten feststellbar ist. Die geringen Abflüsse im Juni und August, die noch in P10 messbar waren, verschwinden in der beschriebenen Versickerungszone. Zwischen P12 (GOK: 523 m NHN) und P13 (GOK: 395 m NHN) findet eine Speisung durch Kluftgrundwasser statt, da hier ganzjährig ein Abfluss, unabhängig von den Oberflächenabflüssen existiert. Die Höhe, ab der eine Kluftwasserspeisung des Riefenbachs zwischen

P12 und P13 stattfindet, ist wahrscheinlich geringfügig durch den Einfluss des Gabbro Steinbruchs auf den Druckwasserpegel verändert.

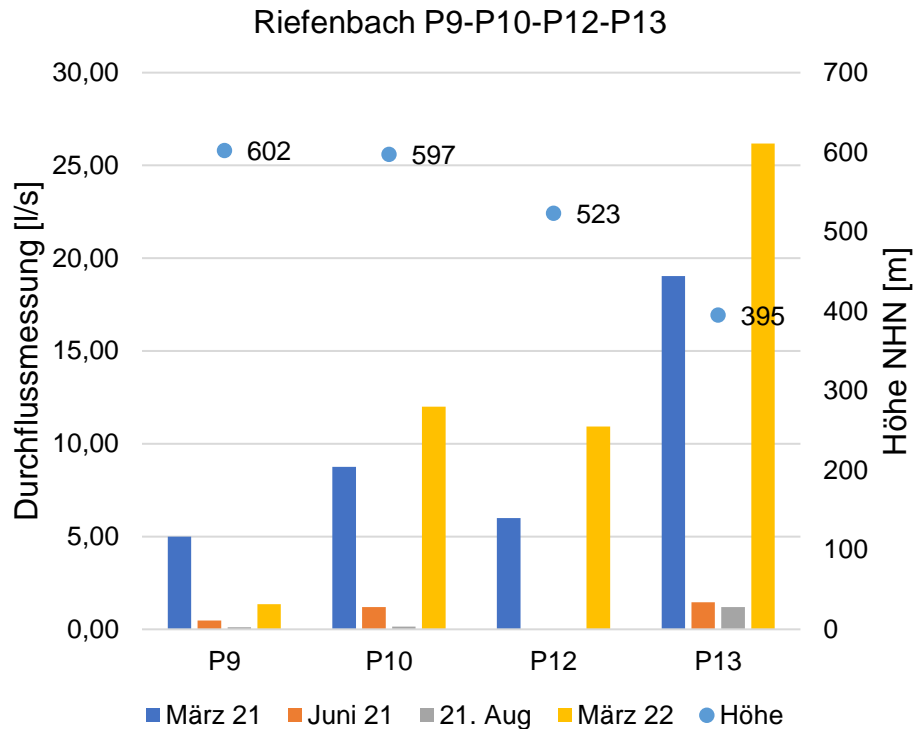


Abbildung 10: Durchflussmessungen entlang des Riefenbachs, Messwerte von HGN

Der **Speckenbach** wird teilweise über einen Zulauf gespeist, der in der topografischen Karte teilweise im Bereich des Erweiterungsfeldes liegt (Abbildung 11). HGN führte an den Messstellen P2 (GOK: 570 m NHN) und an der tiefer liegenden Messstelle P4 (GOK: 520 m NHN) des Zuflusses jeweils vier Durchflussmessungen zwischen März 2021 und März 2022 durch. Direkt neben der Messstelle P2 befindet sich die GWM HbO1/12 mit einem Flurabstand im Bereich von 7,81 m bis 11,15 m. Der Grundwasserspiegel des geklüfteten Grundwasserleiters liegt somit im Durchschnitt bei ~562 m NHN. Das Druckwasserpotential liegt hier unterhalb der Oberflächen Messstelle P2, was eine Speisung dieses Zuflusses über Oberflächenabfluss impliziert. Auch die sehr geringen Abflüsse in den Sommermonaten sprechen für den dominierenden hypodermischen – oder Oberflächenabfluss in P2. Der Vergleich zwischen P2 und P4 an den vier Messtagen zeigt nahezu gleiche Abflussverhältnisse in den niederschlagsreichen Monaten und einen Anstieg in den Sommermonaten (Abbildung 12). Der Anstieg zwischen P2 und P4 kann über einen Kluftzufluss erklärt werden, der in Abbildung 11 als „Bereich der Speisung Seitenarm“ gekennzeichnet ist. Die Speisung des Seitenarms findet über dem Höhenniveau der Messstelle P4 von 520 m statt.

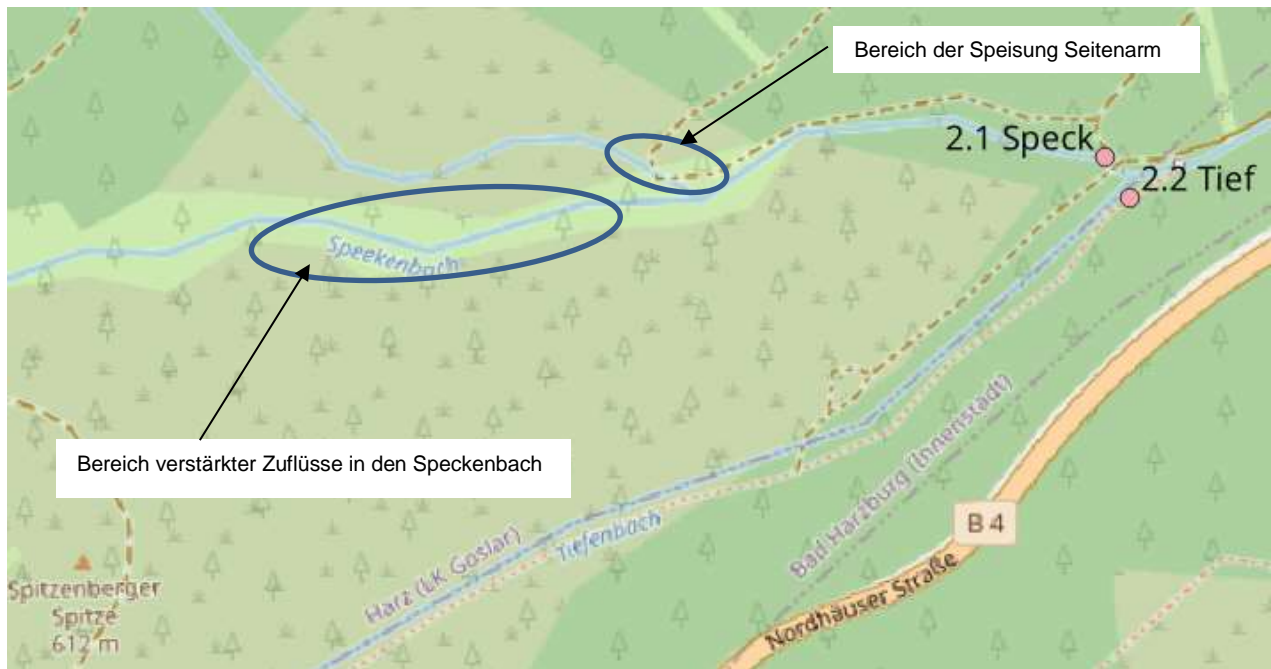


Abbildung 11: Begehung entlang des Speckenbachs (Quelle: Ausschnitt aus Digitale Topographische Karte 1:25000 (DTK25) [28])

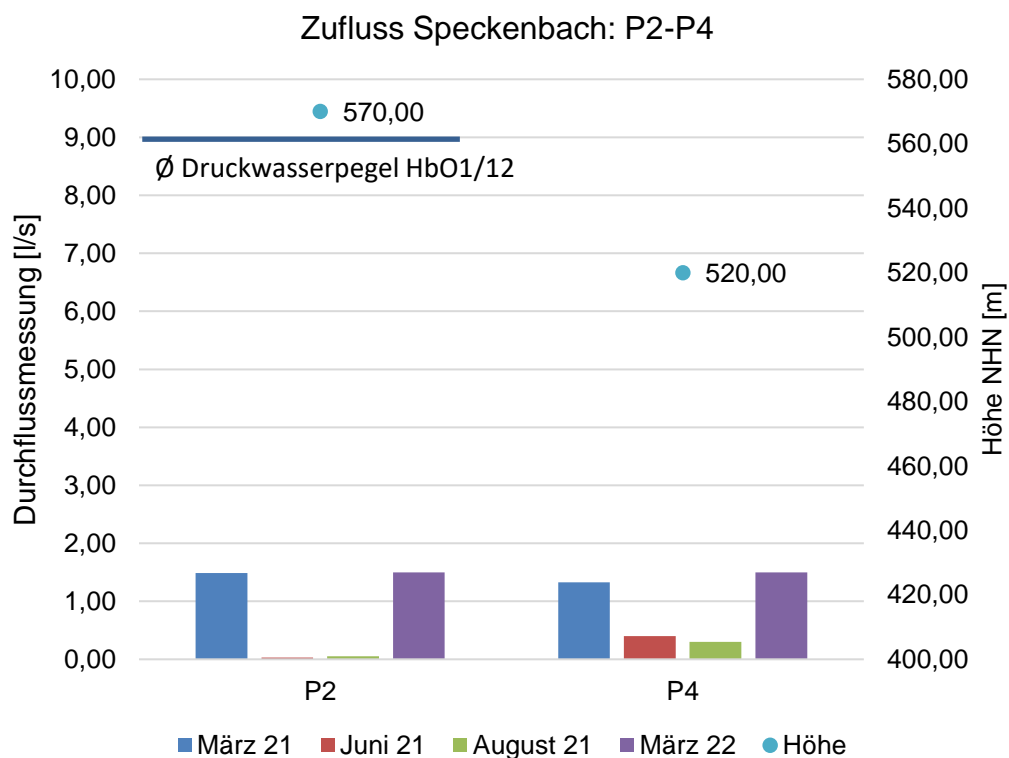


Abbildung 12: Durchflussmessung im Zufluss zum Speckenbach aus dem Bereich des Erweiterungsfeldes; Messwerte von HGN (Anhang 7)

Der Hauptlauf des Speckenbachs wird über die Messtellen P1, P3 und P5, vor dem Zufluss des Seitenarms erfasst und dokumentiert (Anlage 7).

Die Abflussmessung in P1 zeigt niedrige Abflüsse in den Sommermonaten Juni und August 2021, die mit den geringen Niederschlägen und den niedrigen Pegelständen in der nächstgelegenen GWM HbO3/13 korrelieren. Die deutlich niedrigeren Pegelstände im März 21 mit höherem Abfluss in P1 im Vergleich zu März 22 mit geringerem Abfluss implizieren hier eine oberflächenabflussdominierte Speisung. Die Durchflussmessungen am Hauptlauf des Speckenbachs zeigen, dass zwischen P1 und P3 in den März Messungen ein Anstieg des Durchflusses um mehr als 4 l/s messbar ist. In den trockenen Monaten findet ein deutlich geringerer Anstieg statt, der sich zwischen Juni und August trotz gleicher Abflussverhältnisse in P1 verhältnismäßig stark unterscheidet.

Zwischen den Niveauhöhen 603 m für P1 und 580 m für P3 kann die Speisung des Speckenbachs aufgrund der Datenlage nicht eindeutig differenziert werden. Der stärkere Anstieg des Durchflusses bei höheren Pegelständen des Grundwasserleiters lässt jedoch eine anteilige Speisung über den Übergangsbereich Locker-Festgestein nicht ausschließen.

Zwischen P3 (GOK: 580 m NHN) und P5 (GOK: 520 m NHN) liegt ein Höhenunterschied von $\Delta h=60$ m vor. Bis auf die Messung im März 2021 implizieren die weiteren Messungen einen Anstieg im Durchfluss. Der signifikante Anstieg des Durchflusses in den trockenen Monaten Juni und August lässt auf eine Speisung durch Kluftwasser schließen.

Die integrierte Betrachtung der Abflussanstiege in den Sommermonaten vom Zufluss Speckenbach und des Speckenbachs selbst zeigen, dass eine alljährliche Speisung der Oberflächengewässer aus dem Kluftgrundwasserleiter zwischen 580 m und 520 m einsetzt.

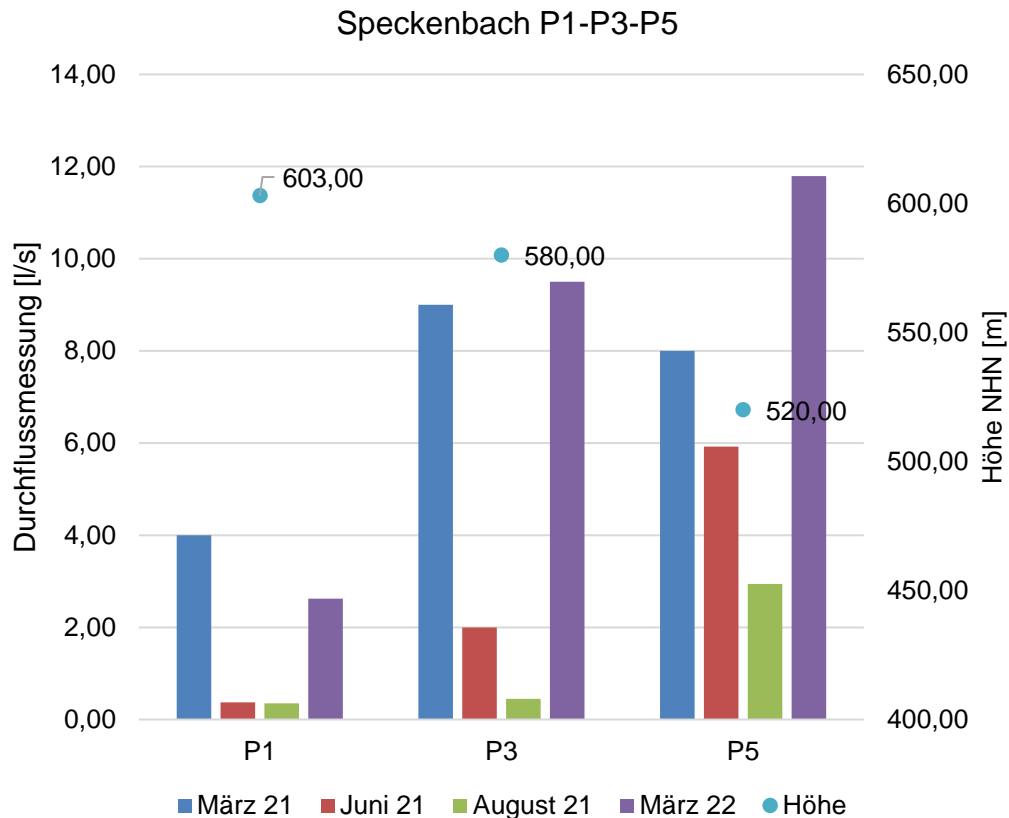


Abbildung 13: Durchflussmessung im Speckenbach P1, P3, P5; Messwerte von HGN (Anhang 7)

Die summierten Abflüsse von P4 und P5, dem Speckenbach und dessen Zufluss, sind vor allem in den niederschlagsreichen Phasen im März stark abweichend von den Durchflussmessungen in P6 (GOK: 482 m NHN).

Die durchgeführte Analytik im Zeitraum November 2022 bis September 2023 durch GEOS zeigt (Anlage 5.3.1), wie sich die Chemie des Speckenbachs bei niedrigen Abflüssen verändert. Die GWM HbO 1 stellt die nächstgelegene Messstelle dar, die zur Speisung des Speckenbachs durch Kluffgrundwasser herangezogen werden kann. Der Chemismus des Riefenbachs soll dabei den Riefenbruch repräsentieren, da für diesen keine Probenahme mit dem vollständigen Analyseumfang erfolgt ist. Der Riefenbach weist im Vergleich die höchste Cadmium-, Kupfer-, Nickel- und Zink-Konzentration in der filtrierten Probe auf (Tabelle 7). Der Chemismus des Speckenbachs zeigt, dass dieser im abflussreichen März 23 (33 l/s) deutlich erhöhte Konzentrationen der betrachteten Elemente aufweist im Vergleich zum abflussarmen November (2,9 l/s). Zudem ist ein Anstieg der elektrischen Leitfähigkeit von ca. 95 $\mu\text{S}/\text{cm}$ auf 162 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und ein Anstieg der TOC-Gehalte von ca. 2 mg/l auf 7 mg/l durch die verstärkte Speisung durch den Riefenbruch (TOC >7 mg/l) messbar. In trockenen Zeiten findet daher eine höhere prozentuale Speisung des Speckenbachs über Austritte aus dem geklüfteten Grundwasserleiter statt.

Tabelle 7: Vergleich der Chemie von Speckenbach, Riefenbach und dem Klufftgrundwasser zu niedrigen (November) und hohen (März) Abflüssen

			März	März	November
		GWM HbO1	Specken- bach	Riefen- bach	Specken- bach
Cadmium	mg/l	< 0,0002	0,0006	0,0011	< 0,0002
Kupfer	mg/l	< 0,001	0,005	0,019	< 0,001
Nickel	mg/l	0,0011	0,0016	0,0033	< 0,0005
Zink	mg/l	0,023	0,098	0,294	0,02

Bei dem Vor-Ort-Parameter elektrische Leitfähigkeit, der zur Abschätzung der Gesamtmineralisation herangezogen werden kann, zeigt sich, dass das Wasser im Tiefenbach höher mineralisiert ist als im Riefen- bzw. Speckenbach (Anlage 5.3.1).

Im Südwesten des aktuellen Abbaus fließt das Oberflächenwasser der Betriebsflächen des Tagebaus über die Absetzteiche, sodass sich Partikel in Suspension absetzen können. Der Auslauf am Messpunkt 12-Auslauf 7 kontrolliert die Effektivität der Absetzteiche und leitet das Wasser in die große Hune weiter. Diese wird nach Mündung der Grenzkappe in der Messstelle 13-Hune 1 überwacht. Der Abfluss der großen Hune verändert sich zwischen Messstelle 13-Hune 1 und 14-Hune 2 vor allem in niederschlagsreichen Phasen erheblich. Im Januar und März 2023 wurden an der unteren Messstelle 60-100 % mehr Abfluss gemessen (Tabelle 9), wobei - von der Kleinen Hune abgesehen - keine weiteren dokumentierten Vorfluter in die Große Hune münden. In trockenen Phasen nähern sich die Abfluss-Werte an, wie die Durchflussmessung vom 01.11.2022 zeigt.



Tabelle 8: Abfluss und Leitparameter der einzelnen Abflussmesspunkte

											HGN				GEOS				
Wasser- tempera- tur [°C]	pH-Wert		elektr. Leit- fähigkeit [µS/cm]		Sauerstoffgeh- alt [mg/l]		Redoxspan- nung [mV]		Abfluss [l/s]										
	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	22.03.2021	16.06.2021	19.08.2021	08.03.2022	10.01.2023	01.11.2022	13.12.2022	18.01.2023	20.3.2023	25.08.2023	
<u>Speckenbach (vor Zufluss Tiefenbach)</u>																			
0,3	12,6	6,95	7,8	95	182	7,15	17	0	359	19,19	6,69	5,56	20,14		2,9	2,6	33,4	22,9	8,7
<u>Tiefenbach (vor Zufluss Speckenbach)</u>																			
0	14	7,03	7,7	183	381	7,05	14	110	348	62,96	40,84	13,49	58,96		9,2	18,2	141,2	119	66,8
<u>Riefenbach (an Brücke außerhalb Riefenbruch)</u>																			
3,5	14	6,16	7	77	129	5,63	11	231	272	6	trocken	trocken	10,93		trocken	trocken	33,6	22,6	5,2
<u>Große Hune oben (nach Zulauf Grenzkappe)</u>																			
0	15,6	7,63	8,1	133	309	2,61	11	112	305						7,4	5,5	60,2	83,3	57,6
<u>Große Hune unten (vor Okertalsperre)</u>																			
0,2	14,5	7,3	7,8	129	231	5,6	7,7	157	273						7,9	10,5	122,2	141,9	78,5
<u>Radau</u>																			
0,1	8,3	7,32	8	251	314	6,23	12	111	286						91,4	104,6	318,6	463,2	365,7

Tabelle 9: Wasserstandsmessungen in den Rammpegeln

Rammpegel	Lotung [m u. ROK]	Überstand [m]	Wasserstand [m u. ROK]					
			01.11.2022	13.12.2022	18.01.2023	20.3.2023	25.08.2023	26.09.2023
PG2	2,05	1,15	1,77	1,70	1,22	1,22	1,31	1,48
PG4	4,43	0,93	trocken	trocken	trocken	3,41	trocken	Trocken



6.3 Kluftgrundwasserleiter

Basierend auf den Wasserständen und den herangezogenen Schichtenverzeichnissen (siehe Anlage 4.2 und Tabelle 10) der ausgebauten und nicht ausgebauten GWMS (siehe Tabelle 4) kann auf gespannte Grundwasserverhältnisse geschlossen werden. Nur in der nordöstlich gelegenen Bohrung des potentiellen Erweiterungsgebietes HbO 6n/2013 wurde zur Zeit der Bohrung kein gespanntes Grundwasser angetroffen.

Die in den errichteten Messstellen (HbO 1/2012, HbO 3/2013, HbO 5/2013) ermittelten Wasserstände sind in der Tabelle 10 tabellarisch und in Abbildung 14 bis Abbildung 16 graphisch dargestellt. Die Untersuchungen haben ergeben, dass die Standrohrspiegelhöhen für den Kluftgrundwasserleiter im Bereich von 555,7 m NHN in HbO 1 bis 606,1 m NHN in HbO 3 im Untersuchungszeitraum variieren. Die maximalen Schwankungen der jeweiligen Messpegelstände, die aus den fünf Stichtagsmessungen resultierten, liegt im Bereich von 9,00 m bis 10,25 m für die drei Grundwassermessstellen. Ein lokales Minimum der Pegelstände liegt in allen Messstellen im Dezember 2022 vor. Zwischen Dezember und März war in allen GWMS ein starker Wasserspiegelanstieg zu beobachten auf ein lokales Maximum. Die Verläufe der Pegelstände zeigen, abgesehen von variierenden Intensitäten der Pegelanstiege zwischen Dezember 2022 und Januar 2023, eine sehr ähnliche Entwicklung.

Der in der Anlage 6.2 dargelegte Isohypsenplan soll zur Veranschaulichung der Grundwasserfließrichtung im Kluftgrundwasserleiter dienen. Aufgrund der geringen Messstellenanzahl kann nur eine generelle Aussage zur Grundwasserfließrichtung gegeben werden. Die allgemeine Grundwasserfließrichtung für den Kluftgrundwasserleiter ist in Richtung Osten feststellbar. Die Grundwasserstände unterliegen dabei kluftwasserspezifisch größeren Schwankungen. Die gemessenen Grundwasserstände zeigen, dass in dem Kluftgrundwasserleiter gespannte Grundwasserverhältnisse vorliegen. Dies ist durch den lehmigen und gering durchlässigen oberflächennahen Verwitterungshorizont bedingt (Anlage 4.2), der beim Bohren der Messstellen als überwiegend trocken vorgefunden wurde. Diese Wasserundurchlässigkeit zeigt sich zudem in der Entstehung des Riefenbruchs. Der niedrigste Flurabstand des Druckwasserpegels konnte in HbO5/13 mit 2,64 m u. GOK festgestellt werden, wobei der größte Flurabstand in HbO3/13 bei 19,43 m u. GOK lag.

Die Unterschiede in den Wasserständen (Tabelle 10) zwischen den Stichtagsmessungen zeigen, dass die se unterschiedlich stark ansteigen und abfallen, der allgemeine Trend jedoch sehr ähnlich ist. Insbesondere zwischen den Stichtagsmessungen im November und Dezember 2022, als die Druckhöhen auf ihrem niedrigsten Niveau lagen, zeigt sich, dass HbO 5 den stärksten Rückgang von November bis Dezember und den stärksten Anstieg von Dezember bis Januar aufweist. In



den folgenden Stichtagsmessungen treten die größten Pegelschwankungen jeweils in HbO 3 auf. Besonders zwischen den Stichtagsmessungen im Januar und März beträgt der Unterschied der Druckspiegelhöhe 5.25 m, im Vergleich zu 2,82 m in HbO 5.

In der Tabelle 11 sind die hydrogeochemischen Parameter der November 2022 und August 2023 Messkampagne der drei Kluftgrundwassermessstellen gegenübergestellt. Die Pegelstände liegen im November zwischen 5 - 6 m unterhalb der im August registrierten Pegelstände. In allen drei Messstellen weist die Novemberstichtagsmessung 2022 einen höheren pH-Wert (> 7.19) auf, während der maximal gemessene pH-Wert im August 2023 bei 6,84 liegt. Die elektrische Leitfähigkeit bewegt sich bei sämtlichen Messpunkten innerhalb eines Bereichs von 100 bis 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und zeigt keine saisonalen Schwankungsmuster. Im Gegensatz dazu weisen die Sauerstoff - Konzentrationen in HbO 1 zwischen den Monaten November und August nur minimale Unterschiede auf, während in HbO 3 und HbO 5 im Sommer mehr als das Doppelte der Sauerstoff - Konzentration verzeichnet wird. Die Redoxspannung zeigt, dass das GW im November deutlich geringer oxidierend ist (51 - 94 mV) als im August (195 - 232 mV). Eine bemerkenswerte Beobachtung besteht in der positiven Korrelation zwischen dem pH-Wert und der Redoxspannung im Monat November, während im August eine negative Korrelation der Parameter zu beobachten ist. In der Augustmessung bei HbO 1 korrelieren die abfiltrierbaren Stoffe nicht mit der zugrundeliegenden organoleptischen Unauffälligkeit. Andere Messparameter wie PAK, Nitrat, Phosphat und Eisen zeigen Schwankungen, wobei keine klare Korrelation zwischen den Messstellen und den Messkampagnen festgestellt werden kann. Es ist erwähnenswert, dass Benzol nur in der Novembermessung bei niedrigen Grundwasserspiegeln nachweisbar war.



Tabelle 10: Wasserstandsmessungen [m NHN] an den GWMS HbO 1/2012, HbO 3/2013 und HbO 5/2013; Flurabstände; Koordinaten in EPSG 25832

GWMS	Rechtswert	Hochwert	GOK [m NHN]	Wasserstand [m NHN]					Flurabstand [m]		Δ h max. [m]
				01.11.2022	13.12.2022	18.01.2023	20.3.2023	25.08.2023	Min.	Max.	
HbO 1/2012	605251,998	5745354,66	571,4	556,4	555,73	561,34	564,77	562,36	6,63	15,67	9,04
HbO 3/2013	604530,574	5745370,62	615,3	596,65	595,87	600,87	606,12	602,27	9,18	19,43	10,25
HbO 5/2013	604928,229	5745671,5	598,1	587,3	586,46	592,64	595,46	592,49	2,64	11,64	9

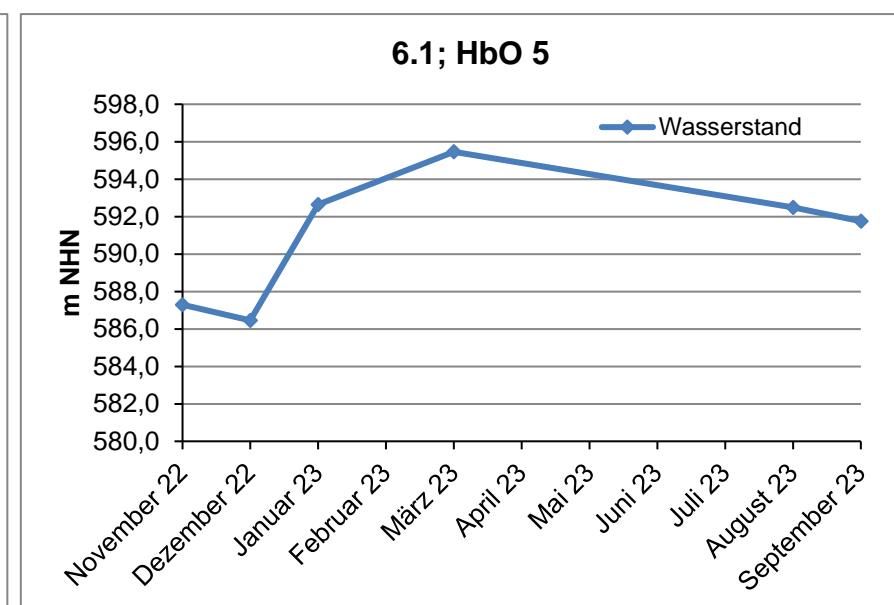
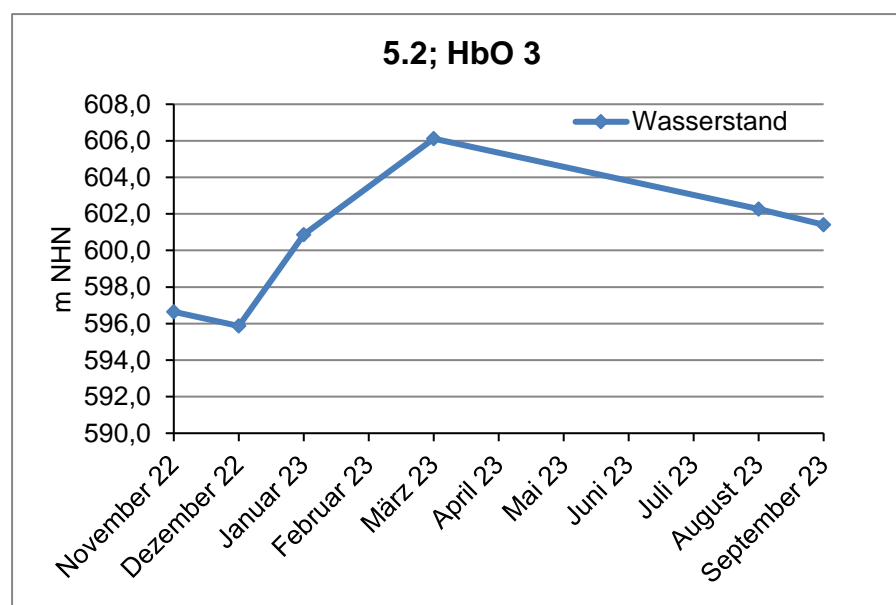
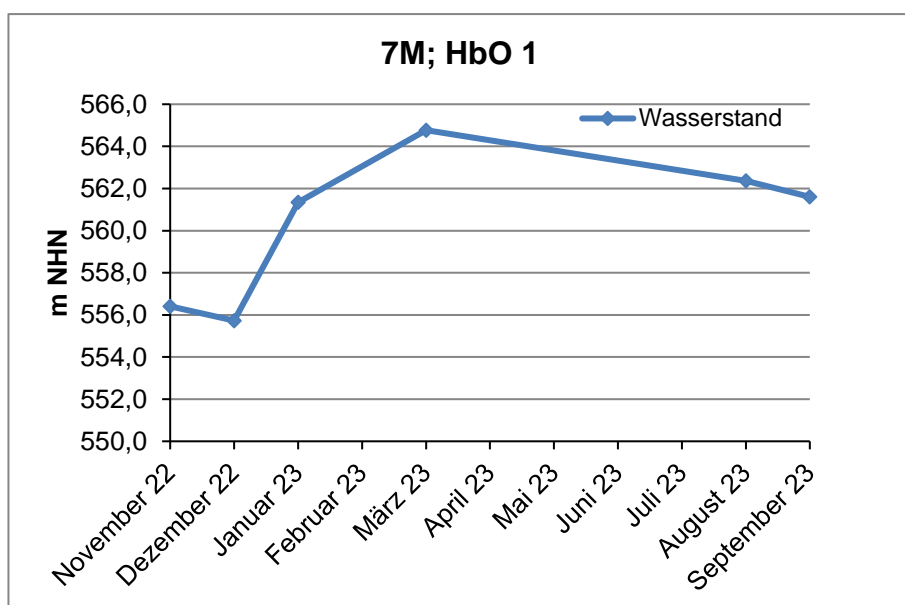


Abbildung 14: Grundwasserganglinie HbO 1/2012

Abbildung 15: Grundwasserganglinie HbO 3/2013

Abbildung 16: Grundwasserganglinie HbO 5/2013

Tabelle 11: Hydrochemische Parameter der Klufftgrundwasserleiter-Messstellen nach Einstellung auf konstanten Messwert während Pumpversuch

GWM	Datum	Wassertemperatur	pH-Wert	elektr. Leitfähigkeit	Sauerstoffgehalt	Redoxspannung
		[°C]		[μS/cm]	[mg/l]	[mV]
HBO_1	09.11.2022	7,9	7,19	178	2,27	51
	25.08.2023	7,9	6,27	132	3,14	232
HBO_3	09.11.2022	9	7,41	130	3,05	96
	25.08.2023	8,4	6,5	117	8,25	224
HBO_5	09.11.2022	7,7	7,34	168	3,04	94
	25.08.2023	7,8	6,84	171	7,77	195

6.3.1 Kurzpumpversuche zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes des Klufftgrundwasserleiters

An den errichteten Grundwassermessstellen wurden, zur näheren Bestimmung der hydraulischen Parameter Transmissivität und Durchlässigkeitsbeiwert, Kurzpumpversuche durchgeführt. Die Daten wurden im Rahmen von Untersuchungen durch GEOS im Jahr 2013 bereits erhoben und ausgewertet. Diese sind aufgrund konstanter Bedingungen in dem Klufftgrundwasserleiter noch anwendbar. In Anlage 6.3 sind die mit dem Programm GEOLOGIK HYDRO TEC 6.0 erfolgten graphischen Auswertungen, die Ganglinie des gesamten Pumpversuches, sowie die Auswertung des Wiederanstieges, dargestellt. Bei Kurzpumpversuchen wird meist der Wiederanstieg zur Auswertung herangezogen. Die Auswertung erfolgte dabei mit dem Auswerteverfahren nach THEIS, bei dem die Transmissivität T aus dem Wiederanstieg ermittelt wird.

Der k_f -Wert, berechnet aus der Transmissivität T und der wassererfüllten Mächtigkeit M ($k_f = \frac{T}{M}$) wird in der Anlage 6.3.1 für die gesamte Aquifermächtigkeit, in diesem Fall den Bereich unterhalb der Tonsperre, angegeben. Bei einem Klufftgrundwasserleiter, wie er im Untersuchungsgebiet vorliegt, ist nicht der gesamte verfilterte Bereich „hydraulisch aktiv“, sondern nur die wasserwegsamem Klüfte an sich. Daher wird der k_f -Wert, neben der Angabe für die „gesamte“ verfilterte Aquifermächtigkeit, auch für die aufsummierten potentiellen Klufftweiten berechnet. Anhand der durchgeführten Kernbohrungen wird für die einzelnen Messstellen abgeschätzt, wie groß dieser Bereich ist.

Grundwassermessstelle HbO 1/2012

Die Bohrung und somit die GWMS HbO 1/2012 durchteuft verschiedene Gesteinskomplexe. In folgenden Bereichen des Klufftgrundwasserleiters liegt eine stärkere Zerklüftung, diese sind als vermutete Wasserwegsamkeiten von Relevanz:

- | | |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| - 15,4 – 19,2 m unter GOK | Verwitterungshorizont, stark verwittert, zersetzt |
| - 19,2 – 27,6 m unter GOK | stark zerklüftet, Kerne bis 0,1 m, stückig |
| - 39,8 – 42,0 m unter GOK | stark zerklüftet, porös, Calcite herausgelöst |
| - 45,0 – 46,4 m unter GOK | stark zerklüftet, Kerne bis 0,2 m |
| - 46,4 – 50,1 m unter GOK | steil stehende Klüfte (65° - 70°), Calcite bis cm-Größe herausgelöst |
| - 51,1 – 51,8 m unter GOK | Kernverlust |
| - 57,0 – 61,0 m unter GOK | stark tektonisiert, tlw. Kernverlust |
| - 65,3 – 68,0 m unter GOK | porös |
| - 131,1 – 132,1 m unter GOK | stark tektonisiert |

Aufgrund der Klufiansprache wurde von einer aufsummierten potentiellen Kluftweite von ungefähr 8 m ausgegangen.

In der Anlage 6.3.1 liegt die graphische Auswertung des Kurzpumpversuches vor. Durch die Auswertung des Wiederanstieges nach THEIS wird eine Transmissivität von rund $7 \cdot 10^{-4}$ m²/s errechnet.

Tabelle 12: Transmissivität und Durchlässigkeitsbeiwert der GWMS HbO 1/2012 anhand des Pumpversuches ermittelt

Bohrung	Transmissivität T [m ² /s]	Hydraulische Durchlässigkeit k_f [m/s]	
		Aquifermächtigkeit 130 m	Aquifermächtigkeit 8 m
HbO 1/2012	$\sim 7 \times 10^{-4}$	$5,3 \times 10^{-6}$	$\sim 9 \times 10^{-5}$

Grundwassermessstelle HbO 3/2013

Die Bohrung und somit die GWMS HbO 3/2013 durchteuft neben Lockergesteinshorizonten und aufgearbeiteten limonitisierten Diabas, Hornfels, Diabas-Hornfels und Diabas. Die Darlegung des Bohrprofils nach hydrogeologisch relevanten Gesichtspunkten erfolgt in der Anlage 5.3.1. Aufgrund dieser Ansprache wird für diese Bohrung eine potentielle aufsummierte Kluftweite von ungefähr 5 m ausgegangen (Kluftansprache).

In der Anlage 6.3.2 liegt die graphische Auswertung des Kurzpumpversuches vor. Durch die Auswertung des Wiederanstieges nach THEIS wird eine Transmissivität von rund $3 \cdot 10^{-8}$ m²/s errechnet.

Tabelle 13: Transmissivität und Durchlässigkeitsbeiwert der GWMS HbO 3/2012 anhand des Pumpversuches ermittelt

Bohrung	Transmissivität T [m ² /s]	Hydraulische Durchlässigkeit k_f [m/s]	
		Aquifermächtigkeit 84 m	Aquifermächtigkeit 5 m
HbO 3/2013	$\sim 3 \times 10^{-8}$	$\sim 3,6 \times 10^{-10}$	$\sim 6 \times 10^{-9}$

Grundwassermessstelle HbO 5/2013

Die Bohrung und somit die GWMS HbO 5/2013 durchteuft neben Lockergesteinshorizonten und aufgearbeiteten Diabas, Diabas-Hornfels und Hornfels. Die Darlegung des Bohrprofils nach

hydrogeologisch relevanten Gesichtspunkten erfolgt in der Anlage 5.3. Auf dieser Grundlage wird von einer potentiellen aufsummierten Kluftweite von ungefähr 3 m ausgegangen.

In der Anlage 6.3.3 liegt die graphische Auswertung des Kurzpumpversuches vor. Durch die Auswertung des Wiederanstieges nach THEIS wird eine Transmissivität von rund $5 \cdot 10^{-3}$ m²/s errechnet.

Tabelle 14: Transmissivität und Durchlässigkeitsbeiwert der GWMS HbO 5/2013 anhand des Pumpversuches ermittelt

Bohrung	Transmissivität T [m ² /s]	Hydraulische Durchlässigkeit k_f [m/s]	
		Aquifermächtigkeit 40 m	Aquifermächtigkeit 3 m
HbO 5/2013	$\sim 5 \times 10^{-3}$	$\sim 1,3 \times 10^{-4}$	$\sim 2 \times 10^{-3}$

Die hier ermittelte Transmissivität bzw. der abgeleitete k_f -Wert ist sehr hoch. Ein durchgeführter Kurzpumpversuch am 09.11.2022 konnte die niedrige Absenkrate und den schnellen Wiederanstieg, der auf einen hohen k_f -Wert schlussfolgern lässt, bestätigen. Ein hydraulischer Kontakt mit dem Riefenbruch kann durch die ~ 7 m mächtige schluffig – tonig unterlagernde Verwitterungsschicht ausgeschlossen werden (Anlage 4.2). Die hohe hydraulische Durchlässigkeit bei geringerer summierter Kluftweite (3 m) gegenüber den anderen Messstellen HbO 1 & 3, spricht für starke Heterogenitäten des Kluftregimes im Untersuchungsgebiet. Da der durchgeführte Pumpversuch nur über einen kurzen Zeitraum mit einer geringen Pumprate und einer geringen Absenkung lief, kann der reelle Wert davon abweichen.

Zusammenfassung

Die Durchlässigkeitsbeiwerte liegen, je nach Bohrung, bei $2 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $6 \cdot 10^{-9}$ m/s. Die Spannweite der k_f -Werte zeigt, dass im Untergrund des Untersuchungsgebietes Bereiche mit unterschiedlichen Durchlässigkeiten vorliegen.

In Bereichen mit vermehrter Kluftausbildung (offene, wasserwegsame Klüfte) bzw. Störungszonen und somit einem hohen k_f -Wert ist mit einem erhöhten Wasserandrang zu rechnen. Durch die Varianz der k_f -Werte würde es je nach k_f -Wert zur Ausbildung eines Absenktrichters des Tagebaus kommen, der eine Reichweite in den Klüften von zehner Metern bis mehrere Kilometer bedeuten würde.

6.3.2 Ableitung des Durchlässigkeitsbeiwertes anhand der aus dem bestehenden Diabas-Tagebau gehobenen Wassermengen

Dem Tagebau fließen in einem gewählten Betrachtungszeitraum vom 01.01.2021 bis 01.01.2023 basierend auf den Berechnungen und Kapitel 2.4.2 durchschnittlich 332 m³/d Kluftwasser zu. Dabei wurde bei einer Begehung des bestehenden Tagebaus ersichtlich, dass es aktuell hauptsächlich zu Wasserzutritten aus dem Übergangsbereich Locker- zu Festgestein kommt (Kapitel 2.4.2). Die gehobene Wassermenge setzt sich aus der Wassermenge zusammen, die in den Tagebau durch Niederschlag direkt gelangt, und aus der Wassermenge, die durch wasserwegsame Bereiche dem Tagebau zu fließt sowie dem Wasser, das temporär aus Absetzteich 1 in das Absetzbecken auf der siebten Sohle gepumpt wird.

Tabelle 15: Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes und der Reichweite des aktuellen Diabas-Tagebaus anhand der Wassermenge, die dem bestehenden Diabas-Tagebau über wasserwegsame Bereiche zufließt

Ø Wassermenge, die über wasserwegsame Bereiche zufließt	Q	332 m ³ /d 3,84 l/s
Schichtmächtigkeit	M	55 m
Absenkung	s bzw. h _s	45 m
Durchlässigkeitsbeiwert berechnet ($k_f = \frac{Q}{s \cdot M}$)	k _f	1,5×10 ⁻⁶ m/s
Reichweite des aktuellen Tagebaus nach SICHARDT ($R = 3000 \cdot h_s \cdot \sqrt{k_f}$)	R	~ 165 m

Zur Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes werden neben dem Abfluss Q, die Absenkung s und die Schichtmächtigkeit M benötigt (Tabelle 15).

Die Schichtmächtigkeit beim bestehenden Tagebau ist der Bereich bis zum, im Vergleich zum Übergangsbereich, kompakteren Festgestein, da es aktuell hier hauptsächlich aus diesem Bereich zu Wasserzutritten kommt. Die Mächtigkeit liegt durchschnittlich bei 55 m.

Im Bereich des potentiellen Erweiterungsfeldes liegen die Flurabstände in den neuen GWMS zwischen 6,85 m unter GOK und 12,88 m unter GOK, so dass von einem mittleren Flurabstand von 10 m unter GOK ausgegangen werden kann. Daraus ergibt sich eine Absenkung von 45 m.

Aus diesen Parametern lässt sich ein k_f-Wert für den Lockergesteins- und Übergangsbereich von ungefähr 1,5×10⁻⁶ m/s berechnen. Aus dem k_f-Wert kann wiederum die Reichweite des bestehenden Tagebaus mit der Formel nach SICHARDT ermittelt werden, die bei ungefähr 165 m liegt.

Da in das Erweiterungsgebiet anhand der vorliegenden Erkundungen ein ähnlicher Schichtaufbau, wie im bereits bestehenden Tagebau vorliegt, kann diese Reichweite auch für den zukünftigen Tagebau angenommen werden. Bei der Berechnung fließen Vereinfachungen und Messfehler bei der Datenerhebung ein, sodass die tatsächlichen Werte leicht abweichen können.

6.4 Analytik

Die entnommenen Wasserproben wurden gemäß dem in Tabelle 5 dargelegten Analytik-Programm untersucht. In den Prüfberichten der Firma EUROFINS UMWELT OST GMBH, NL Freiberg, sind die Ergebnisse der Analytik verzeichnet (Anlage 5.3.). Eine Darlegung der Ergebnisse der Analytik der Wasserproben im Vergleich mit Grenzwerten der Oberflächengewässerverordnung - OGewV) Anlage 7 (zu § 5 Absatz 4 Satz 2) liegt in Anlage 5.3.2 vor.

Die Analytikergebnisse zeigten in den wärmeren Monaten eine signifikante Reduktion der pH-Werte aus den Feldmessungen im Vergleich zu den entsprechenden Labormessungen, während im Winter eine deutliche Erhöhung der vor Ort gemessenen pH-Werte im Vergleich zu den laborseitigen Messungen festgestellt wird (vgl. Anlage 5.2 und Anlage 5.3). So liegen die pH-Werte in der Messkampagne September 2023 in-Situ um ~0,8 höher, während die Messkampagne im Januar 2023 einen niedrigeren in-Situ-Wert von ~0,6 aufzeigt. Im Labor kommen die Proben gekühlt an, haben jedoch eine niedrigere Temperatur als in den Sommermonaten und eine höhere als die Entnahmetemperatur im Winter. Der pH-Wert von reinem Wasser beträgt 7,00 bei einer Temperatur von 25 °C, was auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen den Konzentrationen von H⁺- und OH⁻-Ionen hinweist. Mit der Veränderung der Temperatur neigt dieses Gleichgewicht dazu, sich in Richtung eines niedrigeren pH-Werts bei höheren Temperaturen zu verschieben und umgekehrt. Die beschriebenen Temperaturunterschiede können die großen Unterschiede der ermittelten pH-Werte jedoch nicht vollständig erklären. Andere Faktoren wie die Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit von Gasen und chemische Reaktionen können nachträglich den pH-Wert verändern und demzufolge zu den Unterschieden beitragen. Zur Vereinheitlichung und Vergleichbarkeit der Messergebnisse werden die Laborergebnisse herangezogen.

Eine im Rahmen des hydrogeologischen Gutachtens durchgeführte Analyse auf die Hauptelemente einiger Probenahmelokationen ist bereits im Jahr 2013 durch GEOS durchgeführt worden und ist in Abbildung 17 dargestellt.

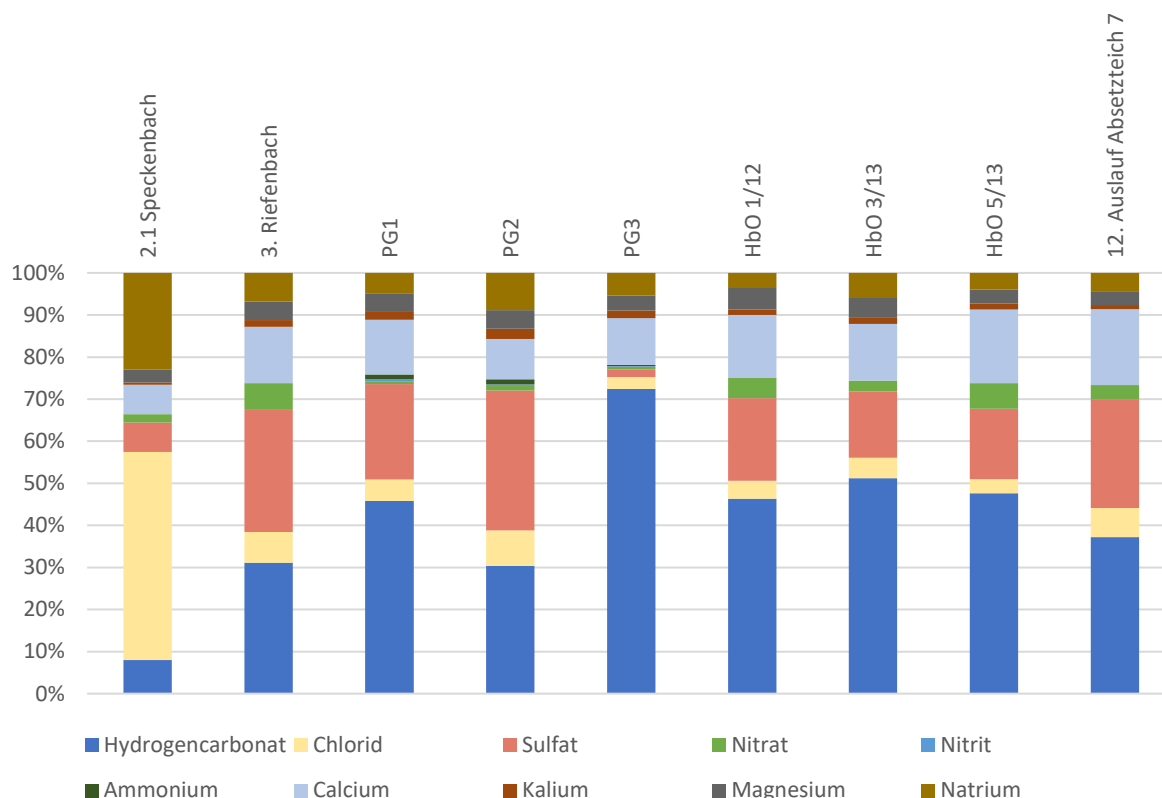


Abbildung 17: Gesamtchemische Analyse verschiedener Hebungs - und Oberflächenwässer am Huneberg, Durchführung 2013

Die 2013 durchgeführte Analyse zeigt chemische Unterschiede zwischen den Proben auf. Die Klufftgrundwasserproben HbO1/3/5 sind sich in ihrer Zusammensetzung sehr ähnlich. Auch die Wässer, die aus den Absetzteichen in die Große Hune überführt werden, ähneln dem Klufftgrundwasser in der prozentualen Zusammensetzung. Größere Variationen liegen in den Rammpegeln PG1, PG2 und PG3 vor, bei denen vor allem die Hydrogencarbonat - und Sulfat- Konzentration variieren. PG1 liegt dabei am Zulauf des Speckenbach Seitenarms und GP3 direkt östlich des Tagebaus.

Der Riefenbach liegt chemisch zwischen den Rammpegeln und dem Klufftgrundwasser. Der Speckenbach fällt durch erhöhte prozentuale Anteile von Chlorid und Kalium gegenüber den anderen Wässern auf.

Westliche Vorfluter (13 Große Hune 1, 14 Große Hune 2)

Die vor der Okertalsperre liegende Messstelle 14-Hune 2 und die stromaufwärts liegende Messstelle 13-Hune 1 zeigen keine auffällige Korrelation zwischen trockenen und nassen Abflüssen und der analysierten Parameter. Abgesehen von der September Messkampagne weist 14-Hune 2 eine

geringe Mineralisation auf, mit einer elektrischen Leitfähigkeit in allen Messkampagnen $< 250 \mu\text{S}/\text{cm}$.

Für die Auswertung der Messwerte müssen die natürlichen Hintergrundwerte in den Fließwässern des Gebietes berücksichtigt werden [40]. Diese zeigen im Vergleich zu den Messungen der Gewässerökologischen Untersuchung der Großen Hune 1,2 [37], vergleichbare Zink und Kupfer - Konzentrationen und höhere Chrom, Blei und Cadmium Konzentrationen im natürlichen Hintergrund der **Feststoffphase** $< 63 \mu\text{m}$. Hauptsächlich bei Nickel sind die natürlichen Hintergrund Werte eine Größenordnung kleiner. In der **gelösten** Phase zeichnet sich für die Große Hune eine deutlich höhere Konzentration von Arsen und Chrom gegenüber den natürlichen Hintergrundwerten [40] und den Referenzwerten der Grenzkappe und des Riefenbachs ab. Für Zink, Nickel und Blei ist die Konzentration in der Großen Hune im Bereich der natürlichen Hintergrundwerte.

Von allen beprobten Fließgewässern weist die Große Hune die höchsten Arsen Konzentration auf, wobei der überwiegende Anteil der Arsen-Fracht im gelösten Zustand vorliegt. Die Konzentration ist in der September Messung am höchsten, während in den Abflüssen im Januar und Dezember kein Arsen nachweisbar ist. Das Eluat des Abbaumaterials der Halde zeigte bei Untersuchungen aus dem Jahr 2013 noch Schwermetallgehalte von Arsen, Zink, Kupfer, Quecksilber und Cadmium unterhalb der Bestimmungsgrenze. Auch in den Messkampagnen zwischen November 2022 und September 2023 zeigt das Haldeneluat im Teich keine messbaren Arsen Konzentrationen. Die erhöhte Arsenfracht im Sommer in der Großen Hune könnte auf eine gesteigerte mikrobiologische Aktivität hindeuten, die einen wesentlichen Beitrag zur Oxidation der arsenhaltigen Sulfide leistet [38]. Unveränderte Sulfat-Gehalte zwischen den Messkampagnen und die Korrelation mit hohen pH-Werten widersprechen jedoch der Annahme einer zeitlich bedingten erhöhten Sulfid-Oxidation. Allgemein kann in den Gewässern höherem pH-Wertes eine erhöhte As-Konzentration festgestellt werden. Ein anderer physiko-chemischer Erkläransatz kann daher über die Mobilität des gelösten Arsens gemacht werden, welches maßgeblich von der Speziation beeinflusst ist. Insbesondere erfolgt zwischen einem pH-Wert von 6 und 8 die Hydrolyse des As(V) von einer leicht sorbierbaren Spezies, H_2AsO_4^- , zu einer mobileren Spezies, H_3AsO_4 [39]. Auch der wichtigste Sorbat von gelösten Arsenspezies, Eisen-(hydr)-oxide haben bei einem hohen pH-Wert eine negative Oberflächenladung und adsorbieren daher negative ionische Spezies schlechter als bei positiver Oberflächenladung bei niedrigem pH-Wert.

Die Konzentration von Zink schwankt zwischen den Monaten stark. Die 2020 durchgeführte Analyse der Grenzkappe zeigt die lokal erhöhte geogene Belastung der Oberflächenwässer auf [40]. Die höhere Konzentration der Messstelle Großen Hune 1 im Vergleich zum Auslauf des Absetzbeckens um den Faktor 3-7 zeigt, dass aus dem Tagebau gehobene Wässer nicht zusätzlich durch

den Bergbau belastet sind. Die hohe gelöste Zink-Konzentration der Grenzkappe [40] erklärt den Unterschied zwischen beiden Proben. Besonders in den Sommermonaten liegen die Zink Konzentrationen der Hune und der Okertalsperre nah beieinander, während in den Wintermonaten die Hune vor dem Einlauf mehr Zink enthält.

Nachklärteiche (KTzu (2a,2b), KTAus(3))

Die Analytik der Proben aus dem Zulauf bzw. dem Ablauf (Anlage 5.3) der Nachklärteiche zeigt, dass die Mineralisation und die abfiltrierbaren Stoffe des Wassers bei Durchlaufen der Nachklärteiche verringert werden (siehe Kapitel 2.4.2, [37]). Bezüglich der elektrischen Leitfähigkeit vom Einfluss zum Abfluss aus den Absetzteichen wurden unterschiedliche Resultate erzielt. Die Verbesserung reicht von 40% im Januar 2023 bis zu keiner Verbesserung im Dezember 2022 und März 2023. Die Sulfat-Gehalte liegen in den meisten Abflussverhältnissen leicht oberhalb der vorgegebenen 75 mg/l Grenze. Durch die Absetzbecken wird eine geringfügige Reduzierung der Sulfat-Konzentration erzielt. Die Absetzbecken zeigten sich effektiv in der Reduzierung von erhöhten Werten von Eisen, Phosphor und Ammonium am Beispiel der Messkampagne im November 2022. Bei großer Fracht von Sulfat oder Eisen über den Zulauf können vereinzelt Überschreitungen im Auslauf der Nachklärteiche auffindbar sein (Eisen - März 2023, Sulfat – Dezember 2022). Die höchsten Eisenkonzentrationen sind in den niederschlagreichen Phasen im Januar und März 2023 mit >6 mg/l im oxidativen Säureaufschluss auffindbar.



Abbildung 18: Links: Absetzteich 2; Rechts: Auslauf Absetzteich 7 im September 2023

Da das Eisen bei den vorliegenden pH-Werten nicht gelöst vorliegt wahrscheinlich an Schwebstoffe gebunden ist, kann eine zu kurze Verweilzeit im Nachklärteich während der Schneeschmelze zu den erhöhten Eisengehalten im Auslauf des Absetzteich 7 führen. Bezüglich Arsen weist der Absetzteich 2 die höchsten Arsen-Konzentrationen aller beprobten Gewässer auf, gefolgt von dem Abfluss der Absetzteiche. Über den Einlauf von den Lagerplätzen und Aufbereitungsanlagen wurden um den durchschnittlichen Faktor ~5 niedrigere Arsen-Konzentrationen gemessen. Das aktuelle Wasserhaltungskonzept sieht vor, dass Wasser aus dem Absetzteich 1 bei hohen AFS in das Absetzbecken 7. Sohle gepumpt wird. Dort soll eine zusätzliche Verweilzeit für die Sedimentation von Schwebefracht gewährleistet werden, um nach einer gewissen Zeit in den Absetzteich 2 gepumpt zu werden. Die größere Verweilzeit scheint eine erhöhte Arsen-Liberation zu bewirken. Sowohl in niederschlagsarmen- und reichen Perioden überwiegt die Arsen-Konzentration im Absetzteich 2 ungefähr gleichermaßen. Künftig wird im Tagebau Huneberg-Ost ebenfalls ein weiteres Absetzbecken vor die Einleitung in die Nachklärbecken vorgeschaltet.

Keine weiteren Überschreitungen der physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten der OGewV sind im Ab- und Zulauf messbar.

Östliche Vorfluter (1.Radau, 2.1 Speckenbach, 2.2 Tiefenbach, 3. Riefenbach)

Die Vorfluter Riefenbach und Speckenbach werden zu Teilen aus dem durch Vernässungen geprägten moorigen Riefenbruch gespeist, wobei der Riefenbach aus dem nördlichen Bereich und der Speckenbach aus dem südlichen Bereich des Riefenbruches gespeist wird. Zu dem zeigte sich, dass der Speckenbach seine Speisung anteilig aus dem klüftigen Gestein erfährt. Durch die Analyse der chemischen Zusammensetzung sowie des Vor-Ort-Parameters der elektrischen Leitfähigkeit wird deutlich, dass, obwohl beide Vorfluter einem nahezu identischen Gebiet entstammen, eine unterschiedliche Mineralisation im Oberlauf vorliegt. Dies könnte durch die Speisung aus anderen Bereichen, als dem Riefenbruch, verursacht sein. Analysen an verschiedenen Stellen des Riefenbachs im Jahr 2013 zeigten, dass es flussaufwärts vorherrschend zu einer leichten Erhöhung der Mineralisierung des Wassers im Vorfluter kommt. Es fällt auf, dass die Cadmiumkonzentrationen am Ausfluss des Riefenbruches höher sind als weiter flussabwärts.

Die Analysen von 2013 zeigten eine erhöhte Konzentration von Calcium und Natrium im Speckenbach, während Sulfat und Calcium die Mineralisierung des Riefenbachs prägen. Die Analyse der Messungen von November 2022 bis September 2023 ergab, dass die Sulfat Konzentrationen in den Vorflüssen Speckenbach, Tiefenbach und Riefenbach nahezu identisch sind und zwischen 11 mg/l und 20 mg/l liegen. In der Radau hingegen sind leicht erhöhte Sulfat Konzentrationen

zwischen 28 mg/l und 38 mg/l zu verzeichnen, die durch andere Zuflüsse zustande kommen. Während die Chlorid Konzentrationen im Speckenbach und Riefenbach konstant unter 10 mg/l liegen, ist der Tiefenbach mit durchschnittlich 56 mg/l deutlich stärker mineralisiert. Dies deutet auf einen vergleichsweise geringen Anteil an der Speisung aus dem Riefenbruch hin, da für diesen sehr niedrige Chlorid Gehalte in PG1-PG3 nachgewiesen worden sind (Abbildung 17).

Der gemessene Parameter für den Gesamtorganischen Kohlenstoff (TOC) überschreitet den Grenzwert von 7 mg/l gemäß der Anlage 7 der Oberflächengewässerverordnung in den wasserführenden Messkampagnen zwischen 2022 und 2023 im Riefenbach. Durch die Speisung aus einem anteilig moorigen Gebiet ist diese Überschreitung absehbar.

Im Tiefenbach wurde ebenfalls eine Überschreitung mit 7,9 mg/l und 10 mg/l festgestellt. In den kalten und niederschlagsarmen Monaten November und Dezember 2022 sind die TOC-Werte in den Vorflüssen am niedrigsten. Dies hängt sowohl mit der geringeren biologischen Aktivität aber auch mit der geringen Speisung aus dem Riefenbruch durch niedrige Pegelstände zusammen. Mit erhöhten Niederschlägen im Januar und März 2023 sind erhöhte TOC-Gehalte in allen östlichen Vorflutern im Vergleich zu den Vormonaten messbar. Die biologische Aktivität ist ebenfalls hier gering. Es kommt lediglich zu einem erhöhten Austritt von Riefenbruchwässern und infolgedessen zu einer verstärkten anteiligen Speisung.

Die Cadmium-Konzentrationen überschreiten in den Messkampagnen bei den meisten Proben den durch die OGewV vorgegeben Richtwert. Die Analyse zeigt, dass Cadmium aus der filtrierten Probe den Großteil des vorhandenen Cadmiums ausmacht, die Cadmium-Konzentration aus dem oxidativen Säureaufschluss demnach nur geringfügig höher liegt.

Oberflächengewässer in der Region um den Huneberg sind durch ein erhöhtes geogen bedingtes Auftreten von Schwermetallen wie Cadmium, Blei, Zink, Kupfer und Arsen charakterisiert [37]. Dies zeigt sich z.B. darin, dass die abgeleiteten Wässer im Auslauf Absetzteich 7, die anteilig Grundwasser enthalten, geringere Cadmiumgehalte aufweisen, als beispielsweise die Gewässer Große Hune, Tiefenbach, Grenzkappe [37] oder die Okertalsperre. Eine Ermittlung der Hintergrundwerte für Cadmium in dem hydrogeologischen Teilraum Harz erfolgte an 17 Messstellen und ergab einen mittleren Wert von 0,74 µg/l [42].

Saure Bedingungen, wie diese in moorigen Bereichen wie dem Riefenbruch auftreten, sowie variierende Redox-Bedingungen durch starke Pegelschwankungen, begünstigen die Mobilität und Liberalisierung einiger dieser Elemente. Im Riefenbach ergeben sich daher angetroffene Konzentrationen von bis zu 1,7 µg/l (Anlage 5.3.1). Im Teich neben der Halde und dessen Zulauf (Messpunkt 9.1 und 9.2), die keinen Ablauf in den Riefenbruch aufweisen, treten ebenfalls erhöhte Cd-

Konzentrationen zusammen mit niedrigen pH-Werten auf. Diese Bedingungen entstehen vermutlich in Folge der Sulfid-Oxidation innerhalb des im Zuge der Gewinnung und Ablagerung aufgelockerten Haldenmaterials (wie auch geogen in der Verwitterungszone der Lagerstätte). Die Wasserbilanz des Teichs wird hauptsächlich durch Verdunstung beeinflusst, was mit einer Aufkonzentrierung von Stoffgehalten einhergeht. Jedoch spielen auch Versickerungsprozesse in dem Verwitterungsbereich eine gewisse Rolle. Ein Einfluss auf das Grundwasser besteht nicht, wie die Beprobungen des Grundwassers in HbO 1, 3 & 5 verdeutlichen. Gelöstes Cadmium liegt in den Analysen vom November 2022 und August 2023 stets unterhalb der Nachweisgrenze vor.

Mit dem Übergang der geringen Mengen versickernder Wässer in das Kluftgrundwasser fällt zusätzlich zur Verdünnung bei den hier vorliegenden pH-Werten eingetragenes, gelöstes Cadmium aus [43], so dass keine nachweisbaren Auswirkungen auf das Grundwasser zu erwarten sind. Im Übrigen ist anzumerken, dass die in Haldenrandgraben und Teich festgestellten Cadmium-Konzentrationen den Grenzwert der Trinkwasserverordnung (3 µg/l) einhalten, sodass keine Gefährdung der Nutzung des Grundwassers bezüglich Cadmium besteht.

In trockeneren Phasen wie November, Dezember 2022 und September 2023 sind Speckenbach, Tiefenbach und Riefenbach deutlich weniger mit Schwermetallen belastet als in niederschlagsreichen Phasen. Dies hängt mit der abnehmenden Speisung der Vorfluter mit dem sinkenden Wasserstand im Riefenbruch zusammen.

Oberflächennahes Grundwasser (PG1, PG2, PG3)

Der Chemismus aus den 3 Rammpegeln (Probenahme 2013) variiert untereinander (ersichtlich anhand Analytik und dem Vor-Ort-Parameter elektrische Leitfähigkeit), die höchsten Einzel-Mineralgehalte liegen in der PG3 vor. Nitrit, Nitrat und Ammonium wurde in diesen Wasserproben festgestellt. Dies ist dadurch bedingt, dass das oberflächennahe Grundwasser direkt aus Bereichen, die durch Torf bzw. stark humose Bereiche und somit aus Schichten mit einem hohen organischen Gehalt (Schichten bis 0,3 m unter GOK), entnommen wurde. Die ermittelte Konzentration von Hydrogencarbonat und die messbaren pH-Werte zeigen die lokalen Schwankungen des Chemismus im Riefenbruch auf.

In der PG1 wurde mit 1,06 mg/l der durch die Trinkwasserverordnung (2001) vorgegebene Wert für Ammonium von 0,5 mg/l überschritten. Dabei handelt es sich sehr wahrscheinlich um eine punktuelle Erhöhung des Ammoniumwertes, da das beprobte Wasser aus vernässten Bereichen stammt, in denen das Wasser teilweise über längere Zeit steht und es dabei zur Anreicherung kommen kann.

In der Wasserprobe aus der PG3 wurde Toluol mit 15 µg/l ermittelt. Der Geringfügigkeitsschwellenwert nach LAWA (2016) von 20 µg/l wird nicht überschritten.

Aktuelle Untersuchungen zu dem oberflächennahen Grundwasser wurden nicht durchgeführt.

Tabelle 16: Analytik der Rammpegel im Riefenbruch; Durchführung 2013

Parameter	Einheit	PG1	PG2	PG3	TrinkwV [2012] [30]	LAWA (2016)
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	148	82,9	252		
pH-Wert	--	6,5	5,8	6,9	≥ 6,5 und ≤ 9,5	
Hydrogencarbonat	µS/cm	42,3	13,7	131		
Chlorid	mg/l	4,7	3,8	5,1	250 mg/l	250 mg/l
Sulfat		21	15	3,2	250 mg/l	240 mg/l
Nitrat		0,6	0,6	1,2	50 mg/l	
Nitrit		0,45	0,05	0,16	0,5 mg/l	
Ammonium		1,06	0,57	0,63	0,5 mg/l	
Calcium, gelöst	mg/l	12	4,3	20		
Kalium, gelöst		1,9	1,1	3,4		
Magnesium, gelöst		3,8	2	6,4		
Natrium, gelöst		4,6	4	9,7	200 mg/l	
AOX	mg/l	0,03	0,05	0,04		
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1		0,1 mg/l
Benzol	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	1 µg/l	1 µg/l
Toluol		<1	<1	15		
Ethylbenzol		<1	<1	<1		
m-/p-Xylol		<1	<1	<1		
o-Xylol		<1	<1	<1		
Summe BTEX		n.b.	n.b.	15		20 µg/l

Kluftgrundwasser (HbO 1/12, HbO 3/13, HbO 5/13)

Die aus dem Kluftgrundwasserleiter entnommenen Grundwasserproben weisen einen sehr ähnlichen Chemismus auf. Die Mineralisation in den 3 Messstellen ist hauptsächlich durch Natrium, Sulfat und Hydrogencarbonat geprägt (Abbildung 17). Die Daten bestätigen, dass das Wasser aus

Bereichen stammt, die durch Festgestein geprägt sind, die einen ähnlichen Chemismus wie Diabas aufweisen [33]. Aus der durchgeführten Analytik im Jahr 2013 lässt sich ebenfalls ableiten, dass der Klufftgrundwasserleiter sehr wahrscheinlich keinen direkten Kontakt zum Riefenbruch und nicht durch Vorfluter gespeist wird, da die Wässer dieser 3 Typen einen unterschiedlichen Chemismus aufweisen. Trotzdem ist ein Absinken des pH-Wertes der Klufftgrundwassermessstellen zwischen November 2022 und August 2023 bei konstanter Temperatur messbar, welches in der Größenordnung mit der Veränderung des pH-Wertes der Oberflächenwässer in Folge der höheren biologischen Aktivität im Sommer korreliert. Durchschnittliche Pegelunterschiede liegen bei ~5 m zwischen den Stichtagsmessungen mit den höchsten und tiefsten Pegelhöhen. Der Druckwasserpegel liegt trotz dieser Unterschiede mindestens 5 m unterhalb der hydraulisch unwirksamen Verwitterungszone. Erhöhte Benzol-Konzentrationen von 2,6 µg/l – 3,8 µg/l im November 2022 konnten in der August 2023 Messkampagne nicht bestätigt werden. Die übrigen Messparameter zeigen keine auffälligen Werte oder Entwicklung zwischen den Probenahmekampagnen. Die gleichmäßige Entwicklung der Pegelstände lässt auf eine hydraulische Verbindung zwischen den Messstellen schließen (vgl. Abbildung 14 - Abbildung 16).

Absetzteich Halde + Zulauf

Oberflächlich ablaufende Wässer der Abraumhalde werden im Absetzteich nordöstlich des aktiven Tagebaus aufgefangen. Die transportierten Partikel sedimentieren hier ab. Der Wasserstand hängt von der Speisung durch Regenwasser, Versickerung und Evaporation ab. Zu einem Überlauf ist es bis dato nicht gekommen, da das Fassungsvermögen ausreichend groß ist. Beim höchsten dokumentierten Wasserpegel im Januar 2023 lag der Wasserpegel ca. 70 cm unterhalb der Teichoberkante.



Abbildung 19: Wassersituation Zulaufteich Halde am 18.01.2023

Im Dezember 2022 tritt ein erhöhter Cadmium-Gehalt und Sulfat-Gehalt auf, der jeweils oberhalb des vorgegeben OGewV liegt. Über die darauffolgenden Messkampagnen konnte dieser Trend weiterhin beobachtet werden. Sofern der Ablauf der Halde wasserführend und somit eine Probenahme möglich war, lag die Cadmium-Konzentration in der filtrierten Probe stets über der des Teichwassers. Die höchsten messbaren Konzentrationen korrelieren mit den Zeiten erhöhten Niederschlags im Januar und März.

TOC Gehalte waren in der Septemberkampagne am höchsten, Grenzwertüberschreitungen liegen jedoch keine vor.

7 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

7.1 Einzugsgebiete

Die Fläche des geplanten Erweiterungsgebietes beträgt ~ 42,3 ha. Das Abbaugelände hat eine Fläche von 34,4 ha, da der östliche Abschnitt des Erweiterungsfeldes für die Lagerung von Abraummaterial vorgesehen ist.

Das oberirdische Einzugsgebiet des Erweiterungsgebietes soll durch das Errichten eines Walls um den Tagebau (Abbaufeld und Haldenfläche) der Fläche des Erweiterungsgebietes entsprechen.

Bei Heranziehung der im aktuellen Diabas-Tagebau über wasserwegsame Bereiche zufließenden Wassermengen, ist es möglich die Reichweite und somit das unterirdische Einzugsgebiet des bereits bestehenden Diabas-Tagebaus zu ermitteln (Kapitel 6.3.2). Da im Erweiterungsgebiet ähnliche geologische und tektonische Verhältnisse im Untergrund vorherrschen, wie im bereits bestehenden Tagebau, kann die errechnete Reichweite und somit der Absenktrichter von ungefähr 165 m auch auf dieses Abbaufeld übertragen werden. Der Absenktrichter von 165 m erstreckt sich radial von der Tagebaukante des abgegrenzten Abbaufeldes aus.

Bei Annahme eines potentiellen Absenktrichters der potentiellen Abbaufäche des Erweiterungsgebietes von 165 m ergibt sich ein unterirdisches Einzugsgebiet, ausgehend vom Tagebauabrand, von ungefähr 50 ha. Durch lokale Heterogenitäten in der Ausbildung der Klüfte, wie es zwischen HbO 1, HbO 3 und HbO5 durch die Pumpstests feststellbar war, kann es lokal zu Variationen in der Dimension des Absenktrichters kommen. Aus der Fläche des potentiellen Erweiterungsgebietes und dem unterirdischen Einzugsgebiet ergibt sich ein Gesamteinzugsgebiet von ungefähr 92,4 ha. Das Einzugsgebiet (Oberflächenabfluss) des im Norden des potentiellen Erweiterungsgebietes gelegenen Riefenbachs bis zur Mündung in die Radau beträgt ungefähr 373,4 ha. Durch den geplanten Tagebau findet eine Reduzierung des Einzugsgebietes um 4,3% statt. Das Einzugsgebiet (Oberflächenabfluss) des im Süden des potentiellen Erweiterungsgebietes gelegenen Speckenbachs bis zur Mündung in den Tiefenbach beträgt ungefähr 146,4 ha. Durch den geplanten Tagebau findet eine Reduzierung des Einzugsgebietes um 18 % statt, wobei diese Minderung hauptsächlich ein temporär trockenfallendes Gewässer kurzer Fließlänge (0,6 km) betrifft, welches anschließend in den Tiefenbach mündet. Für das gemeinsame Einzugsgebiet Tiefenbach und Speckenbach (531,1ha) beträgt die Minderung nur noch ca. 5 %. Damit ist die Minderung für das Hauptgewässer minimal. Nach den NLWKN Leitfaden ist eine Reduktion des Basisabflusses in dieser Größenordnung nicht bewertungsrelevant [45].

Die Einzugsgebiete des Tagebaus, Riefenbachs und Speckenbachs sowie die Fläche des potentiellen Erweiterungsgebietes sind in der Anlage 6.5 dargestellt.

7.2 Prognose des Wasseranfalls in der potentiellen Lagerstätte

Der Wasseranfall im potentiellen Erweiterungsgebiet bei Aufschluss als Tagebau kann anhand des Abflusses und dem jeweiligen Einzugsgebiet des Tagebaus errechnet werden. Der Abfluss setzt sich aus dem oberirdischen A_o , unterirdischen Abfluss A_u und dem Wasseranfall durch Niederschlag im aufgeschlossenen Tagebau A_T direkt zusammen:

$$A = A_o + A_u + A_T$$

Anhand des aus dem Niederschlag und der Verdunstung ermittelten Abfluss A und dem oberirdischen Abfluss A_o , der durch die Abflussmessungen an den Vorflutern überschlägig ermittelt wurde, kann der unterirdische Abfluss ermittelt werden. Die Berechnung des unterirdischen Abflusses in Richtung aufgeschlossenen Tagebau, sowie Informationen zu den einzelnen Parametern finden sich in der Tabelle 17.

Tabelle 17: Berechnung des unterirdischen Zuflusses im Tagebau

	Riefenbach	Speckenbach
Fläche (F_E) Einzugsgebiet Vorfluter bis zu den Durchfluss - Messpunkten	204,6 ha (bis 7-Riefenbach)	136,9 ha (bis 2.1-Speckenbach)
Abfluss (A) gesamt (siehe Kapitel 2.2)	445 mm bzw. 0,445 m ³ *a	
Abfluss (gesamt) in dem jeweiligen Einzugsgebiet $A_E = F_E * A$	887.775 m ³ /a	609.505 m ³ /a
Oberirdischer Abfluss im Einzugsgebiet A_{Eo}	ca. 480.924 m ³ /a (Ø 7,49 l/s)	ca. 382.689 m ³ /a (Ø 12,15 l/s)
Berechnung unterirdischer Abfluss im Einzugsgebiet $A_{Eu} = A_E - A_{Eo}$	~ 0,199 m ³ /m ² *a	~ 0,165 m ³ /m ² *a

	Riefenbach	Speckenbach
Durchschnittlicher unterirdischer Abfluss im Bereich bzw. Umfeld des Erweiterungsfeldes A_{Eu}	0,182 m ³ /m ² *a	
Fläche Einzugsgebiet unterirdischer Abfluss ohne Fläche aufgeschlossener Tagebau F_{Eu}	50 ha	
potentieller unterirdischer Zufluss in Richtung Tagebau $A_u = A_{Eu} * F_{Eu}$	~91.000 m³/a bzw. ~249 m³/d	

Neben dem unterirdischen Zufluss und Niederschlag fällt im geplanten Tagebau kein weiteres Oberflächenwasser an.

Neben dem unterirdischen Zufluss erfolgt ein Wasseranfall im aufgeschlossenen Tagebau direkt durch den Niederschlag.

Bei einer geplanten Abbaufäche von ungefähr 34,4 ha bei 1000 mm/a fällt eine durchschnittliche Menge $A_T = 344.000 \text{ m}^3/\text{a}$ an. Unter Annahme der verringerten Verdunstungsrate im Tagebau von 300 mm/a ist die korrigierte $A_{T(300)} \sim 660 \text{ m}^3/\text{d}$. Unter Verwendung der Verdunstungsrate von 550 mm/a ist mit einem $A_{T(550)} \sim 424 \text{ m}^3/\text{d}$ zu rechnen.

Der potentielle Wasseranfall im Tagebau (im Endzustand) beträgt demnach ungefähr

909 m³/d bzw. 673 m³/d.

Die Zusammensetzung der anfallenden Wässer zeigt, dass der Großteil durch die anfallenden Niederschläge zustande kommt. Historische Niederschlagswerte am Tagebau zeigen dabei sehr starke monatliche Unterschiede (siehe Tabelle 1).

Jedoch ist zu beachten, dass:

- die Erfassung der Wasserhebung im bereits bestehenden Tagebau über die Betriebsstunden der Pumpe erfasst wird, dabei kann es zu Abweichungen kommen, die jedoch eher gering ausfallen. Trotzdem wird zur Ermittlung der genauen gehobenen Menge die Installation einer Wasseruhr empfohlen.
- die ermittelten Abflüsse der Vorfluter ergeben sich über einen Durchschnittswert aus mehreren durchgeführten Abflussmessungen. Die in den Mittelwert einbezogenen maximalen Werte können nur für kleine Zeiträume gelten, wodurch der Mittelwert hier verfälscht wird. In den errechneten Mittelwert fließen die Abflussmessungen die im Rahmen des

Gutachtens stattfanden sowie die durch HGN durchgeführten Durchflussmessungen ein. Die beiden Datensätze ergänzen sich gut hinsichtlich der beprobten Monate. Trotzdem sind die Daten nur eine Momentaufnahme. Daher wird sehr wahrscheinlich der tatsächliche oberirdische Abfluss geringfügig anders ausfallen. Hierfür empfehlen sich kontinuierliche Abflussmessungen mittels eines Datenloggers über ein Jahr an ausgewählten Abflusspunkten.

- die verwendeten berechneten und abgeschätzten Kennwerte, insbesondere für den Kluftgrundwasserleiter, eine große Spannweite belegen und damit deutliche Abweichungen möglich sind.

Ausbildung des Absenktrichters

Im Nahbereich des Tagebaus kommt es erfahrungsgemäß zu einer steilen Ausbildung des Absenktrichters. Die Bestimmung des k_r -Wertes erfolgte nur für den Lockergesteins- und Übergangsbereich.

In die Berechnung sind Messwerte des analogen Niederschlagszählers am Tagebau eingeflossen, die durch verschiedene Fehlerquellen bis zu 12% höher liegen können [41]. Niederschläge können auch die Menge an Wasser in den unteren Absetzteichen erhöhen, sowie Versickerungsprozesse und Verdunstung diese erniedrigen. Eine Korrektur der Niederschlagsdaten erfolgt daher nur für die anfallenden Tagebauniederschläge. In die Berechnung fließen ansonsten die erhobenen Rohdaten.

Das im Erweiterungsgebiet anstehende Festgestein weist unterschiedliche Durchlässigkeiten auf, die durch einen Wechsel von mächtigen kompakten Bereichen mit tektonisch beanspruchten Zonen bedingt sind. Die Kluftzonen sind teilweise mineralisiert und damit weniger durchlässig als die relativ stark wasserwegsame Kluftzonen ohne Mineralisation (Kapitel 6.3.1). Bei Erschließung des Tagebaus werden die angeschnittenen Klüfte „ausbluten“, so dass es hier zu einem höheren Wasserzufluss kommen kann. Es ist damit zu rechnen, dass es bei Erschließung des Kluftgrundwasserleiters zu erhöhten Zuflüssen kommt. Nachdem die Klüfte ausgeblutet sind, wird über diese entsprechend des Niederschlagdargebotes und der wirksamen Neubildung kein bzw. nur ein unterschiedlich starker, meist geringer Zufluss erfolgen. Dies ist zurzeit am bestehenden Tagebau zuerkennen, denn hier sind an sich keine bzw. nur sehr geringe Wasserzutritte aus den Klüften selbst zu erkennen.

Bei Anschnitt von Klüften bzw. Störungen die mit einem größeren weitreichenden Kluftsystem verbunden sind, kann es zu einem über längere Zeit andauernden Zufluss kommen. Im aktuell bestehenden Tagebau zeigte sich, dass es in ausgewählten Bereichen, jedoch nicht im Tagebau über den gesamten Querschnitt, zu Zuflüssen kommt. Die nördlich des geplanten Abbaufeldes liegende GWM HbO 5 ist durch niedrige Absenkung während des Pumpversuchs im Vergleich zu den anderen GWM aufgefallen. Auch der schnelle Wiederanstieg lässt hier auf eine lokal hohe hydraulische Leitfähigkeit schließen, sodass der stärkste Zufluss im nördlichen Bereich zu erwarten ist. Die unmittelbar nordöstlich von HbO 5 liegende ehemalige Quelfassung, die mittlerweile trocken liegt, deuten ebenfalls diese lokalen hydraulischen Zustände an.

Im Bereich des Lockergesteins und Übergangsbereichs wird es zur Ausbildung von einem Absenktrichter mit einer lateralen Ausbreitung von ca. 165 m kommen (Kapitel 6.3.2).

Die Zuflüsse in den Tagebau werden mit Erschließung des Tagebaus aufgrund der Zunahme der Tiefe und somit der Vergrößerung des Einzugsgebietes sukzessive zunehmen.

Ableitung der Tagebauwässer

Die im Tagebau anfallenden Wässer sind auch bei dem potentiellen Erweiterungsgebiet zu heben und über Nachklärteiche zu klären. Diese von abfiltrierbaren Stoffen befreiten Wässer sind nach dem Wasserhaltungskonzept von Stand Oktober 2023 (Anlage 5.5) den Absetzteichen, die schlussendlich in die Große Hune entwässern, geplant zuzuführen. Dabei fällt das Absetzbecken 7.Sohle weg und wird durch ein neues Absetzbecken im Erweiterungsgebiet ersetzt. Durch die Verringerung des Einzugsgebietes für vorwiegend Riefenbach und Speckenbach und letztendlich Tiefenbach, würde das den Vorflutern entzogene Wasser in die westlichen Vorfluter (Große Hune, Okertalsperre) abgeführt werden.

7.3 Auswirkungen

Im Folgenden werden mögliche Auswirkungen auf den westlich des potentiellen Erweiterungsgebietes liegenden Riefenbruch, auf die Trinkwasserschutzzone in der die potentielle Erweiterungsfläche liegt, den Radaustollen sowie die Vorfluter Specken-, Tiefen- und Riefenbach betrachtet.

7.3.1 Riefenbruch

Der Untergrund des Riefenbruchs ist durch metermächtige, stark tonig-schluffige Verwitterungslehme [13] geprägt (Anlage 4.1). Diese nahezu wasserundurchlässigen Schichten bilden

morphologisch gesehen eine Senke, die durch Niederschlag und den oberirdischen Zufluss gespeist wird. Ein hydraulischer Kontakt zwischen Riefenbruch und dem liegenden Festgesteinskörper besteht mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht. Das bekräftigen die chemischen Analysen der Wässer, so dass eine Ausbildung eines Absenktrichters keinen unterirdischen Abfluss des Riefenbruchs nach sich zieht bzw. betrifft. Der Ab- bzw. Ausfluss des Riefenbruchs erfolgt damit in erster Linie nach hohem Niederschlagsangebot und reliefbedingten hohen Oberflächenwasserzuflüssen entlang der Konturlinien des Reliefs und den vorhandenen anthropogenen Drainagegräben. Im Nachgang bildet die Verdunstung den maßgeblichen Faktor für die verbleibenden, wassergesättigten Flächenbereiche.

Zur Vermeidung und Einschränkung der oberirdischen Zuflüsse wurden Teile des Vorhabengebietes gegenüber in der Antragskonferenz bekanntgegebenen Fläche entsprechend der Konturlinien des morphologischen Reliefs aus dem Flächen des Vorhabengebietes herausgenommen. Somit ist das oberirdische Einzugsgebiet des Riefenbruchs nicht mehr betroffen und negative Auswirkungen auf das Biotop werden vermieden.

Die am Ostrand des Riefenbruchs und ca. 100 m westlich des Erweiterungsfeld liegende GWM PG4 ist unabhängig vom geplanten Erweiterungsfeld nahezu ganzjährig trocken (Tabelle 9). Dies verdeutlicht, dass der Bereich entlang der nordöstlich verlaufenden oberirdischen Wasserscheide, hauptsächlich sporadisch Wasser führt und das Niederschlagswasser in die topografischen Senken zufließt.

Eine Versiegelung der existierenden Entwässerungsgräben könnte als allgemeine Verbesserungsmaßnahme für den Wasserhaushalt des Riefenbruchs erfolgen. Es liegen zwar keine Daten zum Abfluss durch die Entwässerungsgräben vor. Von einer negativen Auswirkung auf den Riefenbruch durch die Wiederherstellung der natürlichen Verhältnisse ist nicht auszugehen.

Über die Beobachtung des Pegelstands in PG4 sowie der Durchflussmessungen im Norden des Erweiterungsfeldes in P11 (Anlage 7), konnten die Abgrenzungen der wasserstauenden Bereiche des Riefenbruchs bestätigt werden. Mit der aktuellen Ausweisung des Erweiterungsfeld geht daher keine Verkleinerung des Einzugsgebietes als auch keine Verringerung der moorigen Flächen des Biotops einher.

7.3.2 Riefenbach

Der Riefenbach hat seinen Ursprung im Ausgang des Riefenbruchs und wird oberhalb hauptsächlich durch den oberirdischen Abfluss gespeist. In den morphologisch tieferen Gewässerabschnitten erfolgen quellartige Zuflüsse aus dem Kluftgrundwasserleiter. Der Riefenbruch entwässert in den Riefenbach nur dann, wenn eine Sättigung der geomorphologischen Senke, die für die Bildung der moorigen Flächen verantwortlich ist, stattfindet. Auch bei ersichtlichem Ausfluss von Wasser aus dem Riefenbruch, ist keine Durchgängigkeit des Riefenbachs garantiert, wenn bei geringen Abflüssen die Versickerungsrate außerhalb des Riefenbruchs größer ist als die Nachlieferung von Wasser. Nur in Perioden mit besonders hohem Niederschlagsangebot ist ein durchgängiger Abfluss im Riefenbach ausgehend vom Riefenbruch ersichtlich.

Das Einzugsgebiet des oberirdischen Abflusses, durch den der Riefenbach hauptsächlich seine Speisung erfährt, würde durch die Erweiterung um eine Fläche von ~ 16 ha, d. h. um weniger als 5 %, verkleinert werden (Anlage 6.5). Darin sind die Flächen des abgegrenzten Erweiterungsfeldes nördlich der durch die Fläche durchgehenden Wasserscheide, sowie der Bereich des Einzugsgebietes des oberirdischen Abflusses an der nördlichen Ecke des Erweiterungsfeldes einbezogen. Es ist zu beachten, dass die Wasserscheide im Riefenbruch anhand der topographischen Karte bestimmt wurde. Der reelle Verlauf kann davon abweichen.

Die Speisung durch Kluftwasser unterhalb der Messtelle 3-Riefenbach führt dort zu einem ganzjährigen Abfluss. Ein durchgehender Abfluss im Oberlauf ist nur bei ausreichendem Pegelstand im Riefenbruch gegeben, wie Abbildung 9 zeigt. Einhergehend mit der Zufluss Verringerung, können sich die Trockenphasen im Oberlauf geringfügig verlängern. Ein signifikanter ökologischer Einfluss kann daraus jedoch nicht abgeleitet werden, da es sich generell um einen temporär trockenfallenden Abschnitt handelt und weiter unten keine signifikante Reduktion des Abflusses festgestellt werden kann.

7.3.3 WSG Bad Harzburg, Schutzzone II

Die potentiellen Erweiterungsfläche mit dem zu diesem Bereich zugehörigen unterirdischem Einzugsgebiet tangiert **nicht** das WSG Bad Harzburg, Schutzzone II. Die kürzeste Entfernung zu dem ausgeschriebenen Gebiet ist ca. 130 m. Somit existiert ein ausreichender Toleranzbereich für Schwankungen in der Berechnung des unterirdischen Einzugsgebietes.

Die Entnahme aus dieser Trinkwasserschutzzone erfolgt über Quelfassungen, die in Teilen des Riefenbachtals und des Bleichetales liegen (Kapitel 2.4). Quelfassungen bedeutet, dass dem Gebirge direkt durch Drainagen das Wasser entnommen wird.

Die Quelfassungen mit ihren potentiellen Reichweiten liegen weit außerhalb des Einzugsgebietes des unterirdischen Abflusses des Tagebaus. Das hauptsächlich aus Niederschlag gebildete Wasser wird dem Gefälle folgend den Quelfassungen zufließen und sich dabei an den Wasserscheiden orientieren (Anlage 6.4), so dass eine Beeinflussung durch den Absenktrichter des Tagebaus grundsätzlich nicht erfolgt. Eine Beeinflussung würde nur bestehen, wenn die Drainagen Wasser aus Kluftsystemen entnehmen, die im direkten Kontakt mit Kluftsystemen stehen, die durch die Erschließung des Tagebaus betroffen sind.

7.3.4 Speckenbach und Tiefenbach

Das Einzugsgebiet des oberirdischen Abflusses von Speckenbach und Tiefenbach, würde bei der Erweiterung um eine Fläche von 26,35 ha verkleinert werden, was einem prozentualen Anteil am gesamten Einzugsgebiet von ca. 5% entspricht (Anlage 6.5). Darin sind die Flächen des Erweiterungsfeldes südlich der durch die Fläche durchgehenden Wasserscheide sowie der Bereich des Einzugsgebietes des oberirdischen Abflusses westlich der Lagerstättenfläche einbezogen. Es ist zu beachten, dass die Wasserscheide im Riefenbruch anhand der topographischen Karte bestimmt wurde. Der reale Verlauf kann davon geringfügig abweichen. Die Einzugsgebiete von Speckenbach und Tiefenbach können aufgrund der kurzen Fließstrecke des Speckenbach zusammen betrachtet werden.

Die Abflussmessungen zeigen, dass der Speckenbach unterhalb eines Höhenniveaus von 520 m durch Kluftwasser gespeist wird. Unterhalb dieses Niveaus konnte ein Trockenfallen in den Abflussmessungen auch in langen niederschlagsfreien Zeiten nicht registriert werden. In niederschlagsarmen Phasen dominiert der Grundwasseranteil im Speckenbach, was sich durch geringere Cd-Konzentrationen, höhere pH-Werte und geringe gebundenen Gesamtstickstoff Werte im Speckenbach verdeutlicht (Anlage 5.3). Speist überwiegend Riefenbruchwasser den Speckenbach in niederschlagsreichen Perioden, können ähnliche chemische Parameter wie im Riefenbach festgestellt werden, der hauptsächlich durch den Riefenbruch gespeist wird.

Der Speckenbach weist einen Seitenarm auf, der z.T. im geplanten Erweiterungsfeld liegt und oberflächlich gespeist wird. Da dieser große Teile des Jahres trocken liegt, ist die Auswirkung in der Reduktion des Einzugsgebietes des Seitenarms auf dessen jährliche Abflussverteilung von geringer Bedeutung.

Die Signifikanz der Reduktion des Einzugsgebietes auf das Abflussverhalten des Speckenbachs ist jedoch geringer als die verhältnismäßig große Verkleinerung des Einzugsgebietes implizieren könnte. Die ungestörten Abflussverhältnisse im oberen Hauptlauf resultieren aus der Speisung des

Hauptarms aus dem Riefenbruch, wobei die Erweiterung praktisch keinen Einfluss auf dessen Wasserstand ausübt. Durch die Reduktion des Speckenbach-Einzugsgebietes wird es nach Regenereignissen höchstwahrscheinlich zu verringerten Abflüssen im Mittellauf bis zur Mündung des Speckenbachs kommen. In Folge der Speisung durch den Riefenbruch im Oberlauf und die Kluftwasserspeisung im Mittellauf, ist die Erhaltung der bisherigen Zustände der Wasserführung nicht gefährdet. In extremen Trockenphasen, kann es wie bisher auch zum Trockenfallen des Speckenbachs bis auf Höhe der Kluftwasserspeisung kommen. Durch die Entstehung des Absenktrichters um den geplanten Tagebau besteht die Möglichkeit einer Reduktion der Zuflüsse bzw. Absenkung des Höhenniveaus der Kluftwässer in den Speckenbach. Die Distanz zwischen dem bekannten Bereich der Kluftwasserspeisung in den Speckenbach und der Tagebaukante ist ca. 280 m und somit deutlich größer als die vermutliche Distanz des Absenktrichters, sodass eine direkte Beeinflussung des Austrittsniveaus des Kluftwassers zunächst als unwahrscheinlich angesehen wird.

Der **Tiefenbach** hat seinen Ursprung im Marienteich, welcher weit südlich des potentiellen Erweiterungsfeldes gelegenen ist und vom Tagebaubetrieb nicht betroffen wäre.

Das Einzugsgebiet des oberirdischen Abflusses, würde bei Erschließung der Lagerstätte nur um die verringerte Einzugsgebietsfläche des Riefenbachs verkleinert werden (Anlage 6.5). Die zu erwartende Konsequenz der Erweiterung besteht lediglich in einer marginalen Verringerung des Abflusses im zuströmenden Speckenbach. Der geringe Prozentsatz des Speckenbach-Abflusses im Verhältnis zum Gesamtabfluss des Tiefenbachs führt zu einer als vernachlässigbar einzustufenden Auswirkung.

7.3.5 WSG Granetalsperre Schutzzone III (Radau Überleitung)

Das komplette Erweiterungsfeld, mit dem zu diesem Bereich zugehörigen unterirdischen Einzugsgebiet, erstreckt sich in dieser Schutzzone.

In diesem Bereich fließt das Wasser dem Tagebau zu, somit wird das Einzugsgebiet für den unterirdischen Abfluss dieser Trinkwasserschutzzone um 92,4 ha verringert (Anlage 6.4). Die Überschneidung des Erweiterungsfeldes mit dem unterirdischen Einzugsgebiet des Radau-Stollens liegt bei ca. 65% - 85% [13], je nach Annahme zur Ermittlung des Einzugsgebietes. Die Fläche des unterirdischen Einzugsgebietes wird auf mindestens 5 km² bis ca. 10 km² geschätzt, sodass die Reduktion des unterirdischen Einzugsgebietes aufgrund des Absenktrichters bei maximal 20 % liegt. Gleichzeitig sind die Zusickerungen in den Radaustollen an der Gesamtbeteiligung der Granetalsperre maximal 1 %, sodass die Verminderung des oberirdischen und unterirdischen Einzugsgebietes vernachlässigbar anzusehen ist.

Die Entnahme aus dieser Trinkwasserschutzzone erfolgt durch den Radaustollen, der Wasser aus der Radau entnimmt. Der Speckenbach mündet in den Tiefenbach und dieser wiederum in die Radau.

Durch die Erweiterung würde das Einzugsgebiet des oberirdischen Abflusses des Vorfluter Speckenbach verringert werden, wodurch sich der Abfluss des Tiefenbachs in die Radau verringern würde. Der prozentuale Anteil kann vernachlässigt werden.

Radaustollen

Der Radaustollen erstreckt sich von der Radau ausgehend in Richtung Westen und verläuft durch die für die potentielle abgegrenzte Erweiterungsfläche relevante WSG Granetalsperre Schutzzone III (Radau Überleitung), sowie unterhalb des nördlichsten Bereichs der geplanten Abbaufäche.

Der Tagebau würde im Bereich des Radaustollens bis in eine Tiefe von ungefähr 505 m NN aufgeschlossen werden, wodurch zwischen der Tagebausohle und dem Stollen Festgestein von einer Mächtigkeit von ungefähr 115 m anstehen würde.

Potentielle Kontamination aus dem Tagebau trifft auf ein Kluftsystem welches unvorteilhaft für dessen gravitativ gesteuerten Transport ist. Hier spielen Faktoren wie die nicht durchgängige Ausbildung des Kluftsystems, die geringe Kluftbreite und das Einfallen der Klüfte eine entscheidende Rolle (Anlage 8). Die Auswirkung eines Havariefalls mit höheren viskosen Stoffen als Wasser (Diesel, Hydrauliköl) auf den Radaustollen wird als gering bewertet, da die geringe

Transportgeschwindigkeit im Kluftsystem, sowie Adsorptions – und mikrobielle Abbauprozesse das Gefährdungspotential für den Radaustollen sehr stark reduzieren.

7.3.6 Grundwasservulnerabilität

Die Grundwassergeschütztheit wird durch das Vorhaben derart beeinflusst, dass ein Eingriff in das Grundwasser erfolgt und dieses freilegt. Für den Bereich des Abbaus muss somit von einer geringen Vulnerabilität ausgegangen werden.

Für den Zeitraum des Abbaus sorgt die Wasserhaltung für einen hydraulischen Gradienten, welcher im Wesentlichen zum Tagebau hin gerichtet ist. Demnach wird ein Abströmen von Stoffen in den Grundwasserleiter unterbunden.

In Bezug auf den Radau-Stollen wird mitgeteilt, dass ein Großteil des geplanten Erweiterungsgebiets Huneberg-Ost das unterirdische Einzugsgebiet im Hinblick auf die flächenhafte Ausdehnung tangiert, sodass ein Gefährdungspotential nicht vollständig ausgeschlossen werden kann (speziell untersucht in Anlage 8).

Die Anlage 8 führt aus, dass die Stollenzuflüsse überwiegend aus dem tiefen Grundwasserleitetesystem stammen, dessen Druckpotential sich ca. 115 m unterhalb der geplanten Tagebausohle bewegt.

Zudem sorgt das kompakte Gestein mit geschlossener Klüftung für eine hohe Schutzwirkung.

Ein Konzept für Schutz – und Sicherungsmaßnahmen bei einem möglichen Havariefall besteht, um das Ausbreiten freigesetzter Betriebsstoffe in den tieferen Untergrund zu unterbinden. Hierbei stehen Öl-Bindemittel und Öl-Auffangwannen als Erstmaßnahme zur Verfügung. Weitergehend kann die Unterbindung der Tagebauentwässerung durch Ölsperren, Abpumpen etc. umgesetzt werden, um die Entwässerung der belasteten Wässer in den Oberflächenwasserkreislauf zu verhindern.

8 Zusammenfassung

Südwestlich von Bad Harzburg betreibt die Firma HARZER PFLASTERSTEINBRÜCHE TELGE & EPPERS, eine Niederlassung der KEMNA BAU ANDREAE GMBH & CO. KG, das Diabaswerk Huneberg. In dem dazugehörigen Diabas-Steinbruch wurde seit den 1950ern Diabas aufgrund der guten Eignung für den Straßenbau in großen Mengen gewonnen.

Um die Rohstoffsicherung für das Diabaswerk in den nächsten Jahrzehnten zu sichern, ist eine Erweiterung des bereits bestehenden Tagebaus vorgesehen. Das potentielle Erweiterungsgebiet Huneberg-Ost liegt östlich bis nordöstlich des bestehenden Diabas-Tagebaus. Beide Flächen werden durch den Riefenbruch getrennt. Das potentielle Erweiterungsgebiet besitzt eine Fläche von 42,33 ha wovon ca. 34,4 ha abgebaut werden.

Das zukünftige Erweiterungsfeld mitsamt Abbaufäche und Abraumhalde erstreckt sich, durch seine Lage komplett in dem WSG Granetalsperre Schutzzone III (Radau Überleitung). Der Radaustollen transportiert das Wasser über die Große Romke nach Romkerhall und von dort wird das Wasser entweder dem Oker-Grane-Stollen oder der Oker zugeführt. Ein separat durchgeführtes Gutachten zu einem potentiellen Havariefall sieht die Gefährdung des Radaustollens durch das komplexe Kluftsystem und die Distanz zwischen tiefster Sohle und Stollen als sehr gering an.

Der Bereich bzw. das Umfeld des potentiellen Erweiterungsgebietes ist durch eine Vielzahl von kleineren oberirdischen Wasserscheiden geprägt. Die für das hydrogeologische Gutachten bedeutsamste oberirdische Wasserscheide verläuft SW-NO-gerichtet durch das potentielle Erweiterungsgebiet. Durch diese oberirdische Wasserscheide fließt Oberflächenwasser entweder in Richtung Norden zum Riefenbach oder in Richtung Süd-Südosten zum Speckenbach / Tiefenbach. Der Riefenbruch speist zu Teilen den Riefen- und Speckenbach.

Erkundungsbohrungen zeigten, dass im Bereich bzw. Umfeld des potentiellen Erweiterungsfeldes verschiedene Festgesteine (Diabas, Diabas-Hornfels, Hornfels, Diabas-Porphyr, Diabas-Tuffit, Tonschieferhornfels, Intrusiva (nicht näher bestimmbar) mit unterschiedlichen Mächtigkeiten bzw. Klüftigkeit / Verwitterungsgrad vorliegen. Oberhalb des Festgesteins befindet sich der Verwitterungshorizont mit verstärkter Kluftausbildung, der einen fließenden Übergang zum Lockergestein darstellt. Im Hangenden dieses Übergangsbereiches liegt eine stark tonig-schluffige und teilweise grusige, sandig-kiesig, schwächer verlehnte Lockergesteinsüberdeckung vor. In morphologischen Senken mit hydraulisch undurchlässigen Verwitterungslehme im Sohlbereich begünstigen diese die Bildung von Sümpfen und Ausbildung mooriger Zonen wie den Riefenbruch.

Im Rahmen der Erstellung dieses hydrogeologischen Gutachtens wurden Daten von GEOS aus 2013 zur chemischen Analyse der Hauptelemente ausgewählter Vorfluter und GWM, sowie

Stichtagsmessungen und Durchflussmessungen in das Gutachten integriert. Zudem sind zwischen November 2022 und September 2023 durch GEOS zu verschiedenen Abflussverhältnissen, 5 Feldkampagnen durchgeführt worden. Die Probenahmestellen wurden in Absprache mit dem Landesamt festgelegt und die jeweiligen Laborergebnisse nach Anlage 6-8 OGewV bewertet (Anlage 5.3). Ergänzende Gutachten durch HGN zu erweiterten Messungen der Abflussverhältnisse (Anlage 7) und Bewertungen eines Havariefalls (Anlage 8) sowie Gewässerökologische Untersuchung [37] wurden ebenfalls zur Bewertung herbeigezogen.

In der folgenden Tabelle 18 sind die wesentlichen Ergebnisse des hydrogeologischen Gutachtens kurz zusammengefasst.

Tabelle 18: Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse des hydrogeologischen Gutachtens

Flurabstände in den im Kluftgrundwasserleiter ausgebauten Messstellen	2,64 m unter GOK – 19,43 m unter GOK
Transmissivität (Kluftgrundwasserleiter)	$\sim 5 \times 10^{-3}$ - $\sim 3 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$
Reichweite des unterirdischen Einzugsgebietes des Erweiterungsfeld vom zukünftigen Tagebaurand	$\sim 165 \text{ m}$
Unterirdisches Einzugsgebiet der Tagebaufläche	$\sim 50 \text{ ha}$
Oberirdisches Einzugsgebiet des Erweiterungsfeldes	$\sim 42,3 \text{ ha}$
Einzugsgebiet Riefenbach	$\sim 373,4 \text{ ha}$
Einzugsgebiet Speckenbach + Tiefenbach	$\sim 531,1 \text{ ha}$
potentieller Wasseranfall im Tagebau (im Endstadium)	$\sim \emptyset 900 \text{ m}^3/\text{d}$
Verringerung Einzugsgebiet oberirdischer Abfluss Riefenbach	$\sim 15,96 \text{ ha}$ ($\sim 4,3 \%$)
Verringerung Einzugsgebiet oberirdischer Abfluss Speckenbach+Tiefenbach	$\sim 26,35 \text{ ha}$ ($\sim 5 \%$)
Verringerung Einzugsgebiet unterirdischer Abfluss WSG Bad Harzburg, Schutzzone II	0 ha (165 m unterirdisches Einzugsgebiet)
Verringerung Einzugsgebiet unterirdischer Abfluss WSG Granetalsperre Schutzzone III (Radau Überleitung)	$\sim 50 \text{ ha}$

Zu dem ergaben sich folgende Ergebnisse:

- Die generelle Grundwasserfließrichtung ist in Kluffgrundwasserleitern schwer zu ermitteln und kann oft nur vereinfacht dargestellt werden, da hierbei das tektonische Gefüge unberücksichtigt bleibt. Es besteht ein Gefälle des Druckwasserpegels nach Osten, d. h. zur Radau, gerichtet. Zudem ist die Entwicklung des Druckwasserpegels über das Jahr sehr ähnlich, sodass auf eine hydraulische Verbindung geschlossen wird.
- Das im Erweiterungsfeld anstehende Festgestein weist unterschiedliche Durchlässigkeiten auf, die durch einen Wechsel von mächtigen kompakten Bereichen mit tektonisch beanspruchten Zonen bedingt sind.
- Die Zuflüsse in den Tagebau werden mit Zunahme der Tiefe und somit der Vergrößerung des Einzugsgebietes sukzessive zunehmen.
- Die im Tagebau anfallenden Wässer werden nach dem vorliegendem Wasserhaltungskonzept der Großen Hune zugeführt, um bereits existierende Absetzbecken weiterhin zu verwenden.
- Durch die nahezu wasserundurchlässigen Schichten und die Erkenntnisse aus der GWM P4 im Bereich des Riefenbruchs besteht kein direkter hydraulischer Kontakt zwischen Riefenbruch und dem darunter liegenden Festgesteinskörper mit seinem Kluffgrundwasserleiter. Der Riefenbruch unterliegt durch die Ausbildung des Absenktrichters des unterirdischen Abflusses daher **keiner** Betroffenheit.
- Durch die aktuelle Konturierung des Tagebaufeldes wurde eine Verringerung des oberirdischen Einzugsgebietes des Riefenbruchs vermieden.
- Der Riefenbach, der bereits als temporäres Gewässer im Oberlauf bezeichnet werden kann, erfährt eine Abflussverminderung durch das Erweiterungsfeld, wodurch Trockenphasen des Baches geringfügig verlängert werden können. Ebenfalls ist mehr Niederschlag im Einzugsgebiet des Riefenbruchs und Riefenbachs erforderlich, um die Versickerung im Lockergesteinsbereich zu überkommen und einen durchgehenden Abfluss zu bewirken
 - o Die Kluffwasserspeisung des Riefenbachs kann durch den geplanten Tagebau geringfügig beeinträchtigt werden. Der durchgehende Abfluss unterhalb der Kluffspeisung ist **nicht** gefährdet.
- In dem WSG Bad Harzburg, Schutzzone II wird über Quelfassungen Trinkwasser gewonnen. Die Quelfassungen mit ihren potentiellen Reichweiten liegen weit außerhalb des unterirdischen Einzugsgebietes des Tagebaus. Das hauptsächlich aus Niederschlag gebildete Wasser wird dem Gefälle folgend den Quelfassungen zufließen und sich dabei an den Wasserscheiden orientieren, so dass eine Beeinflussung durch den Absenktrichter des Tagebaus nicht erfolgen wird. Der berechnete Absenktrichter tangiert das WSG Bad

Harzburg, Schutzzone II **nicht**.

- Auch bei Heterogenitäten in der Ausbildung der Klüftung ist von einer Ausbildung des Absenktrichters in die WSG Bad Harzburg, Schutzzone II nicht auszugehen.
- Der Speckenbach erfährt im Mittellauf eine Reduktion des oberflächlich gespeisten Wassers durch die Verkleinerung des Einzugsgebietes.
 - Der Oberlauf ist durch den Riefenbruch gespeist, sodass die Abflusssituation nahezu unverändert erhalten bleibt
 - Der seitliche Zufluss, der im Erweiterungsgebiet entspringt, führt nur temporär Wasser. Infolgedessen hat das Erweiterungsfeld zwar einen dominierenden Einfluss auf die Abflussmenge, jedoch ist der ökologische Einfluss eher gering, da der Seitenarm größtenteils trocken liegt.
 - Der Einfluss des Absenktrichters auf die Kluftwasserspeisung ist schwer vorherzusagen. Hier muss mit zunehmender Tiefe des Tagebaus mit einem steigenden Rückgang der Kluftwasserspeisung gerechnet werden.
 - Die Berechnungen implizieren jedoch kein Trockenfallen der Kluftquelle in den Speckenbach, sodass das durchgehende Fließgewässer erhalten bleibt. Die Abflussmenge kann sich jedoch reduzieren.
- Der Radaustollen verläuft durch das für das Erweiterungsfeld wichtige WSG Granetal Sperre Schutzzone III (Radau Überleitung). Eine qualitative Veränderung der zutretenden Wässer in den Stollen ist nicht zu erwarten.
- Der Harz zeigt eine deutlich erhöhte Hintergrundbelastung einzelner Schwermetalle. Cadmium liegt erhöht im Riefenbruch und dessen gespeisten Oberflächenwässer vor. Cadmium fällt durch die Veränderung der chemischen Bedingungen bei möglicher Infiltration in das Grundwassers aus und stellt dadurch eine geringe Gefährdung für die Nutzung des Grundwassers dar.
- Das bisherige Wasserhaltungskonzept zeigt sich als effizient in der Einhaltung der vorgegebenen Richtwerte bzgl. abfiltrierbarer Stoffe.

Die in diesem Gutachten durchgeführten Berechnungen bzw. Betrachtungen beziehen sich auf die aktuell geplante Ausdehnung der potentiellen Erweiterungsgebietes und der Abbaufäche bzw. auf die recherchierten und im Rahmen der Voruntersuchungen erhobenen Daten.

9 Verwendete Literatur

- [17] AMTSBLATT FÜR DEN REGIERUNGSBEZIRK BRAUNSCHWEIG (2001b): Ausschnitt – Verordnung über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für die Wassergewinnungsanlagen der Eckertalsperre der Harzwasserwerke GmbH vom 28.11.2001; Amtsblatt Nr. 26, Seite 260/261; 17.12.2001
- [18] BEETZ, S. (2008): Geoökologische Erfolgskontrolle der Renaturierung von Mooren des Thüringer Waldes; Diplomarbeit, Jena, 31.03.2008
- [19] DEUTSCHER WETTERDIENST: Mittelwerte 30-jähriger Perioden
- [20] DVGW (2002): Arbeitsblatt W 102 – Richtlinie für Trinkwasserschutzgebiete; II. Teil: Schutzgebiete für Talsperren; April 2002
- [21] DVGW (2006): Arbeitsblatt W 101 – Richtlinie für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser; Juni 2006
- [22] FISCHER & KÖCHLING (1994): Praxisratgeber Altlastensanierung – Systematische Anleitung für eine erfolgreiche Sanierung belasteter Flächen, Augsburg (WEKA Fachverlag)- aktuelle Fassung
- [23] G.E.O.S INGENIEURGESELLSCHAFT MBH (2013): Zwischenbericht Hydrogeologisches Gutachten
- [24] HARZWASSERWERKE GMBH (2013): Schreiben zum Wasserschutzgebiet Granetal sperre III (Radau-Überleitung) – Radau-Stollen - Information; 10.09.2013
- [25] HOFFMANN, C. (2012): Exkursionspunkt 4: Profil durch den Oberharzer Diabaszug im Steinbruch Huneberg; Hallesches Jahrbuch, Beiheft 28; 4. Workshop Harzgeologie; 19. – 20.10.2012, Roßla
- [26] HYDROGRAPHISCHE LANDESABTEILUNG STEIERMARK: Abflussmessung (<http://app.hydrographie.steiermark.at/berichte/pertl.pdf>)
- [27] LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE NIEDERSACHSEN: NIBIS® - Kartenserver
- [28] LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG NIEDERSACHSEN: Digitale Topographische Karte 1:25000 (DTK25))
- [29] LAWA (2004): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser; Länderarbeitsgemeinschaft LAWA
- [30] NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ: Niedersächsische Umweltkarten

- [31] NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ (2006): Pressemitteilung – Wichtiger Baustein für eine sichere Trinkwasserversorgung, Bad Harzburg: Bewilligung für die Radau-Überleitung erneuert, 22.11.2006
- [32] PROF. DR.-ING. M. W. OSTROWSKI (2011): Ingenieurhydrologie 1, Technische Universität Darmstadt, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Fachgebiet Ingenieurhydrologie und Wasserbewirtschaftung
- [33] TRINKWV (2012): Trinkwasserverordnung - Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch
- [34] WASSERWIRTSCHAFTSDIREKTION SAALE-WERRA, FORSCHUNGSBEREICH ERFURT: Das Grundwasser – Einfluss der landwirtschaftlichen Produktion
- [35] Yuan, C., Li, Q., Sun, Z., & Sun, H. (2021). Effects of natural organic matter on cadmium mobility in paddy soil: A review. *Journal of environmental sciences*, 104, 204-215.
- [36] G.E.O.S INGENIEURGESELLSCHAFT MBH (2022): Ergebnisdokumentation zur hydrogeologischen Begleitung: Errichtung des neuen Grundwasserpegels P4 am westlichen Rand des Riefenbruchs Bad Harzburg; 23.11.2022
- [37] Büro für Wasserwirtschaft und Umwelt (2021): Gewässerökologische Untersuchung und Bewertung potenzieller Auswirkungen von Schwebstoffeinträgen in den Fließgewässern des Großen Huneberges – Wiederholungsuntersuchung 2020 -; April 2021
- [38] Nordstrom, D. K., & Southam, G. (1997). *Geomicrobiology of sulfide mineral oxidation*.
- [39] EAMES, B. D., NIELSEN, B., & LANDIS, C. Meeting Nevada DEP-BMRR Profile II Parameters with Electrocoagulation-Based Treatment Solutions. *IWC*, 14, 20.
- [40] P. SCHNEIDER, N. GOTTSCHALK, A. LÄMMEL & I. VOIGT (2014): Ermittlung von Metalloid-Hintergrundwerten für die Gewässer Oker, Oder, Sieber, Söse und Innerste des Westharzes. *Wasser und Abfall* 16: 32–41
- [41] Richter, D. (1995). Ergebnisse methodischer Untersuchungen zur Korrektur des systematischen Meßfehlers des Hellmann-Niederschlagmessers
- [42] Kubier, A., Budziak, D., de Vries, D., Elbracht, J., Hamer, K., & Pichler, T. (2021). Cadmium im Grundwasser Nordwestdeutschlands–Herkunft, Mobilisierung und Bewertung nach EU-Wasserrahmenrichtlinie. *Grundwasser*, 26(3), 223-239.
- [43] Evanko, C. R., & Dzombak, D. A. (1997). *Remediation of metals-contaminated soils and groundwater* (pp. 5-13). Pittsburgh, PA, USA: Ground-water remediation technologies analysis center.

-
- [44] Niedersächsische Landesforsten, Forstplanungsamt. (17.01.2023). Überprüfung der Standortkartierung 1987/1988 in den Moorbereichen des Riefenbruchs [...].
- [45] Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN). (2020). Arbeitshilfe zur Berücksichtigung der Bewirtschaftungsziele für Oberflächengewässer im Rahmen von Zulassungsverfahren für Grundwasserentnahmen (Stand Juni 2020)