

## 4.6 Hydrogeologisches Gutachten

Vorhabenträger:	Verfasser:
 <p>Diabaswerk Halbeswig GmbH &amp; Co. KG Korzerter Str. 18 42349 Wuppertal</p>	 <p>DR. KÖHLER &amp; DR. POMMERENING GMBH Beratende Geologen, Hydrogeologen und Ingenieure</p> <p>Dr. Köhler &amp; Dr. Pommerening GmbH Am Katzenbach 2 31177 Harsum</p>



DR. KÖHLER & DR. POMMERENING GMBH  
Beratende Geologen, Hydrogeologen und Ingenieure

## **Diabassteinbruch Halbeswig Abbauerweiterung Südost**

# **Hydrogeologisches Gutachten**

**Projekt-Nr.: 221446**

22.08.2025

Bearbeiter:

Dr. Johannes Pommerening

Nadine Dabrunst, M.Sc.

### **Auftraggeber:**

DIABASWERK HALBESWIG GMBH & CO. KG

Halbeswig

59909 Bestwig



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Beantragtes Abbauvorhaben .....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Standortverhältnisse und Untersuchungsraum .....</b>	<b>11</b>
3.1	Untersuchungsraum.....	11
3.2	Fließgewässer und Einzugsgebiete.....	11
3.3	Quellen/ Siepen .....	11
3.4	Trinkwassergewinnungsgebiete und Trinkwasserschutzgebiete.....	12
3.5	Schutzgebiete Natur und Landschaft und weitere gesetzlich besonders geschützte Biotope.....	12
3.6	Altlasten im Untersuchungsraum.....	13
<b>4</b>	<b>Untersuchungsumfang und Datengrundlagen .....</b>	<b>14</b>
4.1	Untersuchungsrahmen.....	14
4.2	Untersuchungsumfang und Datengrundlagen .....	15
4.3	Temporäre Messstellen.....	16
<b>5</b>	<b>Wasserhaushalt .....</b>	<b>17</b>
5.1	Natürlicher Wasserhaushalt .....	17
5.2	Abfluss und Grundwasserneubildung.....	21
<b>6</b>	<b>Hydrologische Verhältnisse.....</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Geologie .....</b>	<b>24</b>
<b>8</b>	<b>Hydrogeologie im Bereich der Quellen und im Steinbruch .....</b>	<b>25</b>
8.1	Hydrogeologische Übersicht .....	25
8.2	Lage und Einzugsgebiete der Quellen/Siepen.....	27
8.3	Hydrologisch-hydrogeologische Beschreibung der Quellaustritte .....	30
8.3.1	Quelle Q1 .....	30
8.3.2	Quelle Q2 .....	31
8.3.3	Weitere Quellen.....	33
8.4	Quellschüttung .....	34
8.5	Gebirgsdurchlässigkeit.....	39
8.6	Hydrochemie.....	42
<b>9</b>	<b>Hydrogeologisches Modell - Steinbruch Halbeswig und Siepen .....</b>	<b>47</b>
<b>10</b>	<b>Aktueller Wasserhaushalt im Steinbruch.....</b>	<b>49</b>
<b>11</b>	<b>Versickerungskonzept und zukünftiger Wasserhaushalt im Steinbruch.....</b>	<b>54</b>



11.1	Veranlassung .....	54
11.2	Bemessung der Versickerungsgräben.....	55
11.3	Pumpwassermenge und Wasserhaushalt unter Berücksichtigung der geplanten Erweiterungsfläche .....	58
11.4	Maßnahme der Wasseranreicherung im Einzugsgebiet der Quelle 1 .....	60
11.5	Ableitung und Versickerung der im Tagebau anfallenden Niederschlags- wässer .....	62
<b>12</b>	<b>Auswirkungen des Vorhabens der Abbauerweiterung .....</b>	<b>64</b>
12.1	Vorhaben Abbauerweiterung Südost.....	64
12.2	Wasserhaushalt im Steinbruch.....	64
12.3	Fließgewässer.....	65
12.4	Wasserhaushalt der Quellen .....	66
12.4.1	Quelle Q1 .....	66
12.4.2	Quelle Q2 .....	67
12.4.3	Weitere Quellen und Fließgewässer am Osthang .....	67
12.5	Wasserbeschaffenheit.....	68
12.6	Trinkwasserschutzgebiete.....	69
12.7	Naturschutzgebiet – Feuchtwald an der Burg.....	69
12.8	Quellen und Wasserhaushalt nach Abbauende.....	70
<b>13</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>72</b>





## Abbildungsverzeichnis

Abb. 5-1: Jahressummen des Niederschlages an der Station Olsberg-Brunskappel in den Jahren 2010 – 2023.....	18
Abb. 5-2: Monatssummen des Niederschlages im Jahr 2022 an der Station Olsberg-Brunskappel .....	19
Abb. 5-3: Monatssummen des Niederschlages im Jahr 2023 an der Station Olsberg-Brunskappel .....	20
Abb. 8-1: Oberflächen-Einzugsgebiete der Quellen Q1, Q2 und Q5 an den Messpunkten .....	29
Abb. 8-2: Quellaustritt der Quelle 1 (Q1b) – Blickrichtung Ost talabwärts.....	31
Abb. 8-3: Quellaustritt Q2a der Quelle 2 aus Schiefergestein .....	32
Abb. 8-4: Detailaufnahme des Quellaustritts von Quelle 2 aus Schiefergestein .....	33
Abb. 8-5: Quellschüttung an der Quelle Q1 im Zeitraum 2014 bis 2023 .....	36
Abb. 8-6: Quellschüttung an der Quelle Q2 im Zeitraum 2014 bis 2023 .....	36
Abb. 8-7: Quellschüttung an der Quelle Q5 im Zeitraum 2014 bis 2023 .....	37
Abb. 8-8: Mittlerer Jahresabfluss 2014 – 2023 der Quellen Q1, Q2 und Q5 nach monatlichen Quellschüttungsmessungen.....	37
Abb. 8-9: Ganglinie des Kurzpumpversuches an der Messstelle B3 am 7.9.2023.....	40
Abb. 8-10: Auswertung der ersten Pumpstufe an der Messstelle B3.....	41
Abb. 8-11: Auswertung der zweiten Pumpstufe an der Messstelle B3.....	41
Abb. 8-12: Piper-Diagramm der Analysen mit Klassifizierungsfeldern nach FURTAK & LANGGUTH (1967).....	46
Abb. 10-1: Pumpmengen im Steinbruch Halbeswig in den Jahren 2020 bis 2023.....	49
Abb. 10-2: Monatliche Entnahmemengen im Tagebau Halbeswig im Jahr 2023.....	50
Abb. 10-3: Monatssummen des Niederschlages 2023 an der Station Olsberg-Brunskappel .....	50
Abb. 10-4: Oberflächeneinzugsgebiet der Gewinnungsbereiche Süd (Südfeld) und Nord (Nordfeld) im Steinbruch Halbeswig.....	52
Abb. 11-1: Versickerungsgraben teilgefüllt mit Gewässerbausteinen .....	56
Abb. 11-2: Detailprofil Versickerungsgraben .....	56



Abb. 11-3: Zukünftiges Oberflächeneinzugsgebiet des Gewinnungsbereiches Süd mit Erweiterungsgebiet (Südfeld) im Steinbruch Halbeswig .....	60
Abb. 11-4: Früheres und heutiges Oberflächeneinzugsgebiet der Quelle Q1 und geplanter Ausgleich durch den Anschluss eines „Ersatz“- Einzugsgebietes über einen Sammel- und Versickerungsgraben .....	61
Abb. 11-5: Leitungslagen (orange) und Lage der Versickerungsgräben (grün) .....	63

## Tabellenverzeichnis

Tab. 4-1: Kennwerte der Bohrlöcher im Untersuchungsgebiet .....	16
Tab. 5-1: Kenndaten der nächstgelegenen Wetterstationen .....	17
Tab. 8-1: Geologische Schichtenfolge und deren hydrogeologische Einstufung .....	25
Tab. 8-2: Mittlere jährliche Schüttung der Quellen Q1, Q2 und Q5 .....	38
Tab. 8-3: Niedrigwasserabfluss und Hochwasserabfluss der Quellen Q1, Q2 und Q5 .....	38
Tab. 8-4: Analyseergebnisse aus den Quellen und temporären Messstellen .....	44



## Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Übersichtslageplan 1 : 10.000

Anlage 2: Lagepläne 1:3.000

Anlage 2.1: Abbau aktuell und Erweiterungsgebiet Südost

Anlage 2.2: Abbau-Endstand

Anlage 2.3: Abbau- und Verfüllplanung Endstand

Anlage 3: Hydrogeologische Profile

Anlage 3.1: Hydrogeologisches Profil – Ist - Zustand

Anlage 3.2: Hydrogeologisches Profil - Abbau-Endstand

Anlage 3.3: Hydrogeologisches Profil – Stand nach Ende Rekultivierung

Anlage 4: Übersichtslageplan der Schutzgebiete

Anlage 4.1: Trinkwasserschutzgebiete

Anlage 4.2: FFH-Gebiete

Anlage 4.3: Landschaftsschutz- und Naturschutzgebiete

Anlage 5: Geologische Übersichtskarte 1 : 10.000



## 1 Einführung

Die DIABASWERK HALBESWIG GMBH & Co. KG betreibt seit 1994 südöstlich der Ortschaft Halbeswig auf dem Höhenzug „Auf der Burg“ einen Diabassteinbruch. Der Steinbruch mit dem „Gewinnungsbereich Süd („Südfeld“) und dem Gewinnungsbereich Nord („Nordfeld“) befindet sich zu großen Teilen an der Ostflanke der Bergkuppe „Auf der Burg“. Das Werksgelände liegt an der Westflanke der Bergkuppe (s. Anlage 1). Gegenwärtig erfolgt der Abbau im Südfeld vor allem in Richtung Osten und Süden auf der 2002 genehmigten Erweiterungsfläche und dem 2019 genehmigten kleinen Abbaufeld von ca. 1 ha. Der Abbau im Nordfeld wird aktuell ebenfalls in Richtung Osten auf der 2013 genehmigten Erweiterungsfläche weitergeführt.

Zur kurz- und mittelfristigen Sicherung der Rohstoffbasis plant die DIABASWERK HALBESWIG GMBH & Co. KG eine weitere flächenmäßige Erweiterung des bestehenden Steinbruchs nach Südosten. Durch die geplante Erweiterung der Steinbruchfläche um etwa 5,5 ha kann die Rohstoffbasis für eine Produktionszeit von voraussichtlich 24 Jahren gesichert werden.

Die Anlage 2.1 zeigt einen Lageplan mit dem Steinbruch und der Abbauerweiterung Südost. An der Ostflanke des Berges, östlich des Steinbruchs und östlich angrenzend an das geplante Erweiterungsgebiet treten mehrere Quellaustritte auf, die regionaltypisch als „Siepen“ bezeichnet werden.

Für die Erweiterung der Gewinnungsfläche und Anpassungen im genehmigten Bereich des Steinbruchs soll eine Änderungsgenehmigung nach § 16 BImSchG beantragt werden. Dazu fand am 19.08.2022 im Kreishaus in Brilon ein Scopingtermin unter Leitung der Immissionsschutzbehörde des Hochsauerlandkreises statt. In diesem wurde gefordert, die Verträglichkeit des Vorhabens mit den an das Erweiterungsgebiet angrenzenden Quellen darzustellen, von denen eine ein nach § 30 Bundesnaturschutzgesetz geschütztes Biotop speise. Zudem solle festgestellt werden, ob es durch die Erweiterung zu einer erlaubnispflichtigen Grundwassernutzung komme. Des Weiteren wurde eine Betrachtung der betrieblichen Abwasserbeseitigung im Zusammenhang mit der Frage gefordert, ob im Zuge der Erweiterung der Gewinnungsflächen eine Anpassung der bestehenden wasserrechtlichen Erlaubnis nötig sei.

Vor diesem Hintergrund orientiert sich der hydrogeologische Untersuchungsrahmen an folgenden zentralen Untersuchungszielen:

- Untersuchung der hydrologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Umfeld des Erweiterungsgebietes (Wasserstände, Fließverhältnisse, Abfluss und Beschaffenheit umliegender Quellen, Grundwasser und Oberflächengewässer sowie Wasserhaushalt).



- Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen der Abbauerweiterung Südost auf die Quellen (Siepen), das Grundwasser, die Oberflächengewässer, den Wasserhaushalt, etwaige Trinkwassergewinnungsgebiete, sowie geschützte Biotope und FFH-Lebensraumtypen, die vom Grundwasser oder von Oberflächenwasser abhängig sind.

Vorrangige Zielstellung ist, die Auswirkungen der Abbauerweiterung auf die Quellen und Wasseraustritte östlich des Steinbruchs zu untersuchen und zu bewerten.

Das Ingenieurbüro Dr. Köhler & Dr. Pommerening, Harsum, wurde durch die DIABASWERK HALBESWIG GMBH & Co. KG mit der Erstellung eines hydrogeologischen Gutachtens beauftragt.

Im vorliegenden hydrogeologischen Gutachten wird zunächst nach einer kurzen *Beschreibung des beantragten Abbauvorhabens (Kap. 2)* der *Untersuchungsraum mit den Standortverhältnissen* und der *Untersuchungsrahmen* beschrieben (Kap. 3 und Kap. 4). In Kap. 5 wird der *natürliche Wasserhaushalt im Untersuchungsraum* dargestellt. Die Kap. 6 bis 9 stellen den *Ist-Zustand der Untersuchungsbereiche Hydrologie und Oberflächengewässer, Geologie und Hydrogeologie* dar. In Kap. 10 wird der *Wasserhaushalt im Steinbruch* beschrieben. In Kap. 11 werden die beantragte neue *Ableitung und Versickerung von Niederschlagswasser* und Unterstützung der Quellbereiche beschrieben und bemessen. In Kap. 12 erfolgt eine *Darstellung und Bewertung der Auswirkungen auf den Umweltbereich Wasser und die verbundenen Schutzgüter*, die sich aus der Abbaufortführung und den begleitenden Maßnahmen während des Abbaus sowie nach Abbauende ergeben. Abschließend werden in Kap. 13 ein zusammenfassendes *Fazit* gezogen und *Monitoring-Maßnahmen* vorgeschlagen.



## 2 Beantragtes Abbauvorhaben

Der Diabassteinbruch Halbeswig liegt in der nordrhein-westfälischen Gemeinde Bestwig im Hochsauerlandkreis. Der Tagebau befindet sich auf dem Höhenzug „Auf der Burg“ und liegt etwa 1 km südwestlich der Ortschaft Heringhausen und etwa 3,8 km südlich von Velmede. Die Anlage 2.1 zeigt einen aktuellen Lageplan des Steinbruchs mit dem Erweiterungsgebiet Südost. Die Abbauerweiterung Südost im Endabbauzustand ist in Anlage 2.2 und der Zustand nach der Verfüllung ist in Anlage 2.3 dargestellt.

Seit der Inbetriebnahme im Jahr 1994 wurde der Steinbruch mehrfach erweitert. Im Jahr 2002 wurde die Süd-Ost-Erweiterung (Teil des Südfeldes) über 19 ha genehmigt, im Jahr 2013 die Nord-Ost-Erweiterung (Nordfeld) über 7,8 ha und schließlich im Jahr 2019 die Süd-West-Erweiterung von 1 ha (Teil des Südfeldes).

Nun soll eine Erweiterung (des Südfeldes) in Richtung Südosten mit einer Fläche von etwa 5,5 ha und einem Gesamtabbauvolumen von 3,2 Mio. fm<sup>3</sup>, davon 1,6 Mio. fm<sup>3</sup> Diabas, die weitere Rohstoffgewinnung gewährleisten. Hierdurch verlängert sich der Zeitraum des Gewinnungs- und Produktionsbetriebs auf insgesamt ca. 24 Jahre.

Im Gewinnungsbereich Süd (Südfeld) liegt die aktuell tiefste Abbausohle auf einer Höhe von etwa 492 m ü. NHN, die maximal genehmigte Abbautiefe beträgt in diesem Bereich 490 m ü. NHN. Im Gewinnungsbereich Nord (Nordfeld) liegt die tiefste Abbausohle derzeit auf ca. 470 m ü. NHN, die maximal genehmigte Abbautiefe beträgt hier 430 m ü. NHN. In der Umgebung des Steinbruchs befinden sich mehrere Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiete (s. Kap. 3). Östlich des Steinbruchs und der geplanten Abbauerweiterung Südost befinden sich talwärts mehrere Quellen, auch Siepen genannt, auf die in Kap. 8 näher eingegangen wird.

Der Abbau im Erweiterungsbereich Südost erfolgt unter Beibehaltung und Fortführung der bestehenden Abbausohlen im Südfeld. Abraum und Nebengestein werden, soweit sie anfallen, im Nord- und Südfeld in die ausgeteinten Bereiche verbracht. Die bestehenden drei Abbausohlen auf den Niveaus 520, 506 und 490 m ü. NHN werden in Richtung Osten weiter bis an die geplante Abbau- bzw. Geländegrenze vorangetrieben. Der Gesteinsabbau im tieferliegenden Bereich wird durch fünf Tiefsohlen auf 480, 460, 440, 420 und 400 m ü. NHN nachgezogen, um auch den tieferliegenden Diabas vollständig zu gewinnen.

Sodann findet bis zum Ende der Gewinnungstätigkeit im Steinbruch Halbeswig eine Verfüllung des ausgeteinten Erweiterungsgebiets Südost durch Abraum- und Nebengesteinsmaterialien der Gesteinsgewinnung bis auf eine Höhe von etwa 450 m ü. NHN statt, wie in Anlage 2.3 dargestellt ist.



Mit einer gesondert beantragten wasserrechtlichen Genehmigung soll die Fassung und Ableitung des Niederschlagswassers im Steinbruch neu geregelt und an die tatsächlichen und zukünftigen Verhältnisse angepasst werden.

Das neue Versickerungskonzept sieht neben der bisherigen Ableitung des Wassers nach Westen auch Versickerungsgräben am östlichen Abbaurand vor. Ziel ist es, zusätzlich Wasser in den vom Abbau betroffenen Hangbereich abzuleiten und dadurch die bereichsweise Verkleinerung der Oberflächeneinzugsgebiete der Quellen durch die Wasseranreicherung und Versickerung auszugleichen.

Das Niederschlagswasser wird auf der Seite der hier ursprünglich befindlichen und als Wasserscheide wirkenden Bergkuppe „Auf der Burg“ abgeleitet, auf der es anfällt. Damit wird der ursprüngliche Zustand vor Errichtung des Tagebaus wiederhergestellt und es werden mögliche Auswirkungen des Abbaus auf den Wasserhaushalt der umliegenden Flächen kompensiert.

Das Versickerungskonzept und die genaue Bemessung dazu werden auch in diesem Gutachten in Kap. 11 nachrichtlich dargestellt.



### **3 Standortverhältnisse und Untersuchungsraum**

#### **3.1 Untersuchungsraum**

Der hydrogeologische Untersuchungsraum umfasst folgende Gebiete (Anlage 1):

- den Steinbruch Halbeswig,
- die Fläche des Diabaszuges und des geplanten Erweiterungsgebietes,
- die Grundwasser- und Oberflächenwasser-Bereiche, die durch den Abbaubetrieb hydrogeologisch in relevanter Weise beeinflusst werden können,
- die Einzugsgebiete umliegender Quellen,
- das Einzugsgebiet des Berlarer Baches im Westen und der Valme im Osten,
- die Wassergewinnungs- und Wasserschutzgebiete im Umfeld,
- die Schutzgebiete Natur und Landschaft hinsichtlich hydrogeologischer Auswirkungen.

Die Ausdehnung des Untersuchungsraumes ist in Anlage 1 dargestellt. Der Untersuchungsraum wird im Folgenden näher beschrieben.

#### **3.2 Fließgewässer und Einzugsgebiete**

Die Fließgewässer im Untersuchungsgebiet und dessen näherer Umgebung sind auf dem Übersichtslageplan in Anlage 1 dargestellt. Im Untersuchungsgebiet selbst entspringen der Berlarer Bach in der Ortschaft Berlar im Süden des Steinbruchs, welcher nach Nordwesten abfließt und dort in den Nierbach mündet. Im Osten des Untersuchungsgebietes fließt die Valme in Richtung Norden. Die Valme mündet nördlich von Bestwig in die Ruhr. Im Norden des Steinbruchs entspringt die Diesemecke, die nach wenigen Kilometern der Valme zufließt.

#### **3.3 Quellen/ Siepen**

Am Ost-Hang des Burg-Berges östlich des Steinbruchs und auch östlich der geplanten Erweiterung tritt an mehreren Stellen in sogenannten „Siepen“ Wasser zu Tage. Einige dieser Quellen bzw. die daraus gespeisten kleinen Fließgewässer sind von hoher Bedeutung für die Naturräume im Untersuchungsgebiet. Dazu zählt die Quelle 1, die das NSG Feuchtwald auf der Burg speist. Alle umliegenden Quellen werden seit 12 Jahren durch ein Abfluss-Monitoring kontinuierlich überwacht. Die höher gelegenen Quellen/Quellbereiche und große Abschnitte der darunterliegenden kleineren Fließgewässer fallen witterungsbedingt regelmäßig, z.T. auch für mehrere Monate trocken.





Auf die Quellen/Siepen wird in Kapitel 8 im Detail eingegangen. Ebenso werden in Kapitel 12 die Auswirkungen der Abbauerweiterung auf die Quellen/Siepen erläutert.

Die Lage der Quellaustritte ist im Detaillageplan in Anlage 2 dargestellt.

### **3.4 Trinkwassergewinnungsgebiete und Trinkwasserschutzgebiete**

Im nahen Umkreis des Tagebaus befinden sich keine festgelegten Trinkwasserschutzgebiete.

Etwa 500 m westlich des Tagebaus ist für den Richterhof der Familie Meschede ein noch nicht festgelegtes, 0,024 km<sup>2</sup> großes Trinkwasserschutzgebiet „C. Meschede“ geplant.

Ein geplantes Trinkwasserschutzgebiet „Bestwig-Nierbachtal“ liegt etwa 2,2 km nordwestlich und ist 0,046 km<sup>2</sup> groß.

Die Lage der geplanten Trinkwasserschutzgebiete geht aus Anlage 4.1 hervor.

### **3.5 Schutzgebiete Natur und Landschaft und weitere gesetzlich besonders geschützte Biotope**

Die FFH-Gebiete im Umkreis des Tagebaus Halbeswig sind in der Anlage 4.2 dargestellt. Die Lage der Natur- und Landschaftsschutzgebiete geht aus der Anlage 4.3 hervor.

Das zweigeteilte FFH-Gebiet „Halden bei Ramsbeck“ liegt 2 km bis 2,5 km südlich des Tagebaus Halbeswig. Etwa 2,3 km bis 2,5 km nördlich liegt das FFH-Gebiet „Höhlen und Stollen bei Olsberg und Bestwig“, welches sich auf mehrere Teilflächen aufteilt. Nördlich von Heringhausen, an den Ufern der Valme nach dem Zufluss der Diesemecke beginnt das FFH-Gebiet „Ruhr“, das sich bis an den Ortstrand von Bestwig zieht.

Der Tagebau wird von dem Landschaftsschutzgebiet „Bestwig“ umgeben, welches sich großflächig im Umfeld erstreckt. Die geplante Erweiterungsfläche ist Teil des großräumig abgegrenzten Landschaftsschutzgebietes LSG-4516-0001 Bestwig. Des Weiteren befinden sich in einem Umkreis von etwa 3 km die folgenden weiteren Landschaftsschutzgebiete:

- Das etwa 21,4 ha große LSG „Berlarer Bach/Nierbach“ befindet sich an den Ufern dieser Bäche.
- Das LSG „Hochfläche um Halbeswig“ mit einer Größe von 29,9 ha befindet sich nordwestlich vom Tagebau an der Ortschaft Halbeswig.



- Das „Offenland um Ramsbeck und Andreasberg“ mit einer Größe von knapp 100 ha liegt um die namensgebenden Ortschaften im Osten des Tagebaus.
- Das LSG „Talsystem der Valme“ liegt auf 49,7 ha entlang der Valme und der Brabecke östlich des Tagebaus.
- Das Landschaftsschutzgebiet „Grünlandhänge des Valmetals“ befindet sich knapp 3 km südöstlich des Tagebaus in südlicher Ausdehnung auf etwa 46,5 ha entlang der Valme.

Direkt südlich an den Tagebau grenzt das temporäre Naturschutzgebiet „Auf der Burg“, das sich entlang des südlichen Abbaurandes erstreckt. Es ist mittlerweile durch die 2019 erteilte Erweiterungsgenehmigung in den Abbaubereich des Steinbruchs einbezogen und damit faktisch auf eine Restfläche von 3.800 m<sup>2</sup> verkleinert worden.

Am Osthang des Tagebaus liegt das Naturschutzgebiet „Feuchtwald an der Burg“, welches mit einer Fläche von 2,3 ha unmittelbar an das Erweiterungsgebiet angrenzt.

Etwas weiter östlich befindet sich das NSG „Fallenstein“. 800 m westlich des Steinbruchs liegt das NSG „Heimberg“. Etwa 2 km südöstlich des Untersuchungsgebietes liegt das 1,1 ha große NSG „Doernberg“.

Am südlichen Ortsrand von Bestwig, etwa 2 km nördlich des Steinbruchs, liegen die Naturschutzgebiete „Battenberg/ Wiemecke“ (40,7 ha), „Lütteckenstein/ Halberg“ (17,7 ha), „Hohler Stein“ (12,3 ha), „Ostenberg“ (21,0 ha) und „Breberg“ (33,7 ha).

Etwa 2 km südlich des Steinbruchs, rund um den Bastenberg, liegen die Naturschutzgebiete „Grube Alexander“ (9,4 ha), „Mönchenknapp“ (20,6 ha), „Himerk/ Wettstein“ (5,5 ha), „Halden bei Ramsbeck“ (25,2 ha) und „Scheidt“ (2,1 ha).

Etwa 800 m östlich des Steinbruchs liegt zudem das grundwasserabhängige Landschaftssystem „Fallenstein“.

Im Untersuchungsgebiet existieren keine ausgewiesenen Vogelschutzgebiete.

### **3.6 Altlasten im Untersuchungsraum**

Etwa 1,5 km nördlich des Steinbruchs befindet sich die Siedlungsabfalldeponie Bestwig-Halbeswig. 2,5 km nordöstlich des Steinbruchs, etwas südlich des Ortes Bestwig, liegt die Boden-/ Bauschuttdeponie Bestwig.



## 4 Untersuchungsumfang und Datengrundlagen

### 4.1 Untersuchungsrahmen

Die Untersuchungsziele und der Untersuchungsrahmen des hydrogeologischen Gutachtens umfassen folgende Punkte:

- ❑ Darstellung des Ist-Zustandes im Untersuchungsraum, mit
  - Wasserhaushalt (Niederschlag, Verdunstung, Abfluss, Grundwasserneubildung).
  - Hydrologie:
    - Quellen und deren Einzugsgebiete, Schüttungsverhältnisse und Beschaffenheit,
    - Fließgewässer mit Einzugsgebieten, Abflusskennwerten, Anbindung an das Grundwasser.
  - Geologie und Hydrogeologie:
    - Geologischer und tektonischer Bau der Schichten,
    - Hydrogeologischer Bau, geohydraulische Eigenschaften,
    - Grundwasserstände und Grundwasserströmungsverhältnisse, Nutzung von Grundwasser.
- ❑ Bewertung der Auswirkungen der Abbauerweiterung auf das Schutzgut Wasser (qualitative und quantitative Auswirkungsprognose):
  - Auswirkungen auf den Wasserhaushalt mit Verdunstung, Abfluss, Grundwasserneubildung.
  - Auswirkungen auf das Grundwasser.
  - Auswirkungen auf Quellen/ Siepen.
  - Auswirkungen auf Trinkwassergewinnungsanlagen und Trinkwasservorkommen (Trinkwasserschutzgebiete, Schongebiete), quantitative und qualitative Auswirkungen.
  - Auswirkungen auf Fließgewässer (Abflussmengen, Abflussverhalten und Einzugsgebiete).
  - Auswirkungen auf Naturschutzgebiete und andere Schutzgebiete „Natur und Landschaft“ mit Abhängigkeit vom Grundwasser.

Die Auswirkungen werden für die Prognosezustände während der Abbautätigkeit, nach Beendigung des Abbaus und nach Beendigung der Rekultivierung beschrieben und bewertet.



## 4.2 Untersuchungsumfang und Datengrundlagen

Die Erstellung des hydrogeologischen Gutachtens stützt sich auf die vorliegenden Unterlagen, welche im Literaturverzeichnis aufgeführt sind. Wesentliche Unterlagen sind dabei:

- Bohrdaten der Erkundungsbohrungen 1997-2024,
- Stellungnahme „Hydrogeologische Verhältnisse im geplanten Erweiterungsbe-  
reich des Diabassteinbruchs Halbeswig“, Prof. Dr. Ulrich Schreiber, 16.08.2010,
- Hydrologische Untersuchungen zu Quellschüttungen und Siepen im Rahmen  
der Erweiterung des Steinbruchs, IHU Geologie und Analytik GmbH (2011),
- Ergebnisse und Berichte des seit November 2011 betriebenen Quellen-Monito-  
rings,
- Pumpdatenerfassung Gewinnungsbereiche Nord (2019 – 2024) und Süd (2022  
bis 2024)
- Genehmigungsbescheid 51.3-0228064- G 5/12 – Sta zur Osterweiterung des  
Steinbruchs vom 30.01.2013,
- Tischvorlage zur Ermittlung des Umfangs und Inhalts der Antragsunterlagen für  
die geplante Südost-Erweiterung des Diabaswerks Halbeswig im Rahmen eines  
immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens nach §16 BImSchG mit  
integrierter Umweltverträglichkeitsprüfung aus Juli 2022,
- Ergebnisprotokoll zum Scopingtermin vom 22.08.2022.

Darüber hinaus wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Leitfähigkeits-Messungen an den Bohrlöchern und im Steinbruch,
- Hydrogeologische Kartierung im Steinbruch,
- Hydraulische Versuche und Kurzpumpversuche zur Ermittlung der Gebirgs-  
durchlässigkeit,
- Begehungen und hydrogeologische Kartierung der Fließgewässer und der  
Quellen, Messungen der elektrischen Leitfähigkeit, Temperatur und der Quell-  
schüttung,
- Wasserprobenahmen im Steinbruch und an den Quellen/Siepen im Untersu-  
chungsgebiet, Analytik auf die bestimmenden Haupt-Ionen zur Charakterisie-  
rung der Wässer.



### 4.3 Temporäre Messstellen

Im Bereich des Steinbruchs und im näheren Umfeld wurden im Jahr 2023 insgesamt vier Bohrungen zur Untersuchung des Kluftwassers und Durchlässigkeit des anstehenden Gesteins abgeteuft. Die Bohrlöcher wurden als temporäre Messstellen oberflächennah mit Rohren gesichert, aber nicht vollständig mit Filterrohren ausgebaut. Die Lage der Bohrlöcher auf der aktuell tiefsten Tagebau-Sohle sowie der außerhalb liegenden Messstelle B3 ist in der Anlage 2.1 dargestellt. Die Kenndaten der Bohrlöcher sind in Tab. 4-1 aufgeführt. Die Bohrlöcher wurden sowohl in das im Tagebau anstehende vulkanische Hartgestein Diabas, als auch in die angrenzenden Tonschiefer niedergebracht. Die Messstelle B3 ist in den Tonschieferlagen östlich des Tagebaus ausgebaut.

**Tab. 4-1: Kennwerte der Bohrlöcher im Untersuchungsgebiet**

Messstelle	POK	Bohrlochtiefe	Lage
	m ü. NHN	m u. GOK	
B1	492	26,80	Steinbruch, Südfeld
B2	492	9,70	Steinbruch, Südfeld
B3	505,75	25,30	Erweiterungsgebiet Südost
B4	492	21,95	Steinbruch, Südfeld



## 5 Wasserhaushalt

### 5.1 Natürlicher Wasserhaushalt

Um mögliche Auswirkungen der Abbauerweiterung auf den Wasserhaushalt und die Grundwasserneubildung abschätzen zu können, wird zunächst eine Wasserhaushaltsbilanz aufgestellt.

Die Bilanzgrößen des Wasserhaushaltes setzen sich zusammen aus:

$$N = Et_r + A_o + A_u + R$$

Mit:

- N: Niederschlag
- Et<sub>r</sub>: Evapotranspiration
- A<sub>o</sub>: Oberflächen-Abfluss
- A<sub>u</sub>: Unterirdischer Abfluss (entspricht über längere Zeiträume der Grundwasserneubildung)
- R: Rücklage und Verbrauch (für mehrjährige Betrachtungen nicht relevant)

Für die Bestimmung des langjährigen, mittleren Niederschlags werden Messdaten der Stationen Olsberg-Brunskappel (ID: 3798) und Eslohe (ID: 1300) des Deutschen Wetterdienstes herangezogen. Die Stationen liegen etwa 8 km östlich bzw. 18 km südwestlich des Vorhabengebietes. Die Tab. 5-1 fasst die langjährigen, mittleren Jahreswerte von Niederschlag und Temperatur für die genannten Stationen zusammen.

**Tab. 5-1: Kenndaten der nächstgelegenen Wetterstationen**

Station	Höhe	Entfernung	Zeitraum	Jahre	N	T
	M ü. NHN				mm	°C
Olsberg-Brunskappel	442	8 km O	1991 - 2020	30	1.122	-
Eslohe	351	18 km SW	1991 - 2020	30	1.086	8,5

Erläuterung:

N: Niederschlag (Jahressummen)

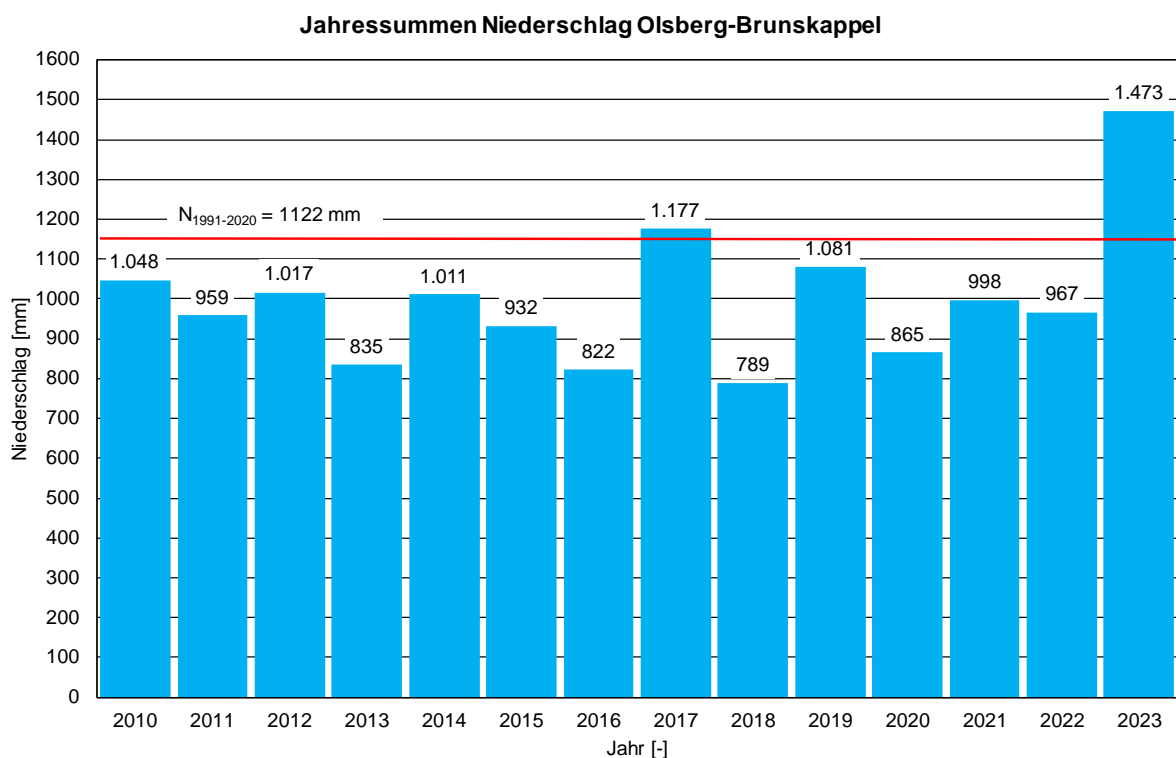
T: durchschnittliche Jahrestemperatur

An der Station Olsberg-Brunskappel wurde für den Zeitraum 1991 – 2020 eine **langjährige, mittlere Jahresniederschlagssumme** von 1.122 mm ermittelt. An der Station Eslohe beträgt die langjährige, mittlere Jahresniederschlagssumme für den Zeitraum 1991 – 2020 1.086 mm. Der Klimaatlas Nordrhein-Westfalen gibt als mittleren Niederschlag in der Periode 1991-2020 für den Bereich des Steinbruches und des Erweiterungsgebietes einen mittleren Niederschlag von 1.102 mm bis 1.133 mm an. Die Niederschlagsdaten der Station Olsberg-Brunskappel mit 1.122 mm im langjährigen



Mittel können daher für die weiteren Bilanzierungen im Bereich des Steinbruches Halbeswig herangezogen werden.

In der Abb. 5-1 sind die Jahresniederschlagssummen für die Station Olsberg-Brunskappel seit 2010 dargestellt. Im Betrachtungszeitraum lagen alle Jahre, mit Ausnahme der sehr niederschlagsreichen Jahre 2017 und 2023, zum Teil weit unter dem langjährigen Durchschnitt. Besonders trocken war das Jahr 2018 mit einem Jahresniederschlag von 789 mm und somit einem Gesamtdefizit von -333 mm im Vergleich zum langjährigen Mittel. Das Jahr 2019 lag mit einer Jahressumme von 1.081 mm nur wenig unterhalb des Durchschnitts, während das Jahr 2020 mit 865 mm erneut zu trocken war. Das Jahr 2021 lag mit 998 mm ebenfalls unter dem langjährigen Durchschnitt von 1.122 mm, jedoch war es nicht so trocken wie das Vorjahr. Im Jahr 2022 sind insgesamt 967 mm Regen gefallen, was nicht nur unter dem Durchschnitt, sondern auch unter dem Wert des Jahres 2021 liegt. Im Jahr 2023 sind in der Summe 1.473 mm Niederschlag gefallen, wodurch sich im Vergleich zum langjährigen Mittel ein Gesamtüberschuss von +351 mm ergibt. Die dargestellten Schwankungen in den vergangenen 14 Jahren entsprechen einer relativen Abweichung von mehr als 30 % nach oben und unten gegenüber den langjährigen Durchschnittswerten (Schwankungsbreite demgemäß: 60 % des langjährigen Durchschnitts).

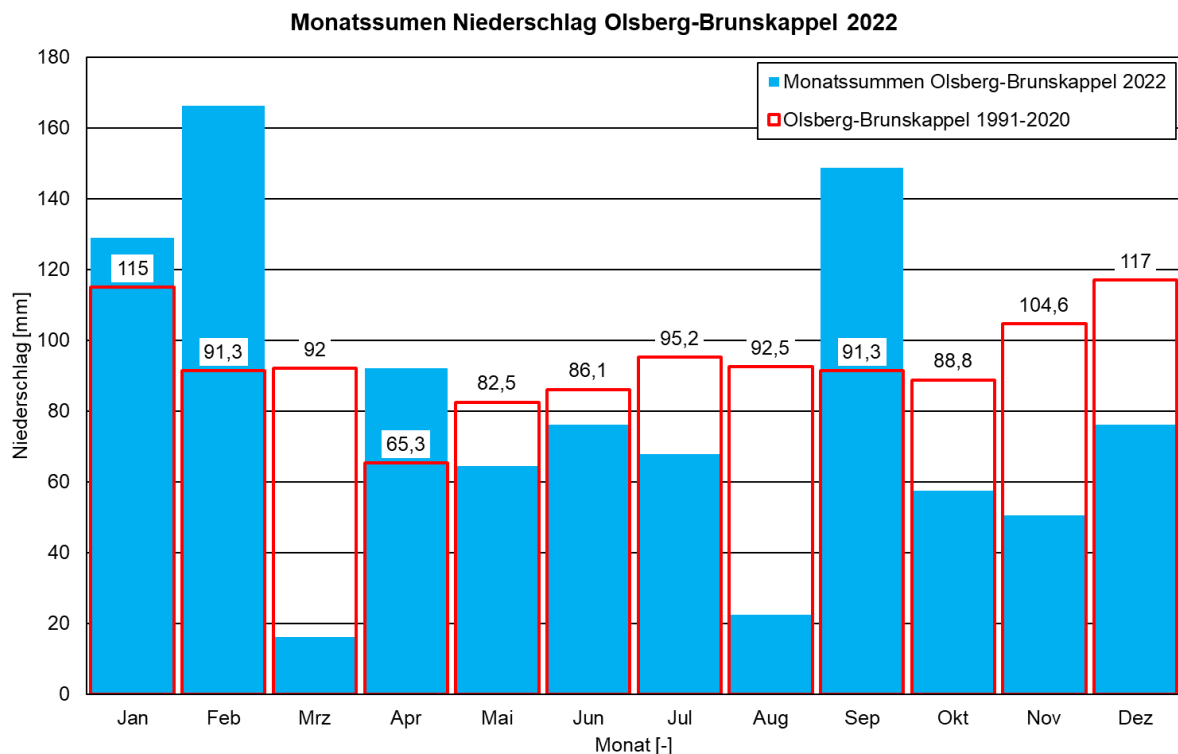


**Abb. 5-1: Jahressummen des Niederschlages an der Station Olsberg-Brunskappel in den Jahren 2010 – 2023**



In den Abb. 5-2 bis Abb. 5-3 sind die Monatssummen des Niederschlags für die Jahre 2022 und 2023 den langjährigen mittleren Monatssummen der Station Olsberg-Brunskappel gegenübergestellt.

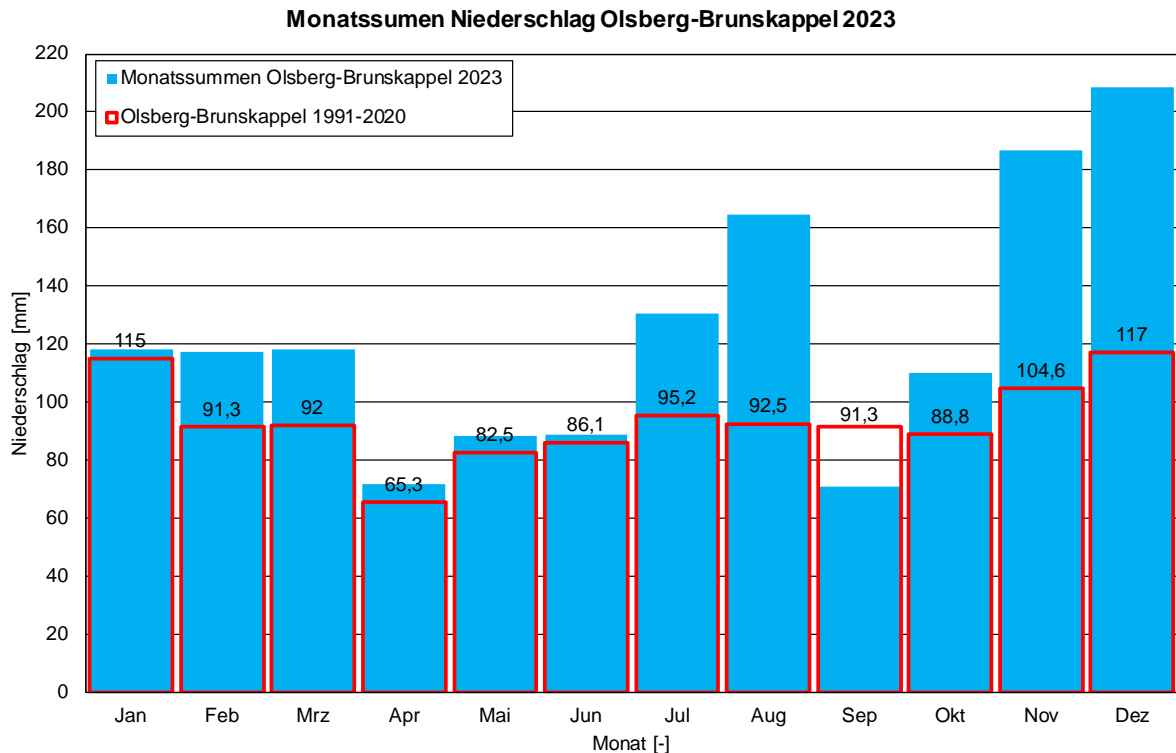
Im Jahr 2022 lag die Summe der Monatsniederschläge mit 967 mm unterhalb des langjährigen Durchschnitts. Die vier Monate, Januar, Februar, April und September, lagen dabei über dem langjährigen Monatsmittel, der Februar und September dabei deutlich. Die restlichen Monate lagen dagegen zum Teil weit unterhalb des langjährigen Mittels. Vor allem der März und August waren mit nur etwa einem Viertel bis einem Fünftel der durchschnittlichen Niederschlagsmenge zu trocken.



**Abb. 5-2: Monatssummen des Niederschlags im Jahr 2022 an der Station Olsberg-Brunskappel**

Im gesamten Jahr 2023 wurden die durchschnittlichen Monatsmengen in sieben Monaten (März, April, Juli, August, Oktober, November und Dezember) deutlich bis sehr deutlich, im Januar nur leicht überschritten. Die Monate August, November und Dezember waren mit jeweils über 160 mm Niederschlag sehr nass. Lediglich im September lagen die Niederschläge mit 71 mm deutlich unter dem Monatsmittel. In den übrigen vier Monaten lagen die Niederschläge im Bereich der Monatsmittelwerte. Prozentual fiel im August, November und Dezember etwa 80 % mehr Niederschlag als im langjährigen Durchschnitt. Mit 1.473 mm lag der Jahresniederschlag 2023 deutlich über dem langjährigen Mittel und oberhalb des Schwankungsbereiches der vergangenen 10 Jahre. Das Jahr 2023 war ein außergewöhnlich nasses Jahr.





**Abb. 5-3: Monatssummen des Niederschlags im Jahr 2023 an der Station Olsberg-Brunskappel**

Da für die Station Olsberg-Brunskappel keine langjährige Jahresmitteltemperatur zur Verfügung steht, wird hier der Wert der Station Eslohe (ID: 1300) genutzt. Die langjährige mittlere **Jahrestemperatur** für den Zeitraum 1991 bis 2020 beträgt an dieser Station 8,5°C. Für das Erweiterungsgebiet des Steinbruchs Halbeswig mit einer Höhenlage von etwa 500 m ü. NHN gibt der Klimaatlas Nordrhein-Westfalen eine mittlere Temperatur von 8,2 °C an.

Die reelle **Evapotranspiration (Verdunstung)** lässt sich überschlägig für lange Zeiträume nach dem Berechnungsverfahren von Turc (1961) auf der Grundlage der langjährigen mittleren Niederschlagssumme und der mittleren Temperaturwerte mit hinreichender Genauigkeit wie folgt berechnen:

$$Et_r = \frac{N}{\left[0,9 + \left(\frac{N}{t_t}\right)^2\right]^{0,5}} \text{ [mm/a]}$$

Mit:

N: Jahresniederschlagssumme [mm]

$t_t$ :  $300 + 25t + 0,05t^3$

t: Jahresmittel Temperatur [°C]



Für den Zeitraum von 1991 bis 2020 ergibt sich auf der Grundlage der Jahresniederschlagssumme von 1.122 mm und der Jahresmitteltemperatur von 8,2 °C eine mittlere reelle Evapotranspiration von etwa  **$E_{tr} = 486 \text{ mm/a}$** .

## 5.2 Abfluss und Grundwasserneubildung

Nach der Wasserhaushaltsgleichung errechnet sich der Abfluss (A) aus der Differenz zwischen Niederschlag und der realen Evapotranspiration. Es ergibt sich für den Zeitraum 1991 bis 2020 ein mittlerer Gesamtabfluss von

$$A_{ges} = N - E_{tr} = 1.122 \text{ mm/a} - 486 \text{ mm/a} = 636 \text{ mm/a}.$$

Im Klimaatlas Nordrhein-Westfalen wird für den langjährigen Gesamtabfluss im Untersuchungsgebiet (außerhalb vom Steinbruch) mit 580 mm bis 627 mm ein vergleichbarer Wertebereich angegeben. Der Gesamtabfluss ( $A_{ges}$ ) setzt sich aus dem oberirdisch fließenden Anteil ( $A_o$ ) sowie dem unterirdisch fließenden Anteil ( $A_u$ ) zusammen. Der oberirdisch abfließende Anteil wird als Direktabfluss zusammengefasst. Der unterirdische Abfluss  $A_u$  entspricht für lange Betrachtungszeiträume der Grundwasserneubildung (GwN). Als Grundwasserneubildung wird der Anteil des Wassers eingestuft, der im Boden versickert und dem Grundwasser zufließt.

Der Anteil des oberirdischen Abflusses (Direktabfluss) hängt neben der Durchlässigkeit des Bodens und der anstehenden Gesteine vor allem von der Morphologie, der Hangneigung, der Flächennutzung/Versiegelung und dem Flurabstand ab. Der Direktabflussanteil nimmt mit steigendem Flurabstand ab und ist bei bindigen Böden deutlich größer als bei nicht bindigen Böden. Es wird ferner davon ausgegangen, dass der Direktabflussanteil  $p$  am Gesamtabfluss von Acker- bzw. Grünland über Mischvegetation bis zum Wald abnimmt (Meßer, 2008).

Nach einem Berechnungsansatz von Meßer [2008] errechnet sich für die Bereiche außerhalb des Tagebaus mit Festgesteinen, bei einer hohen Reliefenergie von > 10 % und einer forstwirtschaftlichen Nutzung, ein Anteil des Direktabflusses am Gesamtabfluss von 80 %. Das bedeutet, dass nur ein geringer Teil des Niederschlags versickert. Damit verbleibt bei einem Niederschlag von 1.122 mm, einer Evapotranspiration von 486 mm und einem Gesamtabfluss von 636 mm ein Direktabfluss von  $A_o = 0,8 \times 636 \text{ mm} = 508 \text{ mm}$ . Die übrigen 128 mm (20% von  $A_{ges}$ ) fließen nach dieser Bilanzrechnung als unterirdischer Abfluss  $A_u$  dem Grundwasser zu. Aufgrund der hier anstehenden Tonschiefer und Diabase, die als sehr gering durchlässig einzustufen sind (vergl. Kap. 8.5), ist für die Grundwasserneubildung ein geringerer Wert anzusetzen, der mit etwa 5-10 % des Gesamtabflusses (ca. 32 - 65 mm) anzugeben ist. Dies



liegt im Bereich der Werte, die im Klimaatlas Nordrhein-Westfalen für die Grundwasserneubildung im Untersuchungsgebiet angegeben sind (50 - 65 mm). Nur lokal werden höhere Werte bis 160 mm genannt, wenn z.B. durch tektonische Besonderheiten (z.B. Störungszonen) ein höherer Grundwasserstrom möglich ist. Der unterirdische Abfluss (Grundwasserneubildung) konzentriert sich bei den hier bestehenden geologischen Verhältnissen mit sehr dichten Tonschiefern und Diabasen auf den oberflächennahen Auflockerungsbereich der Gesteine (s. Kap. 9).

Die mittlere theoretische Grundwasserneubildung im Bereich des geplanten Abbau-  
raumes ist daher mit etwa  $GwN = 65 \text{ mm/a}$  ( $= 2,1 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ ) anzugeben.

Für den Bereich des Steinbruches wird eine gesonderte Wasserbilanz aufgestellt auf Basis existierender Pumpdaten (siehe Kap. 10). Dort ist der Wasserhaushalt dadurch geprägt, dass bei fehlendem Pflanzenbewuchs die Verdunstung deutlich geringer ist als im Bereich der angrenzenden bewaldeten Gebiete.



## 6 Hydrologische Verhältnisse

Die in Kapitel 3 bereits kurz beschriebenen hydrologischen Verhältnisse werden im Folgenden noch einmal ausführlicher betrachtet.

Die Haupt-Fließgewässer im Untersuchungsgebiet und somit auch die Vorfluter bilden die Valme im Osten und der Berlarer Bach im Westen des Steinbruchs (s. Anlage 1).

Der Berlarer Bach entspringt etwa 1 km südlich des Steinbruchs in der Ortschaft Berlar und fließt westlich am Vorhabengebiet vorbei in Richtung Norden. Auf Höhe des Ortes Halbeswig knickt der Bach nach Westen um und fließt nach etwa 1,2 km in den Nierbach. Dieser entspringt südlich des Tagebaus am Kernebrockskopf. Im weiteren Verlauf fließen ihm die Nier und der Moseboller Bach zu. Die Gewässer liegen im Oberflächeneinzugsgebiet Nierbach, welches sich im Norden bis in die Ortschaft Wehrstapel erstreckt, wo die Valme in die Ruhr mündet.

Etwa 700 m östlich, unterhalb des Untersuchungsgebietes verläuft die Valme auf ca. 340 m ü. NHN. Die Diesemecke, welche etwa 1 km nördlich des Tagebaus entspringt, mündet im Norden der Ortschaft Heringhausen in die Valme. Ein Stück flussabwärts mündet der Bach Bilmecke, der südöstlich vom Tagebau auf dem Dörnberg entspringt, ebenfalls in die Valme. Die Gewässer liegen im Oberflächeneinzugsgebiet Valme, welches sich im Norden bis in die Ortschaft Bestwig erstreckt, wo die Valme in die Ruhr mündet.

Die Grenze zwischen den zugehörigen Oberflächeneinzugsgebieten „Valme“ und „Nierbach“ verläuft in Nord-Süd-Ausrichtung mittig durch den Höhenzug „Auf der Burg“, in dem sich der Tagebau befindet.

Die Auswirkungen des Vorhabens auf die Oberflächengewässer werden in Kapitel 12 näher betrachtet.



## 7 Geologie

Die geologischen Verhältnisse im Bereich des Steinbruchs Halbeswig wurden auf Basis durchgeführter Erkundungsbohrungen durch Prof. Dr. Ulrich Schreiber von der Universität Duisburg untersucht und detailliert beschrieben [Schreiber, 2010]. Die Geologie und Tektonik werden auf dieser Grundlage sowie der Ergebnisse der von uns durchgeführten neueren Untersuchungen (s. Kap. 8) im Folgenden zusammengefasst dargestellt. In der Anlage 5 ist die regionale Geologie im Umfeld auf Basis der Geologischen Karte, Blatt 4616 Eversberg dargestellt.

Regionalgeologisch betrachtet befindet sich das Untersuchungsgebiet im östlichen Rheinischen Schiefergebirge auf einer Höhe von über 500 m ü. NHN auf der Bergkuppe „Auf der Burg“ (s. Anlage 4). Hier stehen vorwiegend mitteldevonische Tonschiefer, untergeordnet auch Sandstein an, in die unterschiedlich mächtige Diabaszüge eingeschaltet sind. Diese Gesteinsfolge wird tektonisch durch eine Sattel-Muldenstruktur mit einer NNW-Vergenz und einem Einfallwinkel von mehr als 30° der Achsenflächen nach NNW gebildet. Das Streichen der Sattel- und Muldenachsen beträgt 80° (nahezu Ost-West), dabei tauchen die Muldenachsen um wenige Grad nach Osten ab [Schreiber, 2010]. Dadurch ergibt sich ein umlaufendes Streichen der Schichtflächen am Osthang.

Das Diabasvorkommen von Halbeswig besteht aus einem magmatischen Lagergang (Sill), der in devonische Sedimentgesteine intrudierte und im Zuge der varizischen Orogenese mit verfault wurde. Der Lagergang hat sowohl im Liegenden als auch im Hangenden während der Intrusion zu einer schwachen Kontaktmetamorphose geführt. Ursprünglich betrug die Mächtigkeit des Lagerganges durchschnittlich etwa 30 m, diese weicht jedoch lokal davon ab.

Die anstehenden Tonschiefer und Sandsteine wurden im Prozess der Gebirgsbildung intensiv und z.T. engständig geschiefert. Die mitteldevonischen Tonschiefer sind engständig geschiefert, mit charakteristischer Schieferungsbrechung im Übergang zum weiterständig geschieferten Sandstein. Der Diabas weist nur eine geringe Klüftung auf, die je nach Position zu Faltenumbiegungen unterschiedlich weitständig ist. Die bei der Faltenbildung entstandenen Brüche liegen an den Stellen der stärksten Umbiegung sekundär mineralisiert vor (überwiegend Quarz) [Schreiber, 2010].

Die geologische Abfolge ist mit der Stratigraphie und der hydrogeologischen Einstufung in Tab. 8-1 in Kap. 8.1 aufgeführt.



## 8 Hydrogeologie im Bereich der Quellen und im Steinbruch

### 8.1 Hydrogeologische Übersicht

Die hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsraum sind in Schreiber (2010) und IHU (2011) detailliert beschrieben. Im Folgenden wird der hydrogeologische Bau in der Übersicht kurz erläutert. Die folgenden Kapitel behandeln die im Rahmen der Erstellung des Gutachtens durchgeführten Untersuchungen zur Hydrogeologie im Steinbruch und im Bereich der Quellen östlich davon.

Der Steinbruch Halbeswig und der umgebende Höhenzug „Auf der Burg“ zählt hydrogeologisch zum Großraum „Mitteldeutsches Grundgebirge“ und darin zum „Rheinischen Schiefergebirge“ (BGR). Die im Bereich des Steinbruchs und seiner näheren Umgebung anstehenden Gesteine sind in der Tab. 8-1 beschrieben, den stratigraphischen Einheiten zugeordnet und mit ihren hydrogeologischen Eigenschaften eingestuft.

**Tab. 8-1: Geologische Schichtenfolge und deren hydrogeologische Einstufung**

Stratigraphie			Mächtigkeit	Lithologie	Hydrogeologische Einstufung
			m		
Quartär	Auensedimente		~ 1-3	Lehm, Kies	Porengrundwasserleiter, fluviale Talablagerungen
	Hanglehm und Verwitterungslehm		< 1	Lehm, Gesteinsschutt	Lockersteinsauflage über dem Festgestein, Deckschicht
Devon	Mitteldevon	Obere Givet-Stufe	ca. 30	Diabas	Kluftwasser lokal in oberflächennaher Auflockerung, in der Tiefe „Geringleiter“
		Obere Selscheider Schiefer	0 - 250	dunkle Tonschiefer und Sandsteine	Kluftwasser lokal in oberflächennaher Auflockerung, in der Tiefe „Geringleiter“
		Untere Selscheider Schiefer	etwa 700	Milde und sandige Ton- und Bänderschiefer, Sandstein	

Im Bereich des Steinbruchs und der Ostflanke des Berges stehen der mitteldevonische Tonschiefer und die darin eingeschalteten Diabase an. Sie werden von einer nur sehr geringmächtigen Lockergesteinsschicht aus Hanglehm und Verwitterungslehm von weniger als 1 m Mächtigkeit überdeckt. Grundwasser führende quartäre Talsedimente stehen östlich im Tal entlang der Valme an. Auch westlich des Steinbruchs am Berlarer Bach finden sich quartäre Talfüllungen.



Die Anlage 3.1 zeigt ein hydrogeologisches West-Ost Profil durch den Tagebau und die Südosterweiterung bis zum Tal der Valme. Dargestellt sind neben dem Diabas und dem Tonschiefer die quartäre Überdeckung sowie die Quellaustritte.

Die im Bereich des Steinbruchs anstehenden Oberen und Unteren Selscheider Schiefer sind als Tonschiefer ausgeprägt. Diese Gesteine sind aus Tonstein hervorgegangen, der aufgrund der hohen Auflast der Gesteinsüberdeckung in der erdgeschichtlichen Vergangenheit leicht metamorph überprägt und so zu gehärtetem Tonschiefer umgewandelt wurde. Die Gesteine sind durch eine engständige Schieferung gekennzeichnet, die das Trennflächensystem im Gestein dominiert. Kluffflächen und Schichtflächen treten dahinter sehr deutlich zurück. Die Trennflächen im Tonschiefer, im wesentlichen Schieferungsflächen, weisen nur in einer oberflächennahen Zone bis etwa 20 m Tiefe lokal eine geringe Öffnungsweite auf, so dass dort Wasser versickern und abfließen kann. Das devonische Gestein aus Tonschiefer, dichtem Sandstein und Diabas selbst ist wasserundurchlässig. Die Wasserführung beschränkt sich hier ausschließlich auf das Trennflächensystem, also die Schieferflächen, Schichtflächen und Kluffflächen sowie lokal auch Störungsflächen oder Störungszonen, die das Massiv durchziehen. Sämtliche Trennflächen sind durch eine sehr geringe oder nicht vorhandene Öffnungsweite gekennzeichnet. Daher ist die resultierende Gebirgsdurchlässigkeit im unverwitterten Zustand als sehr gering bis undurchlässig einzustufen.

Die Tonschiefer sind eng gefaltet und die Faltenachsen nach Osten geneigt. Der etwa 30 m mächtige Diabas im Bereich des Steinbruchs (Gewinnungsbereich Süd) und seiner Umgebung durchzieht die Tonschiefer etwa in Richtung West-Ost und taucht an der Ostflanke des Berges ab. Der Diabas ist massig ausgebildet und weitständig geklüftet. Nur in den oberflächennahen Trennfugen, die eine gewisse Öffnungsweite aufweisen, kann Wasser zirkulieren. Die Wasserführung beschränkt sich ausschließlich auf das Trennflächensystem, vorrangig auf Klüfte und untergeordnet auch auf vereinzelte Störungsflächen oder Störungszonen, die den Diabas durchziehen. Die Klüfte sind meist von sehr geringer Öffnungsweite oder verschlossen. Daher ist die resultierende Gebirgsdurchlässigkeit im unverwitterten Zustand als sehr gering bis undurchlässig einzustufen.

Eine etwas höhere, aber insgesamt noch geringe Wasserwegsamkeit ist in den oberflächennahen Auflockerungs- und Verwitterungsbereichen sowie dem durch Sprengung gelockertem Bereich des Diabases und der Schiefer lokal gegeben. Diese Auflockerungszone mit potentiell höherer Wasserführung reicht erfahrungsgemäß bis in etwa 10 m bis 20 m Tiefe. Dort ist im Gegensatz zum unverwitterten, tieferen Bereich die Klüftigkeit etwas höher und die Öffnungsweite von Trennfugen (Kluffflächen), aufgrund der Verwitterung und Entfestigung, etwas größer. Mit zunehmender Tiefe und



außerhalb von größeren Störungszonen sind die Trennflächen im Schiefer und im Diabas fast immer geschlossen.

Die Wechsel von Tonschiefer, Sandstein und Diabas und das Verspringen von Kluftflächen und Schieferflächen haben für das Wasser darin eine stauende Wirkung. Das Wasser sickert bevorzugt oberflächennah entlang der Streichrichtung nach Außen, also nach Osten und kann dort die Quellen bilden. Der tektonische Faltenbau und das leichte Einfallen der Faltenachsen nach Osten erklären die kleineren Quellen am Osthang.

Ein zusammenhängendes Grundwasser kann sich aufgrund der geringen Gebirgsdurchlässigkeit in den Tonschiefern und Diabasen des gesamten Berges nicht ausbilden. In Abhängigkeit von der geologischen und tektonischen Situation bilden sich oberflächennah einzelne lokale Kluftwasserbereiche aus, die nicht untereinander verbunden sind, wie die Ergebnisse der Quellschüttungsmessungen und der hydrochemischen Untersuchungen der Quellaustritte und temporären Messstellen zeigen (s. Kap. 8.4 und Kap. 8.6).

## **8.2 Lage und Einzugsgebiete der Quellen/Siepen**

Bei „Siepen“ (oder auch „Siefen“, „Seifen“) handelt es sich um eine regionaltypische Bezeichnung für mittelgebirgliche Quellbäche oder Quellaustritte, die typischerweise gebunden an sehr schmale, schluchtartige, feuchte Kerbtäler auftreten. Die Quellaustritte können sowohl aus anstehendem klüftigen Festgestein als auch aus unscheinbaren feuchten trogartigen Senken im Bereich der geringmächtigen Lockergesteinsüberdeckung und der Verwitterungsdecke über dem Festgestein erfolgen. Das Wasser aus vielen Siepen versickert in ihrem weiteren Verlauf wieder und fließt zumeist oberflächennah in der Lockergesteinsauflage ab.

Siepen oder siepenähnliche Quellaustritte treten im Bereich der Bergkuppe „Auf der Burg“, auf der sich der Steinbruch befindet, nur entlang der Ost-Flanke auf, was in der Geologie begründet ist (s.o.). Sie liegen damit östlich bis nordöstlich vom Steinbruch Halbeswig und dem Erweiterungsgebiet Südost. Im Zuge der hydrogeologischen Untersuchungen im Jahr 2011 wurden insgesamt 10 siepenartige Quellaustritte („Quelle 1“ bis „Quelle 10“) durch die IHU GEOLOGIE UND ANALYTIK GMBH kartiert und untersucht. Ab dem Jahr 2011 wurde an den Quellen/Siepen ein kontinuierliches Monitoring mit monatlicher Abflussmessung begonnen und bis heute weitergeführt (INGENIEURBÜRO WOLFGANG KLEIN 2011ff.). Im Sinne der Beweissicherung wurden dabei auch weiter nordöstlich gelegene Quellen in die Untersuchungen einbezogen, die außerhalb des





Einflussbereiches der damaligen östlichen Steinbrucherweiterung (Nordfeld) lagen. Die Anlage 2 zeigt die Lage der bekannten Quellaustritte. Es handelt sich sowohl um ganzjährig schüttende (perennierende) als auch nur temporär schüttende (intermittierende) Quellaustritte.

Durch das geplante Vorhaben der flächenhaften Erweiterung des Steinbruches nach Südosten sind die „Quelle 1“ (Q1) und „Quelle 2“ (Q2) und deren Oberflächen-Einzugsgebiete betroffen (s. Anlage 2). Diese Quellen und Quelleinzugsgebiete werden in den nachfolgenden Kapiteln genauer beschrieben. Zusätzlich wird die weiter nördlich gelegene „Quelle Q5“ (Q5) genauer betrachtet, die nicht durch den Abbau beeinflusst wird und bei vergleichbar hoher Schüttung als „Referenzquelle“ dient. Alle anderen Quellen/Siepen sind vom Vorhaben nicht betroffen. Auf der Abb. 8-1 ist die Lage der betroffenen Quellen/Siepen Q1, Q2 und Q5 markiert und deren Oberflächeneinzugsgebiete anhand der Morphologie abgegrenzt.

Bei diesen drei genannten „Quellen“ handelt es sich eher um Quellgebiete mit jeweils mehreren sichtbaren Quellaustritten, mit temporärem Trockenfallen der Quellaustritte und der sich daran anschließenden Fließgewässer insbesondere in den höhergelegenen Bereichen. Dies wird in den folgenden Kapiteln näher beschrieben und die Schüttungsmessungen aus dem Monitoring sowie die hydrochemischen Untersuchungen vorgestellt und ausgewertet.

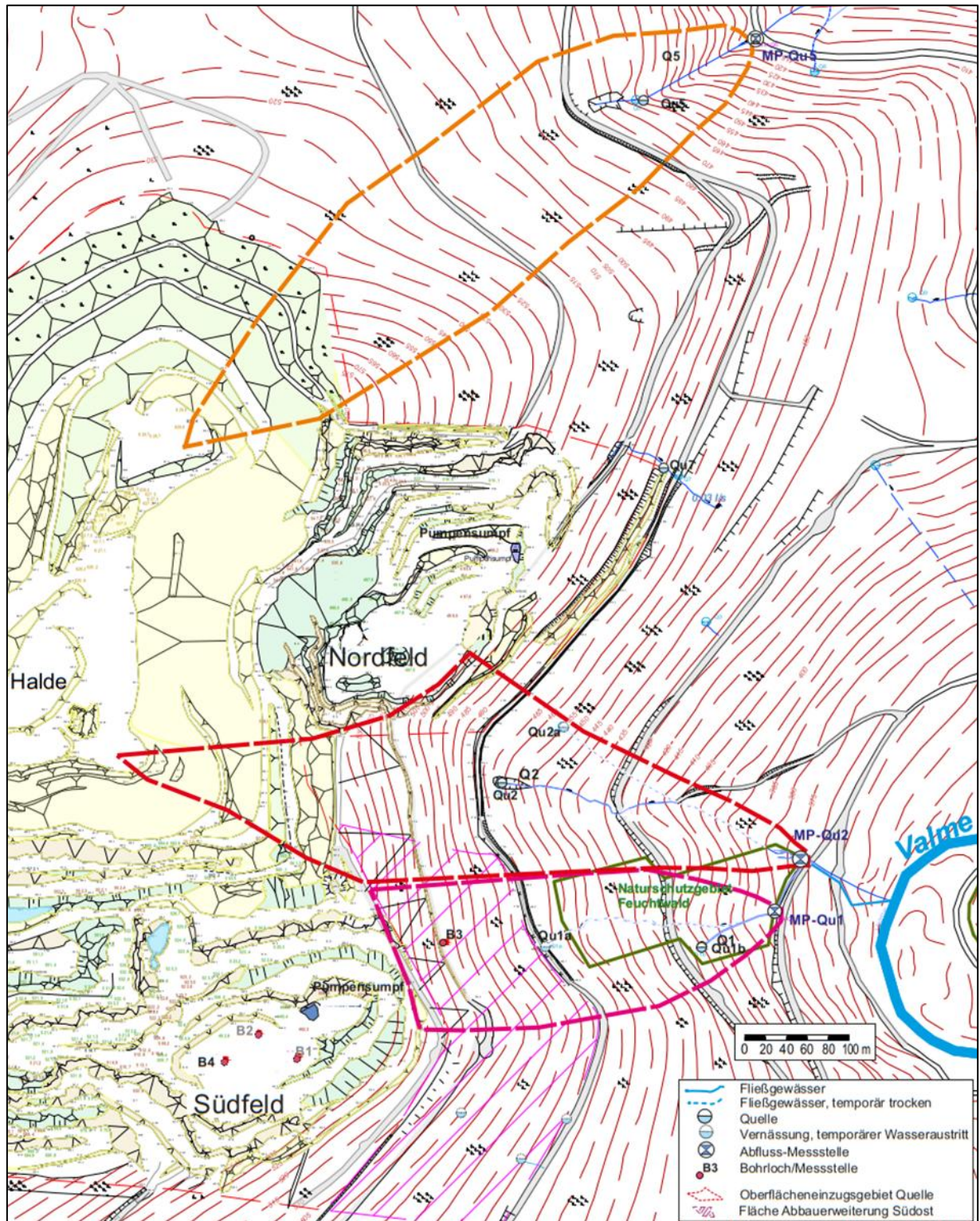


Abb. 8-1: Oberflächen-Einzugsgebiete der Quellen Q1, Q2 und Q5 an den Messpunkten



## 8.3 Hydrologisch-hydrogeologische Beschreibung der Quellaustritte

### 8.3.1 Quelle Q1

Das Quellgebiet der Quelle 1 liegt östlich des Erweiterungsgebiets Südost des Steinbruches. Der oberste Wasseraustritt der Quelle 1 (Q1a), in der Abb. 8-1 gestrichelt dargestellt, liegt am Waldweg an der Grenze zum geplanten Erweiterungsgebiet. In älteren Karten ist hier noch eine Quelle eingetragen, allerdings ist diese seit längerem nicht mehr existent bzw. als Quelle einzustufen (vgl. Anlage 2.1). Dort tritt nur temporär, nach stärkeren Niederschlägen, kurzzeitig ein Oberflächenabfluss oder Direktabfluss auf. Nach Querung des Waldweges über einen Rohrdurchlass fließt das Wasser unterhalb in der leichten Eintalung des FFH-Gebietes „Feuchtwald an der Burg“ innerhalb der dortigen geringmächtigen Lockergesteinsbedeckung und Geröll-Auflage über dem Festgestein (Tonschiefer) oberflächennah ab. Ein erkennbares Fließgerinne besteht dort nicht, ein Gewässerverlauf ist morphologisch nicht ausgeprägt. Der Abfluss erfolgt dort als mehrstromig-fächriger, unterirdisch verlaufender Abfluss innerhalb der mit größeren Felsblöcken durchsetzten Hangschuttbedeckung. Ein siepentypisches Kerbtal ist nicht ausgebildet. Auch der nächsttiefer gelegene Waldweg wird vom Abfluss fast ausschließlich als Zwischenabfluss unterirdisch in der oberen Boden- und Geröllschicht gequert.

Ein markanter Quellaustritt (Q1b) liegt etwa 30 m südöstlich der Wegquerung, am südlichen Rand der leichten Eintalung (Abb. 8-2). Diese Quelle schüttet nahezu permanent Wasser aus einem relativ großen Siepen mit einer Fläche von etwa 10 m x 10 m. Das Gerinne unterhalb ist morphologisch deutlich ausgeprägt. Etwa 70 m östlich der Quelle Q1b erreicht das Gerinne die Verbindungsstraße nach Heringhausen und wird dort in einem Straßenrandgraben Richtung Nordost weitergeführt. Am Zufluss in den Straßenrandgraben befindet sich die Monitoring-Abflussmessstelle der Q1. Der Abfluss aus Q1 mündet nach dem Zusammenfluss mit dem zur Quelle 2 zugehörigen Fließgewässer etwa 100 m östlich in die Valme.

Es handelt sich bei Quelle 1, mit dem Quelltopf Q1b, um eine überwiegend kluftwassergespeiste Quelle. Auf Grund der Lage im oberflächennahen Auflockerungsbereich des anstehenden Gesteins hat die Quellschüttung jedoch auch einen hohen Anteil Oberflächenwasser oder Hangwasser (IHU 2011). Diese Zusammensetzung wurde durch den Chemismus des Quellwassers bestätigt (s. Kap. 8.6).





**Abb. 8-2: Quellaustritt der Quelle 1 (Q1b) – Blickrichtung Ost talabwärts**

### **8.3.2 Quelle Q2**

Die Quelle Q2 befindet sich etwa 140 m nördlich der Q1a in einem ausgeprägten Taleinschnitt. Die Abb. 8-3 und Abb. 8-4 zeigen Fotos der Quelle Q2, die aus anstehendem, geklüfteten Schiefergestein entspringt. Der Austritt erfolgt am Verschnitt der Schieferung mit einer der tektonischen Hauptklüfte (IHU 2011). Wie in Abb. 8-3 zu erkennen, markiert die Quelle, hier mit Haupt-Quellaustritt Q2a, das oberste Ende eines markanten Kerbtals. Nahe des Quellaustritts spiegelt die Quelle Q2 (Q2a) nahezu das Idealbild eines Siepen wider, im weiteren Verlauf bildet die Quelle Q2 nur noch ein schmales Gerinne, welches sich abschnittsweise in mehreren kleinen Gerin-



nen verliert. Im unteren Abschnitt ist in Trockenperioden kein Oberflächenabfluss erkennbar, das Wasser fließt dort unterirdisch im Hang-Geröll wenige Dezimeter unter der Geländeoberkante ab. Im Bereich der Straße Berlar-Heringhausen vereinigt sich das Bachgerinne von Quelle Q2 mit dem Gerinne von Quelle Q1. Beide fließen ca. 100 m weiter östlich in den Vorfluter Valme.



**Abb. 8-3: Quellaustritt Q2a der Quelle 2 aus Schiefergestein**

Bei der Quelle Q2 handelt es sich um eine überwiegend aus Kluftwasser gespeiste Quelle. Die Ursache für den Austritt von Kluftwasser am Quellstandort resultiert wahrscheinlich aus einer lokalen geologischen Spezialstruktur. Nach Schreiber (2010) ist die Quelle Q2 durch die Muldenstruktur der Diabasplatte begründet, durch die sich lokal eine höhere Kluftwasserwegsamkeit und Sammlung des Hangwassers eingestellt haben.





**Abb. 8-4: Detailaufnahme des Quellaustritts von Quelle 2 aus Schiefergestein**

Etwa 100 m nordöstlich von Quellaustritt Q2a gibt es einen kleineren Quellaustritt, der als kleiner Siepen ausgebildet ist und nur temporär nach längeren Regenfällen schüttet (Q2b). Das Wasser fließt etwa 100 m östlich dem Hauptgerinne unterhalb der Quelle Q2a zu.

### **8.3.3 Weitere Quellen**

Die Quelle Q5 entspringt an einem sumpfigen Quelltopf knapp 700 m nördlich der Quelle Q2. Definierte Austrittsstellen wie bei den Quellen Q1 und Q2, sind nicht lokalisierbar. Weiter oberhalb, am morphologisch höchsten Punkt am Ende eines sehr markant ausgeprägten in nordöstlicher Richtung verlaufenden Kerbtals befindet sich ein ehemaliger Quelltopf. Die aktuelle, zumeist schüttende Quelle entspringt etwa 60 m nordöstlich davon. Das Gerinne quert nach weiteren etwa 100 m den Waldweg, wo auch die Abflussmessstelle liegt (Anlage 2, Abb. 8-1).

Bei der Quelle Q5 handelt es sich im Wesentlichen um eine Kluftwasserquelle aus dem anstehenden Schiefergestein. Durch den Oberflächenwasserabfluss an den Talflanken im Siepenabschnitt oberhalb des aktuellen Quelltopfs verfügt die Quelle aber auch



über ein klar definiertes oberirdisches Einzugsgebiet, das bis in den Bereich des ehemaligen Quelltopfs reicht. Unterhalb des aktiven Quelltopfs bildet der Quellbach eine enge Klamm mit zahlreichen Schieferaufschlüssen, über die das Wasser zum Teil treppenartig abfließt (IHU 2011).

Die übrigen 7 Quellen und Quellgebiete, die im Zuge des Quellenmonitorings gemessen werden, weisen eine deutlich geringere Schüttung als Q1, Q2 und Q5 auf. Sie sind temporär schüttende Quellen/Siepen, die unterhalb überwiegend keine morphologisch ausgeprägten Gerinne zeigen. Das Wasser versickert zumeist im weiteren Verlauf in der Lockergesteinsauflage über dem Tonschiefer und fließt als Zwischenabfluss Richtung Valme ab. Diese 7 Quellen oder Siepen liegen mit ihrem Oberflächen-Einzugsgebiet außerhalb vom Vorhabengebiet der Erweiterung Südost und sind somit in diesem Gutachten nicht weiter betrachtet.

#### **8.4 Quellschüttung**

Die Abb. 8-5 bis Abb. 8-7 stellen die Entwicklung der Quellschüttung an den Quellen Q1, Q2 und Q5 in den Jahren 2014 bis 2023 auf der Grundlage der monatlichen Monitoring-Messungen an den Abfluss-Messstellen dar (s. Anlage 2.1). Die Ganglinien der Quellen zeigen einen typischen Jahresgang mit hohen Abflüssen im Winter und Frühjahr und geringen, zum Teil auch länger ausbleibenden Abflüssen im Sommer und Herbst. Die Schwankungsbreite der Abflussmengen ist relativ hoch, was auf eine hohe Niederschlagsabhängigkeit hinweist. Im Winter wurden Abflussmengen von 4,3 l/s bis 9,8 l/s als Maximalwerte gemessen. In sommerlichen Trockenphasen können die Abflüsse an allen drei Quellen auf 0 l/s zurückgehen, wie z.B. im Sommer 2018 und 2022, zum Teil auch über mehrere Monate. Die Quellschüttungen zeigen eine starke Abhängigkeit von der natürlichen Niederschlags- und Abflussentwicklung im Jahresverlauf.

Die Abb. 8-8 zeigt die mittleren jährlichen Abflüsse an den Quellen Q1 und Q2 und der Referenzquelle Q5 im Vergleich. In der Tab. 8-2 sind die jährlichen mittleren Schüttungsmengen auf der Basis der monatlichen Messungen als Mittelwerte für die drei Quellen aufgelistet. Die Tab. 8-3 gibt die jährlichen Niedrigwasser- und Hochwasserabflüsse an den Quellen an.

Der mittlere Abfluss im Zeitraum 2014-2023 der Quellen Q1 und Q2 liegt bei 0,83 l/s und 0,76 l/s, der mittlere Abfluss der Q5 liegt mit 0,33 l/s etwas niedriger. In den meist regenreichen Winter- und Frühjahrsmonaten liegt der Abfluss häufig über 1,0 l/s. In den Sommer- und Herbstmonaten zeigen die drei Quellen während Trockenphasen meist nur einen sehr geringen Abfluss von < 0,05 l/s, temporär kann es auch zu einem

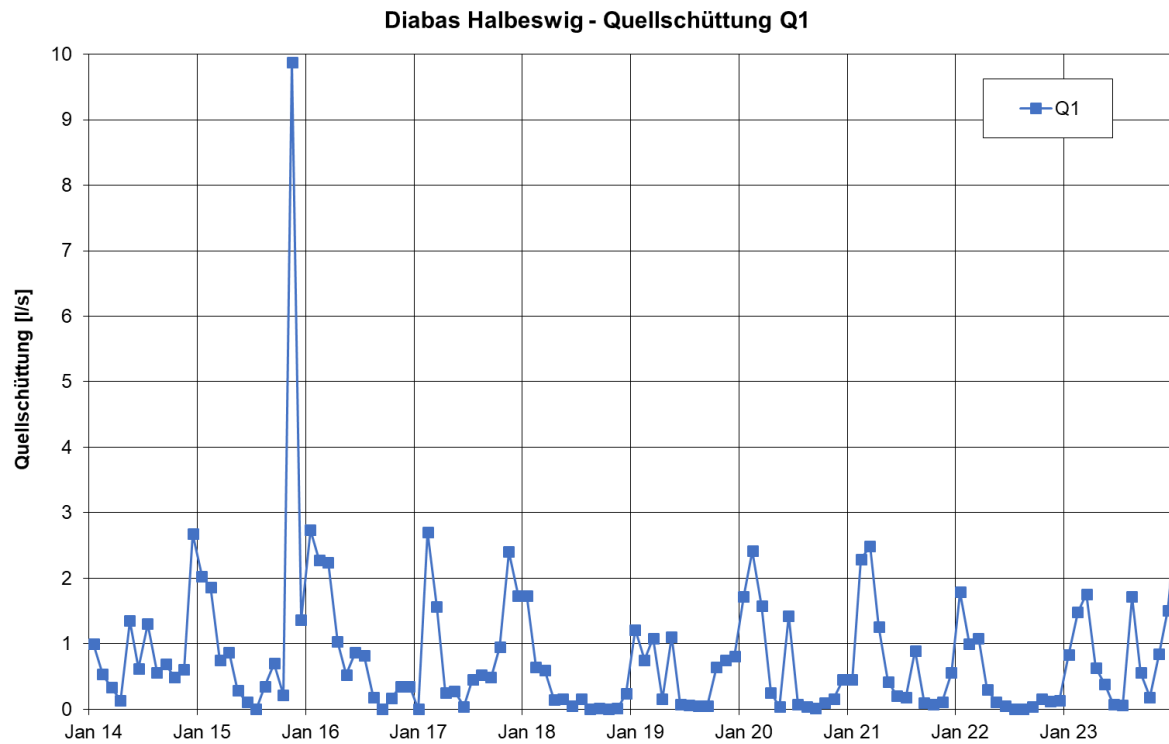


witterungsbedingt vollständigen Trockenfallen, zum Teil für mehrere Monate an den Messpunkten kommen. Die übrigen Quellen, die im Zuge des Monitorings gemessen werden, zeigen noch längere Trockenphasen als die hier dargestellten 3 größeren Quellen. Die lokalen Kluftwasserbereiche, die an die Quellen und Gerinne anschließen, sind also räumlich begrenzt und generell nur nach Niederschlägen wassergefüllt.

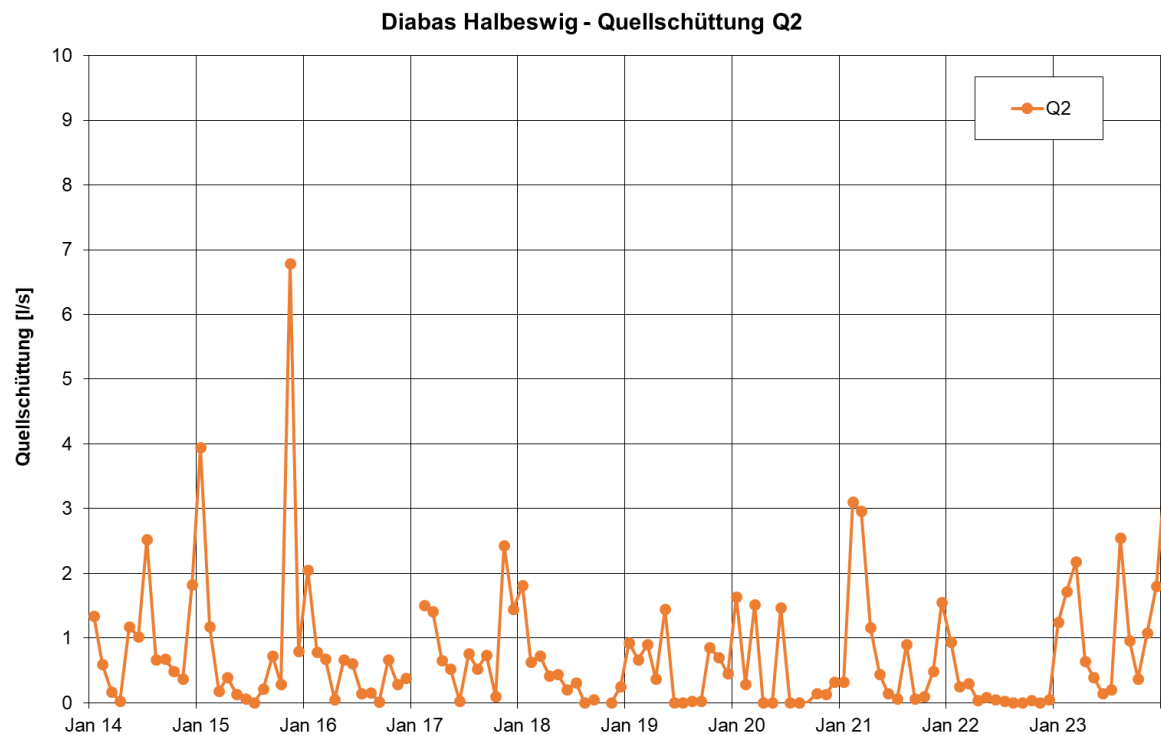
Neben den hohen Abflussschwankungen im Jahresverlauf ist auch die Schwankungsbreite der jährlichen mittleren Abflussmengen sehr hoch. Sie liegt, bezogen auf den mittleren Jahresabfluss, zwischen 36 % und 42 % in Trockenjahren sowie zwischen 162 % und 189 % in nassen Jahren (s. Abb. 8-8). Das zeigt eine hohe Abhängigkeit der Quellschüttung vom Niederschlag im jeweiligen Jahr und weist auf einen insgesamt geringen Speicherraum im Gestein des Einzugsgebietes hin. Der Hauptspeicherraum liegt in der sehr geringmächtigen Lockergesteinsbedeckung (Hanglehm) und der oberflächennahen Auflockerungszone im Festgestein. Dieser „Zwischenspeicherraum“ für das versickernde Niederschlagswasser fällt temporär in niederschlagsarmen Phasen im Sommer komplett trocken. Weitere Erläuterungen hierzu im Zusammenhang mit dem geologischen Bau folgen in Kap. 9.

Die Schüttung folgt dem vorangegangenen Niederschlag. Insbesondere längere sommerliche Trockenphasen wie in den Jahren 2018 bis 2022 wirken sich deutlich auf das Schüttungsverhalten der Quellen mit einem längeren Trockenfallen aus. Durch das sehr niederschlagsreiche Jahr 2023 zeigen die Quellen eine im Vergleich zu den vorherigen Jahren generell höhere Schüttung. Größere Unterschiede im Abflussverhalten der drei Quellen untereinander sind nicht zu erkennen.

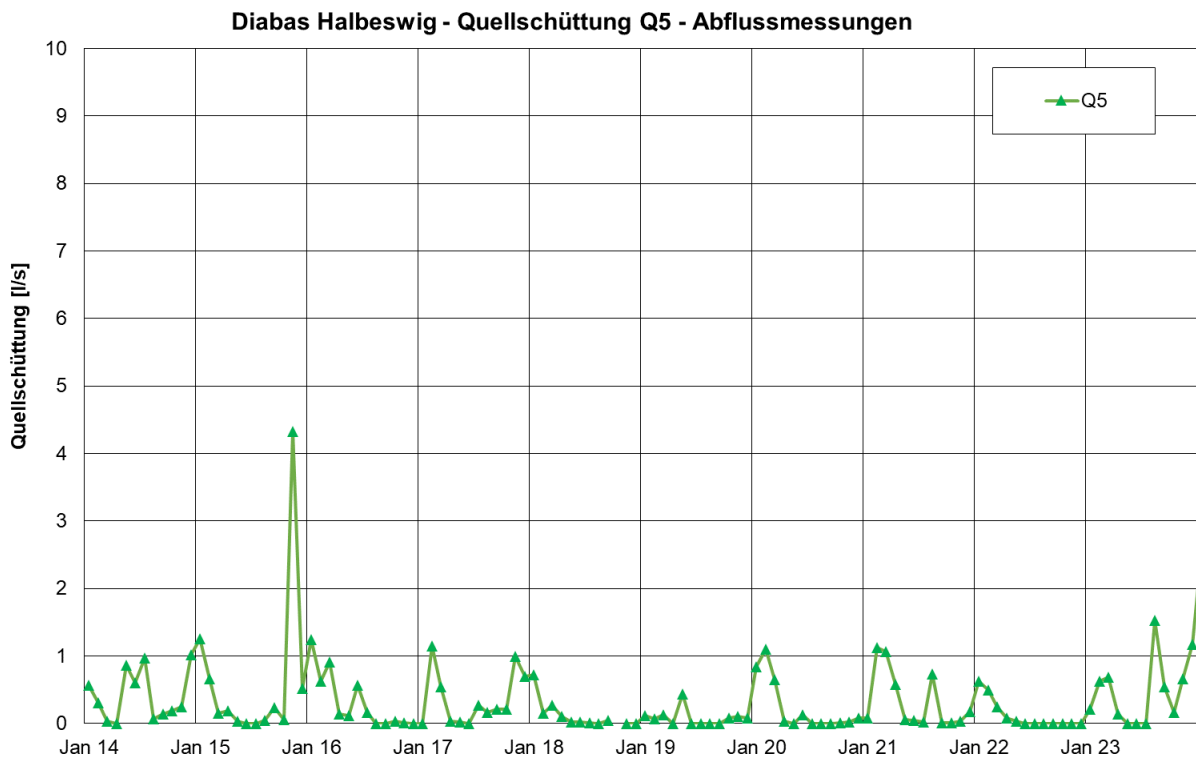




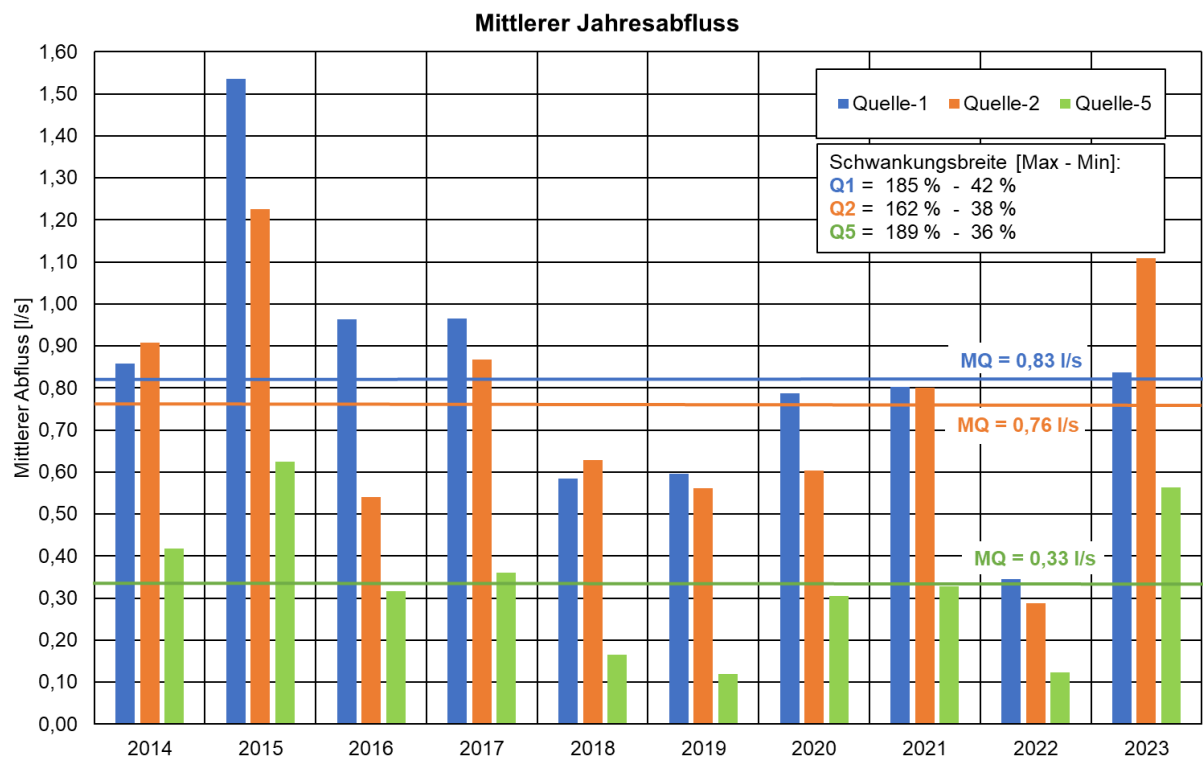
**Abb. 8-5: Quellschüttung an der Quelle Q1 im Zeitraum 2014 bis 2023**



**Abb. 8-6: Quellschüttung an der Quelle Q2 im Zeitraum 2014 bis 2023**



**Abb. 8-7: Quellschüttung an der Quelle Q5 im Zeitraum 2014 bis 2023**



**Abb. 8-8: Mittlerer Jahresabfluss 2014 – 2023 der Quellen Q1, Q2 und Q5 nach monatlichen Quellschüttungsmessungen**



**Tab. 8-2: Mittlere jährliche Schüttung der Quellen Q1, Q2 und Q5**

Mittlere Schüttung MQ				Verhältnis Jahreswert/MQ			
	Quelle-1	Quelle-2	Quelle 5		Quelle-1	Quelle-2	Quelle 5
	[l/s]	[l/s]	[l/s]		[%]	[%]	[%]
2014	0,86	0,91	0,42		104	120	126
2015	1,54	1,22	0,62		185	162	189
2016	0,96	0,54	0,32		116	71	96
2017	0,97	0,87	0,36		117	115	109
2018	0,58	0,63	0,17		71	83	50
2019	0,60	0,56	0,12		72	74	36
2020	0,79	0,60	0,31		95	80	92
2021	0,80	0,80	0,33		97	106	99
2022	0,34	0,29	0,12		42	38	37
2023	0,84	1,11	0,56		101	147	170
MQ	0,83	0,76	0,33				

**Tab. 8-3: Niedrigwasserabfluss und Hochwasserabfluss der Quellen Q1, Q2 und Q5**

Niedrigwasserabfluss NQ				Hochwasserabfluss HQ			
	Quelle-1	Quelle-2	Quelle 5		Quelle-1	Quelle-2	Quelle 5
	[l/s]	[l/s]	[l/s]		[l/s]	[l/s]	[l/s]
2014	0,135	0,026	0,000	2014	2,68	2,53	1,02
2015	0,000	0,000	0,000	2015	9,88	6,79	4,33
2016	0,001	0,013	0,000	2016	2,74	2,05	1,25
2017	0,044	0,024	0,001	2017	2,70	2,43	1,15
2018	0,000	0,000	0,000	2018	1,73	1,81	0,73
2019	0,050	0,000	0,000	2019	1,21	1,45	0,44
2020	0,010	0,001	0,000	2020	2,42	1,64	1,10
2021	0,069	0,060	0,013	2021	2,50	3,10	1,12
2022	0,000	0,000	0,000	2022	1,79	0,94	0,63
2023	0,065	0,146	0,000	2023	1,76	2,55	1,53
Mittelwert	0,037	0,027	0,001	Mittelwert	2,94	2,53	1,33



## 8.5 Gebirgsdurchlässigkeit

Um die Gebirgsdurchlässigkeit zu ermitteln, wurden im Gewinnungsbereich Süd mit dem Steinbruchbohrgerät insgesamt drei Bohrungen von 105 mm Durchmesser auf der unteren Abbausohle (492 m ü. NHN) bis in eine Tiefe von etwa 27 m und eine weitere Bohrung im Erweiterungsgebiet auf 25 m Tiefe abgeteuft (ca. 50 m östlich der östlichen Abbaugrenze, an einem Waldweg, GOK = 505,75 m ü. NHN). Die Bohrlöcher im Fels sind standsicher und brauchten nur an der Geländeoberkante gesichert werden. Die Lage der temporären Bohrlöcher und Messstellen auf der aktuell tiefsten Tagebau-Sohle sowie der außerhalb liegenden Messstelle B3 geht aus der Anlage 2.1 hervor. Die Kenndaten der Messstellen sind in der Tab. 4-1 aufgeführt. Die Bohrlöcher B1, B2 und B4 wurden sowohl in den Diabas, als auch in den angrenzenden Tonschiefern niedergebracht. Die Kluftwassermessstelle B3 befindet sich in den Tonschiefern östlich des Tagebaus.

Im Bereich des Gewinnungsbereichs Süd wurde das Kluftwasser etwa 2 bis 3 m unterhalb der untersten Sohle angetroffen. Die Wasserstände zeigen im Untersuchungszeitraum nur geringe Schwankungen. Dabei handelt es sich größtenteils um Oberflächenwasser, welches sich nach Niederschlägen, die auf die Gewinnungsflächen fallen, im oberflächennahen Auflockerungsbereich sammelt (vgl. Anlage 3.1).

In der Messstelle B3 außerhalb vom Steinbruch wurde das Kluftwasser nach mehreren Messungen zwischen dem 12.7.2023 und dem 26.3.2024 bei 12,89 m u. GOK und 15,54 m u. GOK angetroffen.

Am 7.9.2023 wurde an der Messstelle B3 ein Kurzpumpversuch durchgeführt, dessen Ergebnisse im Folgenden vorgestellt werden. Das Ziel war die Ermittlung der Gebirgsdurchlässigkeit im anstehenden Tonschiefer. Maßgeblich dafür ist die Wasserwegsamkeit der Trennflächen, insbesondere der Schieferungsflächen und der Klüfte. Der Tonschiefer selbst ist wasserundurchlässig, deswegen ist die Gesteinsdurchlässigkeit zu vernachlässigen.

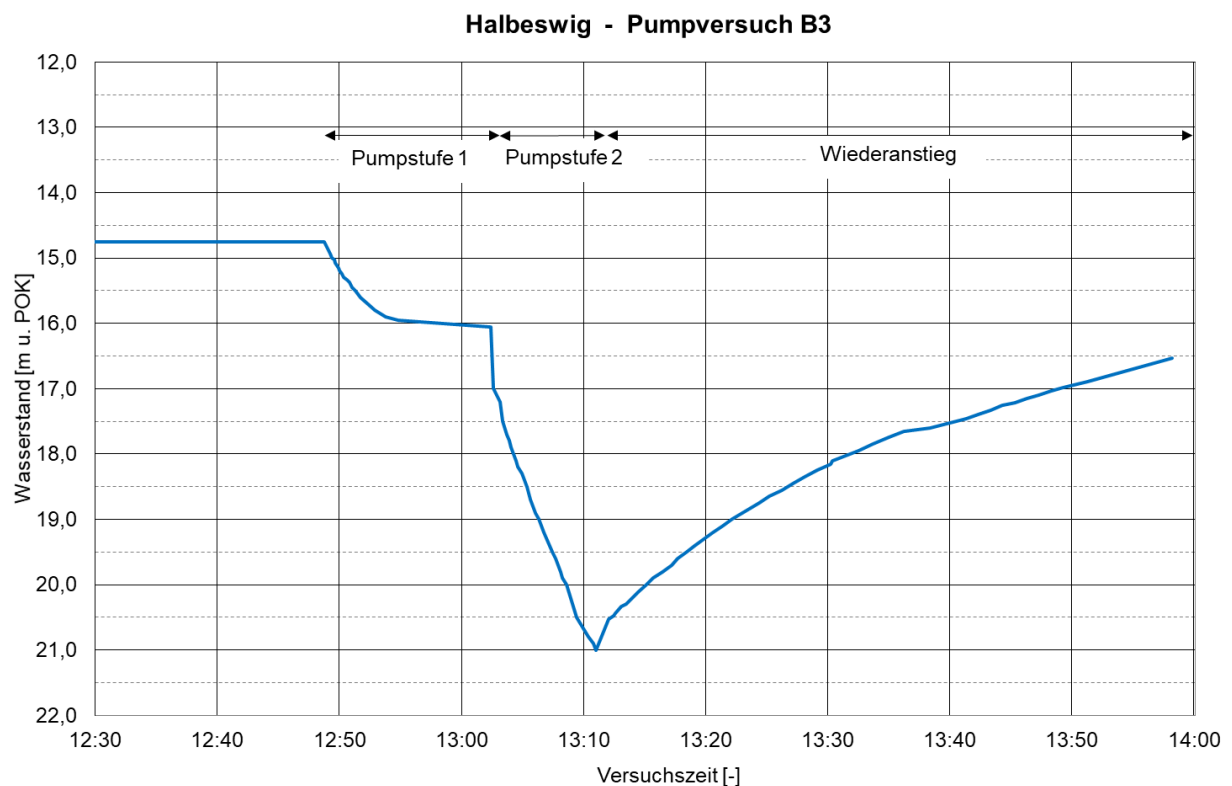
Auf der Abb. 8-9 ist der Pumpversuchsverlauf an der Messstelle B3, die sich etwa 50 m östlich vom Steinbruch im Erweiterungsgebiet Südost befindet, dargestellt. Bei einer geringen Pumpmenge von 3,0 l/min (0,18 m³/h) wird, ausgehend von einem Ruhewasserstand von 14,7 m u. POK, bereits eine Absenkung von etwa 1,2 m erzeugt. Bei der erhöhten Förderrate der 2. Pumpstufe von 5,4 l/min (= 0,32 m³/h) stellt sich ein sehr steiler Absenkungsverlauf ein, der nach insgesamt 25 Minuten Pumpzeit eine maximale Absenkung von 6,3 m (knapp 21 m u. POK) unmittelbar oberhalb der Pumpe erreicht, so dass die Pumpe ausgeschaltet werden muss. Der Wiederanstieg erfolgt



dann langsam: nach etwa 30 min Wiederanstieg beträgt die Absenkung noch etwa 2,70 m.

Der Pumpversuchsverlauf mit der starken und schnellen Absenkung bei relativ geringer Pumpmenge sowie der langsame Wiederanstieg zeigen, dass der Wassernachstrom über die Klüfte und andere Trennflächen im anstehenden Tonschiefer sehr gering ist. Der oberflächennahe Auflockerungsbereich im Tonschiefer an der natürlichen Außenböschung des Höhenzuges reicht etwa bis 20 m Tiefe.

Aus der Auswertung der Absenkung nach dem Geradlinienverfahren von COOPER & JACOB (1946) ergibt sich für die erste Pumpstufe zu Beginn eine Durchlässigkeit von  $k_f = 7,9 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$  (Abb. 8-11). In der 2. Pumpstufe im weiteren Pumpversuchsverlauf wird eine noch geringere Durchlässigkeit von  $k_f = 2,6 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$  für die tieferen Klüfte und das etwas weitere Umfeld des Bohrloches ermittelt (Abb. 8-12). Die Auswertung des Pumpversuches zeigt für den Tonschiefer bis etwa 20 m Tiefe eine insgesamt sehr geringe Durchlässigkeit, die mit etwa  $k_f = 2 - 3 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$  anzugeben ist. Der Pumpversuch zeigt auch, dass die Durchlässigkeit zur Tiefe hin deutlich abnimmt.



**Abb. 8-9: Ganglinie des Kurzpumpversuches an der Messstelle B3 am 7.9.2023**

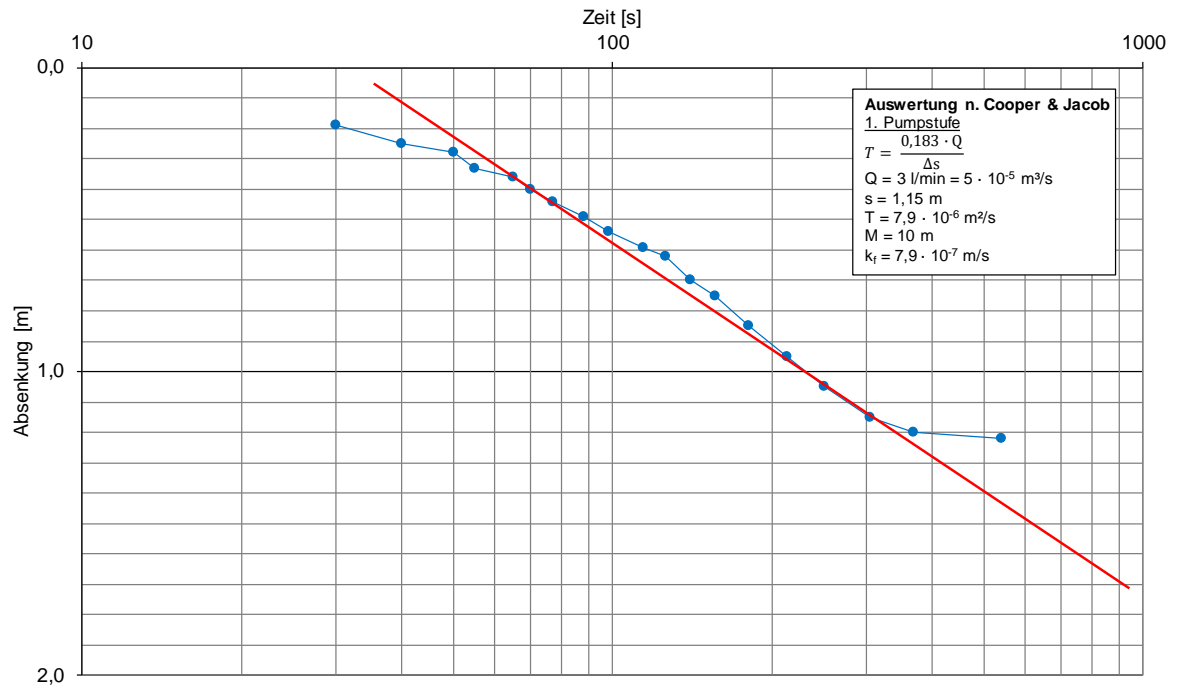


Abb. 8-10: Auswertung der ersten Pumpstufe an der Messstelle B3

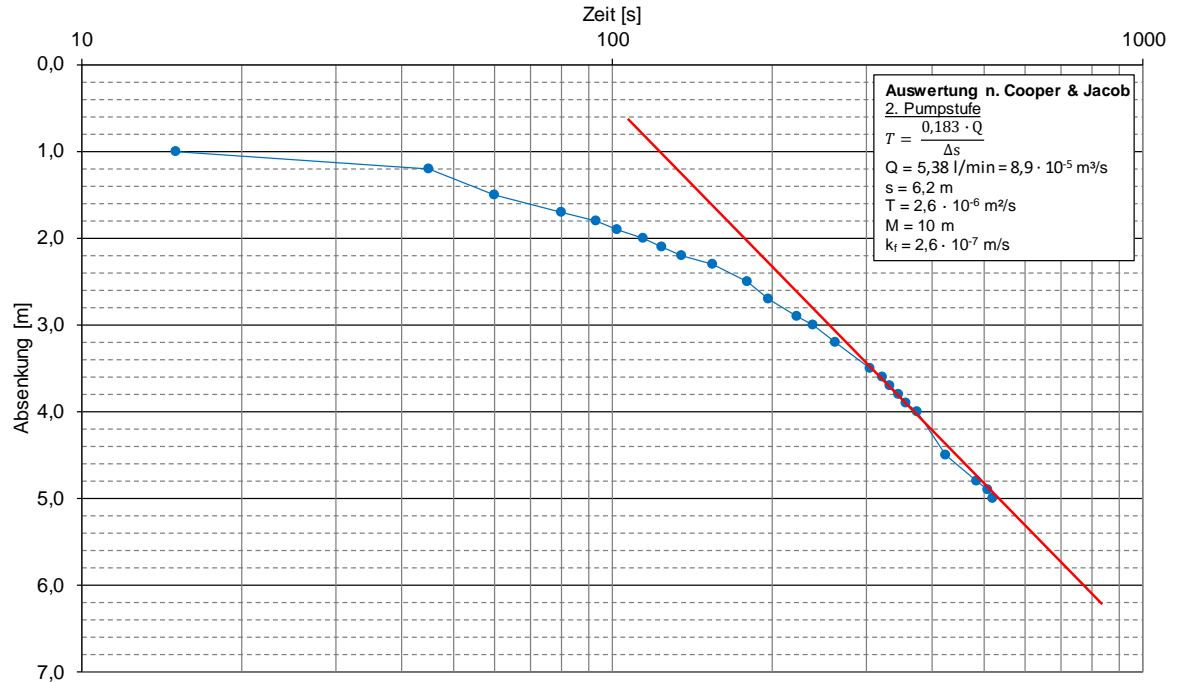


Abb. 8-11: Auswertung der zweiten Pumpstufe an der Messstelle B3



Bei Kurzpumpversuchen in Bohrlöchern auf der unteren Abbausohle im Steinbruch wurde bei Pumpmengen von  $0,3 \text{ m}^3/\text{h}$  nur eine geringe Absenkung von wenigen Zentimetern erzielt. Durch die mit dem Gesteinsabbau und den Sprengungen verbundene Druckentlastung sind dort die Klüfte geweitet, so dass oberflächennah, bis etwa 10 m Tiefe eine relativ hohe Durchlässigkeit im Gestein besteht. Diese ist aber nur auf den Abbaubereich beschränkt, wie der Pumpversuch in B3 außerhalb des Steinbruchs zeigt. Insgesamt zeigt sich aus den Versuchen, dass die Durchlässigkeit im oberflächennahen und durch Sprengung aufgelockerten Bereich im Steinbruch auf der unteren Gewinnungssohle mit etwa  $k_f \approx 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$  anzusetzen ist. Diese Zone reicht bis etwa 5 m - 10 m tief. Im tieferen und von den Sprengungen unbeeinflussten Gebirge ist die Gebirgsdurchlässigkeit im Steinbruch vergleichbar mit der Situation im B3 mit Werten von etwa  $k_f = 1 - 5 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$  anzusetzen. Die Durchlässigkeit geht mit zunehmender Tiefe generell zurück, so dass im unverwitterten Tonschiefer und Diabas in größerer Tiefe ab etwa 20 m nur eine sehr geringe Durchlässigkeit im Bereich etwa  $k_f = 10^{-8} \text{ m/s}$  und *weniger* anzusetzen ist.

## 8.6 Hydrochemie

Im Jahr 2022 und 2023 wurden Wasserproben der Quellen Q1, Q2 und Q5 genommen und im Labor untersucht. Die Proben wurden an den Stellen genommen, die auch zur Abflussmessung dienen. Außerdem wurde im Steinbruch Halbeswig und dessen näheren Umgebung eine Beprobung und hydrochemische Analyse des Kluftwassers durchgeführt. Die Probenahme erfolgte in den Bohrlöchern B2 und B3, die als temporäre Messstellen errichtet wurden. Das Bohrloch B2 liegt auf der untersten Sohle des Steinbruchs im Gewinnungsbereich Süd, das Bohrloch B3 liegt etwa 50 m östlich der Ostgrenze des Gewinnungsbereich Süd an einem Waldweg (Anlage 2.1). Die Probenahme an den Bohrlöchern erfolgte mit einer Unterwasserpumpe.

Die Analytik umfasste sämtliche Hauptinhaltsstoffe sowie wichtige Nebeninhaltsstoffe, wie Schwermetalle, um die geogenen Merkmale der Quellen und deren Einzugsgebiete beschreiben zu können. In der Tab. 8-5 sind die Ergebnisse der Wasseranalytik zur Übersicht zusammengestellt und den Geringfügigkeitsschwellenwerten (GFS) nach der BUND-/LÄNDERARBEITS-GEMEINSCHAFT WASSER (LAWA, 2016) zum Vergleich gegenübergestellt. Die Geringfügigkeitsschwellenwerte sind definiert als Konzentration, bei der trotz Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber regionalen Hintergrundwerten keine relevanten ökotoxikologischen Wirkungen auftreten können und die Anforderungen der Trinkwasserverordnung oder entsprechend abgeleiteter Werte eingehalten



werden. Die GFS-Werte berücksichtigen nicht den geogenen Hintergrund vor Ort und natürlicherweise aufgrund des Gesteins im Einzugsgebiet auftretende erhöhte Stoffkonzentrationen. Die Ergebnisse der Analysen und der hydrochemischen Untersuchungen werden im Folgenden beschrieben und vor allem hinsichtlich der Wassertypen klassifiziert und ausgewertet.

Die chemischen Gehalte der drei Quellen weisen einige Unterschiede auf. Die Quelle 2 ist mit einer Ionensumme von 1.209 mg/l und einer Leitfähigkeit von 1.950  $\mu\text{S}/\text{cm}$  relativ hoch mineralisiert. Die Quelle 1 und die Quelle 5 weisen mit einer Ionensumme von 174 mg/l und 270 mg/l eine deutlich geringere Lösungsfracht auf. Auch bei den bestimmenden Ionen zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Quellen. Die Quelle 2 ist durch Sulfat bei den Anionen und durch Calcium und Magnesium bei den Kationen dominiert. Die höheren Calcium-Sulfat-Gehalte sind geogen entstanden durch Kontakt des Wassers mit verwitterten Sulfid-Mineralen (z.B. Pyrit), was für Wasser aus dem durch Tonschiefer geprägtem Devon durchaus typisch sein kann. Die Quelle 5 zeigt einen deutlichen Calcium- und Hydrogencarbonat-Anteil bei sonst geringem Lösungsinhalt. Die Quelle 1 zeigt bei nur sehr geringem Lösungsinhalt eine weitgehend ausgeglichene Verteilung der Hauptionen, mit leichtem Schwerpunkt beim Calcium und Hydrogencarbonat. Die natürliche Prägung des Wassers durch Calcium-Hydrogencarbonat erfolgt generell bereits im Kontakt des Sickerwassers mit dem Oberboden und der Lösungsreaktion mit karbonatischen Bodenmineralen und der Einstellung des Kalk-Kohlensäure Gleichgewichtes. Es sind hierfür keine Karbonatgesteine erforderlich.

Bei den Nebenelementen zeigen die Quellen keine auffällig erhöhten Gehalte. Die Gehalte der einzelnen Inhaltsstoffe sind bei allen Quellen auf die geogenen Gesteinsverhältnisse im Einzugsgebiet zurückzuführen.

Der erhöhte Nitrat-Gehalt in Quelle 1 und besonders auch in Quelle 2 ist eine Folge des Waldumbruches im Einzugsgebiet in den vergangenen Jahren, bei dem Stickstoff mobilisiert und freigesetzt wird.

Die Gesamtlösungsinhalte der Wasserproben aus den Messstellen B2 und B3 liegen bei 377 mg/l und 175 mg/l. Die vorherrschenden Kationen sind Calcium und Magnesium, bei den Anionen haben Sulfat und Hydrogencarbonat die höchsten Anteile. Einzelne Schwermetalle, wie Arsen, Blei, Nickel und Chrom zeigen leicht erhöhte Gehalte im Vergleich mit den GFS-Werten.





**Tab. 8-4: Analyseergebnisse aus den Quellen und temporären Messstellen**

	Ein- heit	GFS <sup>1)</sup>	Quelle 1	Quelle 2	Quelle 5	B2	B3
<b>Lage</b>			<b>Quellen / Siepen</b>			<b>Bohrloch</b>	
Datum			9.6.2022	9.6.2022	6.11.2023	12.7.23	12.7.23
Leitf.	µS/cm		243	1.950	340	512	260
pH	-		7,6	7,7	8,3	8	7,5
Temp	°C		11,5	10,6	9,5	9,1	8,5
<b>Kationen</b>							
Ca	mg/l		32,4	241	57,3	61,8	31
Mg	mg/l		6,96	56,2	8	21,9	6,8
Na	mg/l		5,67	18,9	3,33	6,25	5,73
K	mg/l		0,38	0,8	0,83	1,9	0,54
NH <sub>4</sub>	mg/l		<0,06	0,12	<0,06	<0,06	<0,06
Fe	mg/l		0,024	<0,005	0,005	0,957	2,27
Mn	mg/l		0,003	0,001	<0,001	0,034	0,473
<b>Anionen</b>							
Cl	mg/l	250	6,5	13	3,6	2,4	15
SO <sub>4</sub>	mg/l	250	44	710	27	150	40
HCO <sub>3</sub>	mg/l		55	95	160	120	47
NO <sub>3</sub>	mg/l		27	73	14	11	25
NO <sub>2</sub>	mg/l		<0,01	0,05	<0,01	<0,01	<0,01
<b>Nebeninhaltsstoffe</b>							
Al	mg/l		0,03	<0,01	0,01	0,41	0,91
As	mg/l	0,0032	<0,001	<0,001	<0,001	0,02	0,002
Pb	mg/l	0,0012	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,007
Cd	mg/l	0,0003	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Cr	mg/l	0,0034	0,003	<0,001	<0,001	0,001	0,004
Hg	mg/l	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cu	mg/l	0,0054	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003
Ni	mg/l	0,007	0,002	<0,001	<0,001	0,008	0,005
Zn	mg/l	0,06	0,017	0,009	0,003	0,008	0,025
Ba	mg/l		0,0076	0,0587	0,0217	0,0536	0,0374
Sr	mg/l		0,104	0,956	0,302	0,542	0,095
F	mg/l		<2	<2	<2	<2	<2
Li	mg/l		<0,005	<0,005	<0,005	0,013	<0,005
<b>Ionensumme</b>	<b>mg/l</b>		<b>178</b>	<b>1.209</b>	<b>274</b>	<b>377</b>	<b>175</b>

Erläuterung:

1: GFS = Geringfügigkeitsschwellenwert

Die Stoffgehalte im Kluftwasser sind sämtlich geogen bedingt aus dem Kontakt mit dem Tonschiefer und dem Diabas und den darin enthaltenen Mineralen zu erklären.



Tonschiefer bilden sich aus Tonsteinen, die metamorph überprägt und gehärtet wurden. An Mineralen sind darin unter anderem Tonminerale, Glimmer (Muskovit), Quarz, Eisenminerale und Pyrit enthalten. Der Diabas besteht überwiegend aus den Mineralen Serpentin, Pyroxen (Augit) und Feldspat (Plagioklas) mit hohem Calcium-Anteil. Die Feldspatminerale verfügen über hohe Anteile Natrium und Calcium, daneben Kalium und Aluminium. Das Wasser, das im Trennflächensystem des Tonschiefers und des Diabas abfließt, bezieht aus dem Gestein seine Lösungsfracht. Die Löslichkeit der dort vorhandenen Minerale ist bei der leicht metamorphen Prägung der Gesteine und der damit verbundenen „Härtung“ generell gering, so dass im Wasser nur eine geringe Stoffkonzentration (Ionensumme) auftritt. Die Minerale im Diabas und im Tonschiefer liefern für das Wasser die Ionen Magnesium, Calcium, Eisen, Sulfat und die Nebenelemente, wie z.B. Zink, Kupfer, Arsen, Nickel. Die zum Teil zu beobachtende Überschreitung der GFS-Werte insbesondere bei den Nebenelementen wird durch die Minerale im Gestein verursacht und ist für dieses geologische Umfeld typisch.

Um unterschiedliche chemische Wassertypen zu identifizieren und nach FURTA & LANGGUTH zu klassifizieren, sind in der Abb. 8-13 die chemischen Analysen der Wasserproben und der Quellen als prozentuale Anteile der jeweiligen Hauptionen in mmol-% in einem Piper-Diagramm dargestellt. In der Darstellung der Analysenwerte fällt auf, dass sich die Proben drei „Wassertypen“ zuordnen lassen.

- Die Quelle Q2 sticht heraus mit einem stark sulfatisch geprägten Wassertyp, mit einem Sulfatgehalt von 710 mg/l.
- Die Quelle Q5 ist hydrogenkarbonatisch geprägt, mit einem  $\text{HCO}_3$ -Gehalt von 160 mg/l.
- Die Quelle Q1 und die Kluftwasseranalysen B2 und B3 zeigen einen ähnlichen Wassertyp, der schwach sulfatisch und schwach hydrogenkarbonatisch geprägt ist.

Insgesamt zeigen die chemischen Werte, dass sich die Messstelle B3 im Einzugsgebiet der Quelle Q1 befindet. Das Wasser im Bohrloch B2 zeigt einen ähnlichen Wassertyp wie B3 und die Quelle Q1, die Mineralisation in B2 ist aber höher. Die höheren Stoffgehalte in der Messstelle B2 deuten darauf hin, dass das Wasser im Bereich der Quelle 1 und der Messstelle B3 nicht in direkter Verbindung mit dem Kluftwasser im Steinbruch steht.

Das Wasser der Messstelle B2 entspricht auch dem Wasser, das über die Sammelbecken aus dem Gewinnungsbereich Süd abgepumpt und in die Vorflut abgeleitet wird.



Das Wasser entspricht dem geogenen Umfeld und zeigt keine durch den Abbau verursachten Veränderungen.

Die Quelle Q2 ist aufgrund ihres hohen Sulfatgehaltes und des besonderen chemischen Typs ebenfalls nicht primär mit dem Kluftwasser im Steinbruch in Verbindung zu bringen. Der Sulfatgehalt ist durch Kontakt mit schwefelhaltigen Mineralen (Pyrit) zu erklären.

Die deutlichen Unterschiede im Chemismus der Proben zeigen, dass die Quellen jeweils durch lokales Kluftwasser gespeist werden, das nicht mit dem Kluftwasser der anderen Quellen im Kontakt steht.

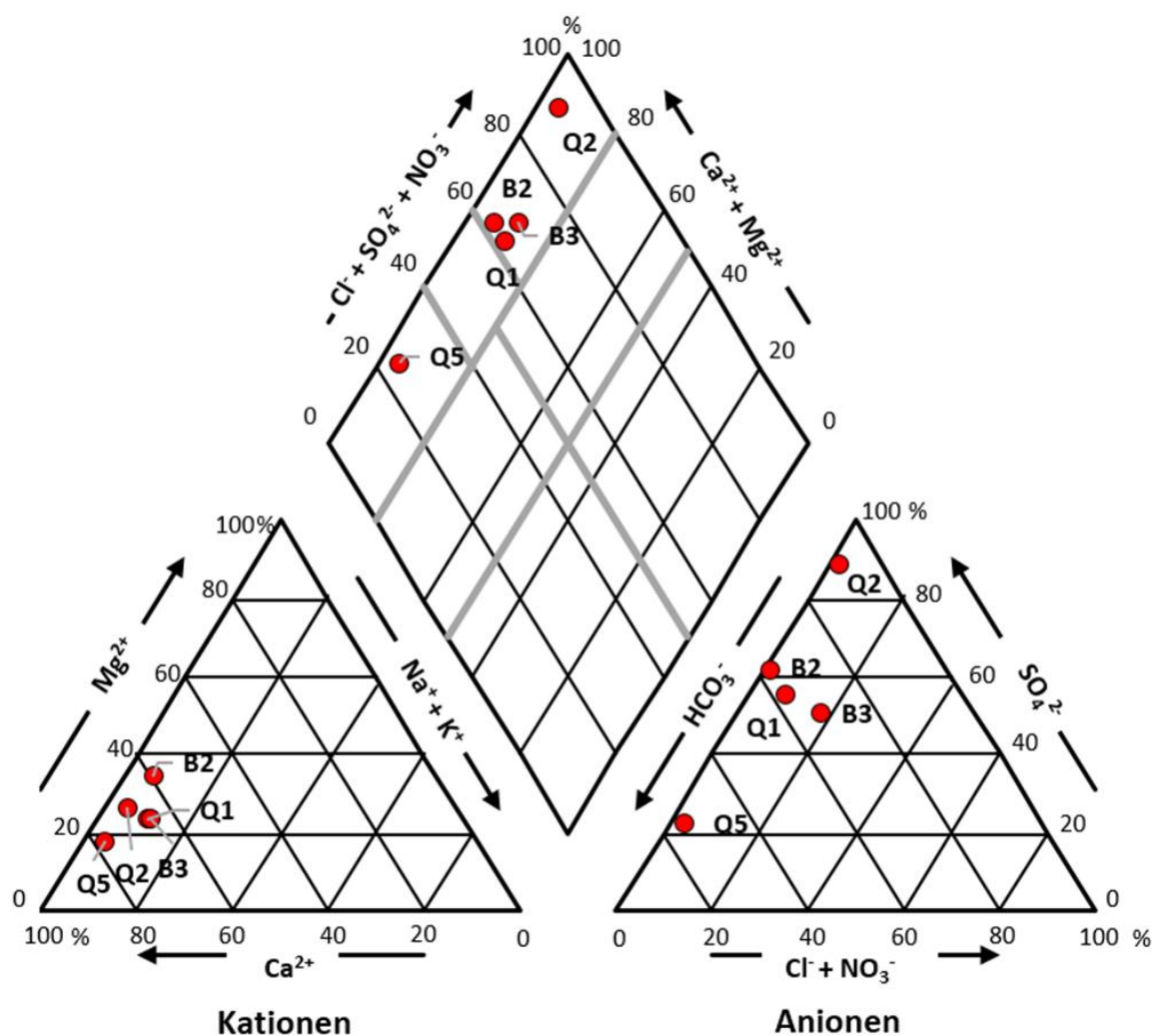


Abb. 8-12: Piper-Diagramm der Analysen mit Klassifizierungsfeldern nach FURTA & LANGGUTH (1967)



## 9 Hydrogeologisches Modell - Steinbruch Halbeswig und Siepen

Der Steinbruch Halbeswig und der gesamte umgebende Höhenzug „Auf der Burg“ besteht aus Tonschiefer und darin eingeschalteten Diabasen.

Im Berg selbst besteht durch die tektonische Faltung der Schichten ein Netzwerk aus Klüften, die sowohl offen als auch geschlossen auftreten und bezüglich des Abflusses gering wasserwegsam oder nicht wasserwegsam sind. Zudem können die wegsamen Klüfte für das versickernde oder abfließende Wasser auch „Sackgassen“ bilden. Aufgrund der Druckentlastung und Verwitterung gibt es oberflächennah (bis etwa 20 m Tiefe) einen höheren Anteil an offenen und wasserwegsam Klüften. Zur Tiefe sind die Klüfte dann weitgehend geschlossen, so dass ein Abfluss über das Kluftsystem stark verlangsamt ist oder gar nicht stattfinden kann.

Die Gesteine weisen eine insgesamt nur sehr geringe Wasserführung innerhalb des oberflächennah etwas aufgelockerten Trennflächensystems aus Kluftflächen und Schieferungsflächen sowie lokal auch Störungsflächen auf. Aufgrund der sehr geringen Durchlässigkeit ist im Kluftsystem der Gesteine kein zusammenhängendes Grundwasser vorhanden. Der Begriff „Kluftwasser“ wird deswegen im Folgenden verwendet, um das lokal vorkommende, an Klüfte im oberflächennahen Auflockerungsbereich (bis etwa 20 m Tiefe) gebundene und nach Niederschlägen unterirdisch abfließende Wasser zu beschreiben. Das geotektonische Trennflächeninventar des Festgesteins, bestehend vor allem aus Schieferungsflächen, Schichtungsflächen sowie untergeordnet auch Störungsflächen, wird hier zusammengefasst als „Klüfte“ bezeichnet.

Ein zusammenhängender Grundwasserkörper ist im Bereich des Abbaus nicht ausgebildet. Die Speicherwirkung im Kluftgestein ist sehr gering und örtlich begrenzt, was sich am Trockenfallen der meisten Quellen im Umfeld des Steinbruchs in den Sommermonaten zeigt.

Neben dem Abfluss im oberflächennahen Kluftnetz der Auflockerungszone erfolgt der Abfluss nach Niederschlägen vorrangig als Oberflächenabfluss (Direktabfluss) sowie als „Zwischenabfluss“ in der geringmächtigen Lockergesteinsbedeckung (Hanglehm) über dem geklüfteten Festgestein.

Aufgrund der morphologischen Höhenlage des Steinbruches auf dem Höhenzug „Auf der Burg“ erfolgt der Gesteinsabbau sehr deutlich über dem Vorflutniveau der Täler. So liegt die Valme etwa 150 m unterhalb der tiefsten Abbausohle im Gewinnungsbereich Süd, 90 m unterhalb der maximal genehmigten Abbautiefe im Gewinnungsbereich Nord-Ost und 60 m unterhalb der im neuen Erweiterungsgebiet geplanten maximalen Abbautiefe. Auf der unteren Abbausohle sammelt sich daher nur das im Steinbruchgelände direkt auf der Oberfläche oder oberflächennah im aufgelockerten



Kluftnetz zufließende Niederschlagswasser. Zuflüsse von außerhalb des Steinbruches gibt es nicht.

Die Siepen und Quellen am Osthang des Berges weisen generell eine geringe Schüttung auf. Die Oberflächeneinzugsgebiete der Quellen sind relativ klein, die unterirdischen Einzugsgebiete im „Kluftnetz“ lassen sich nicht abgrenzen. Der „Speicherraum“ für Wasser ist bei den Quellen sowohl im oberflächennahen Lockergestein (Hanglehm, Schuttkörper) als auch im oberflächennahen aufgelockerten Kluftnetz sehr gering. Daher fallen die meisten Quellen im Umfeld des Steinbruchs in sommerlichen Trockenphasen natürlicherweise, zum Teil über mehrere Monate, trocken. Die sich an die Quellen anschließenden kleineren Fließgewässer bilden häufig keinen ausgeprägten morphologischen Taleinschnitt aus. Das Wasser versickert abschnittsweise und fließt dann innerhalb der oberflächennahen Auflockerungszone und der geringmächtigen Lockergesteinsbedeckung über dem Festgestein ab. Auch eine Verlagerung von Quellaustritten geschieht natürlicherweise.

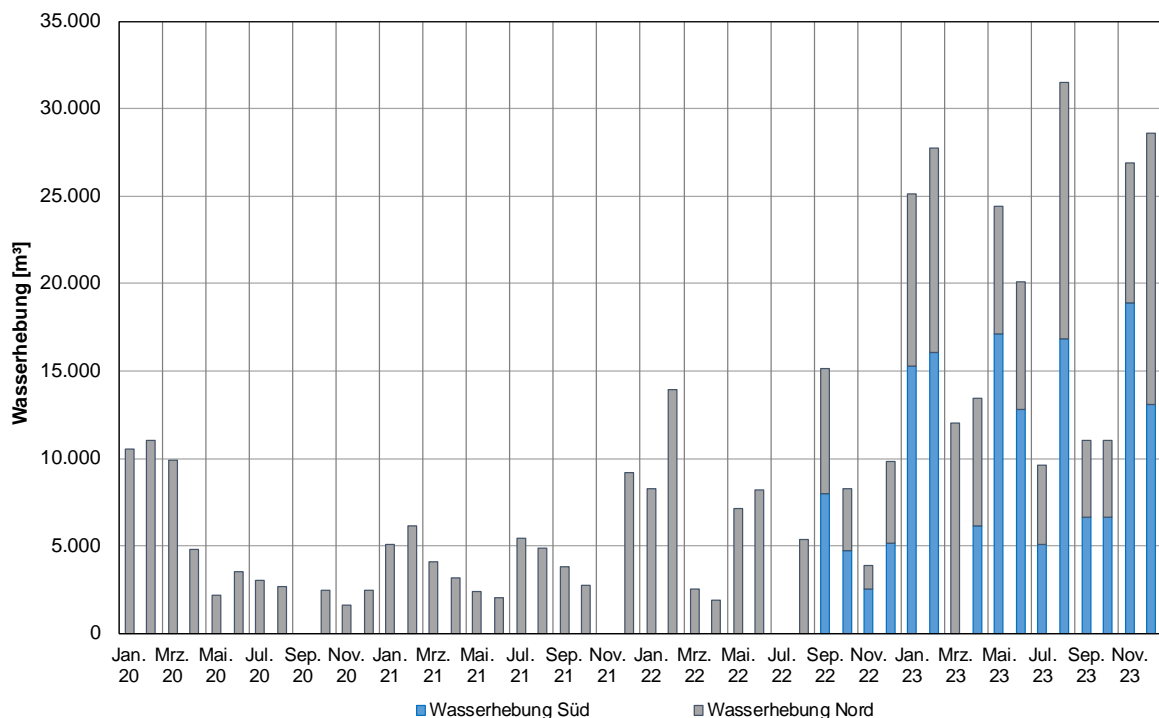
Die Richtung der unterirdischen Entwässerung im geklüfteten Gestein wird vorrangig durch die Morphologie und die Lage der Täler mit den dortigen oberirdischen Gewässern, wie der Valme im Osten, bestimmt. Die tektonischen Strukturen wie die Achsen einer Mulde oder das Einfallen der Schichten und der Trennflächen bestimmen maßgebend die Fließrichtung des Kluftwassers und die Lage der Quellen. Der Wechsel der Schichten von Tonschiefer, Sandstein und Diabas bewirken im Umfeld des Steinbruchs stauende Effekte. Das Kluftwasser sickert entlang der Streichrichtung nach außen, bis es am Hang austritt. Durch das leichte Abtauchen der Muldenachsen nach Osten ist eine bevorzugte Fließrichtung vorgegeben. Aus diesem Grund entspringen im Unterschied zur Westflanke an der Ostflanke des Berges insbesondere an Schichtgrenzflächen (z.B. Schiefer, Diabas) mehrere Quellen (Siepen).



## 10 Aktueller Wasserhaushalt im Steinbruch

Im Steinbruch Halbeswig wird das nach Niederschlägen abfließende Wasser über zwei Wasserhaltungen auf den untersten Sohlen im Gewinnungsbereich Süd und im Gewinnungsbereich Nord abgepumpt. Die monatlichen Pumpmengen der Gewinnungsbereiche Nord und Süd des Steinbruchs Halbeswig für die Jahre 2020 bis 2023 sind in der Abb. 10-1 dargestellt. Sie gliedern sich in die Pumpmengen „Nord“ und „Süd“. Für die Betrachtung im Zusammenhang mit der Abbauerweiterung Süd-Ost sind vor allem die Pumpmengen „Süd“ relevant.

Die Pumpe auf der tiefsten Abbausohle des Südfeldes wird seit September 2022 betrieben. Im Zeitraum September 2022 bis Dezember 2023 wurden im Gewinnungsbereich Süd insgesamt 154.994 m<sup>3</sup> Wasser gefördert. Im Gewinnungsbereich Nord wurden im gleichen Zeitraum 123.685 m<sup>3</sup> Wasser gefördert.

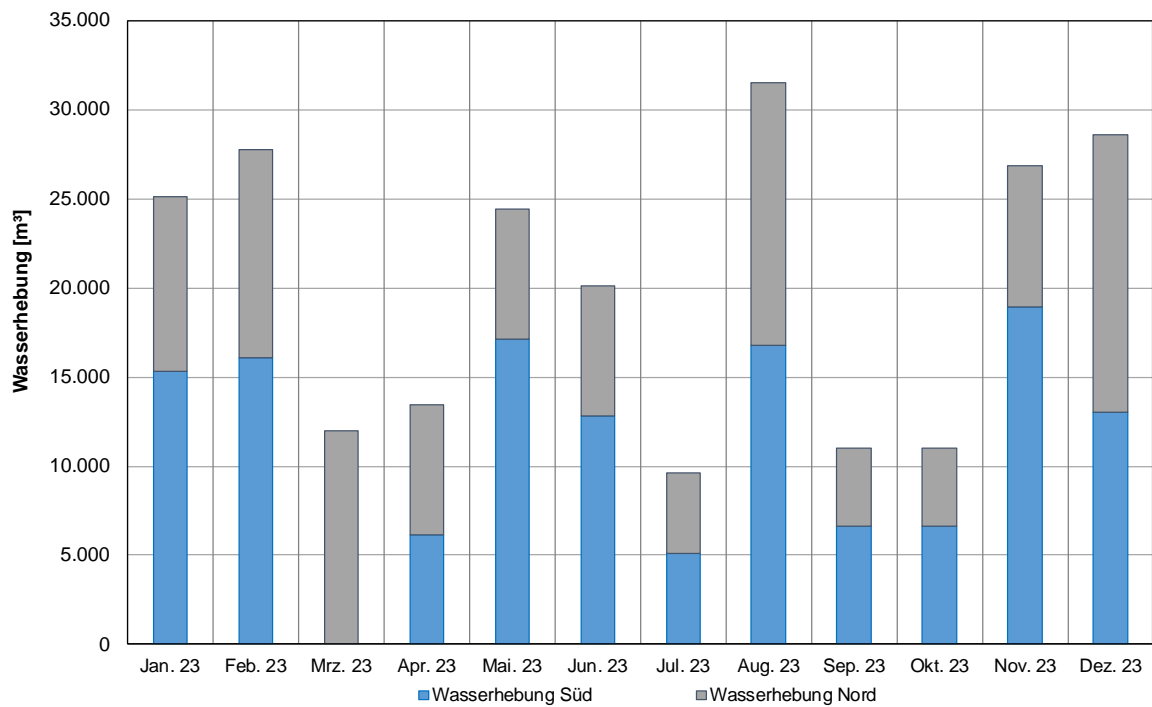


**Abb. 10-1: Pumpmengen im Steinbruch Halbeswig in den Jahren 2020 bis 2023**

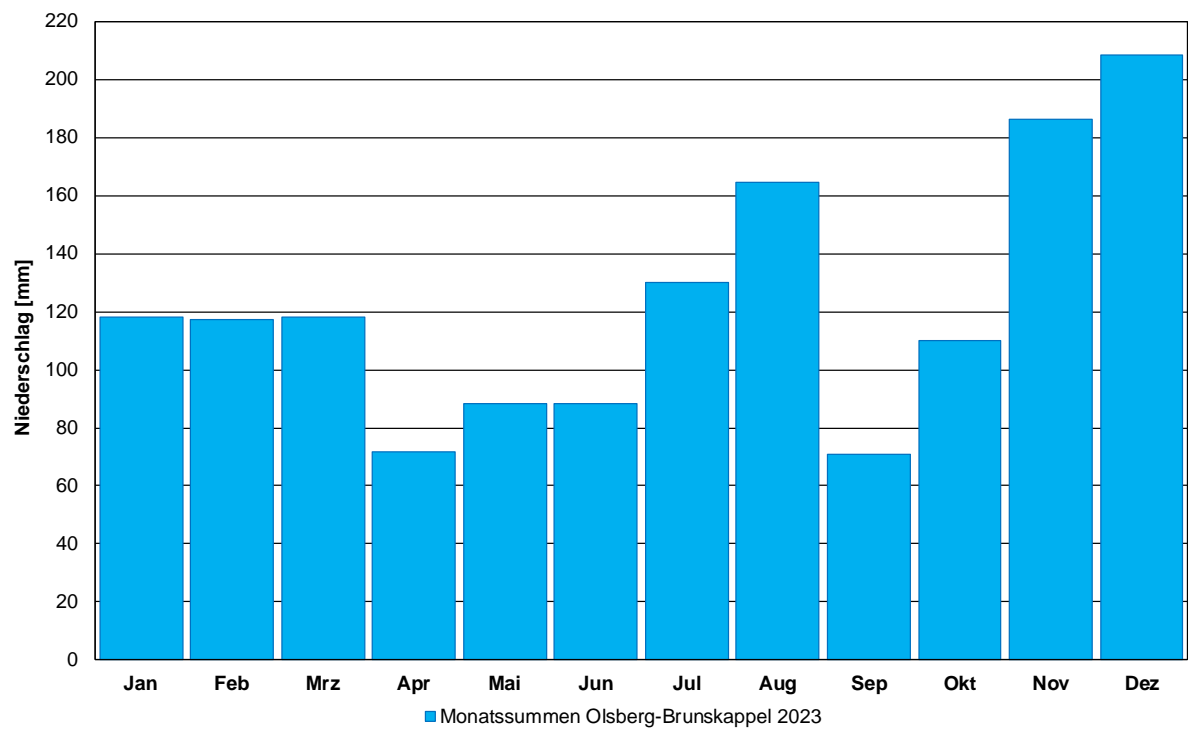
In der Abb. 10-2 sind die Pumpmengen für das Jahr 2023 dargestellt. Aus der Abb. 10-3 gehen die Monatssummen des Niederschlags für das Jahr 2023 hervor. Im Tagebau Süd wurden im Jahr 2023 insgesamt 134.587 m<sup>3</sup> gepumpt. Die mittlere Förder-rate im Gewinnungsbereich Süd beträgt somit etwa 15,4 m<sup>3</sup>/h für das Jahr 2023. Im März 2023 ist die Pumpe dort ausgefallen. Beim Vergleich der Monatssummen des Niederschlags mit den Pumpmengen wird deutlich, dass die Pumpmengen mit den Niederschlagsmengen korrelieren. Daraus lässt sich folgern, dass das im Tagebau



gehobene Wasser aus Niederschlagswasser besteht, das oberflächlich direkt abfließt oder im Auflockerungshorizont versickert und von dort der unteren Sohle zufließt.



**Abb. 10-2: Monatliche Entnahmemengen im Tagebau Halbeswig im Jahr 2023**



**Abb. 10-3: Monatssummen des Niederschlags 2023 an der Station Olsberg-Brunskappel**



Im Tagebau Süd wurden die maximalen Mengen im November 2023 mit 18.935 m<sup>3</sup> gehoben. Dies entspricht einer Förderrate von etwa 25,5 m<sup>3</sup>/h. Die minimalen Wassermengen wurden im Tagebau Süd im Juli 2023 mit 5.081 m<sup>3</sup> bzw. 6,8 m<sup>3</sup>/h gehoben.

Zur Bilanzierung des Wasserhaushaltes im Steinbruch Halbeswig werden die im Folgenden beschriebenen Kenngrößen herangezogen. Dabei liegt der Schwerpunkt auf dem Jahr 2023, für das die Pumpmengen des gesamten Jahres vorliegen.

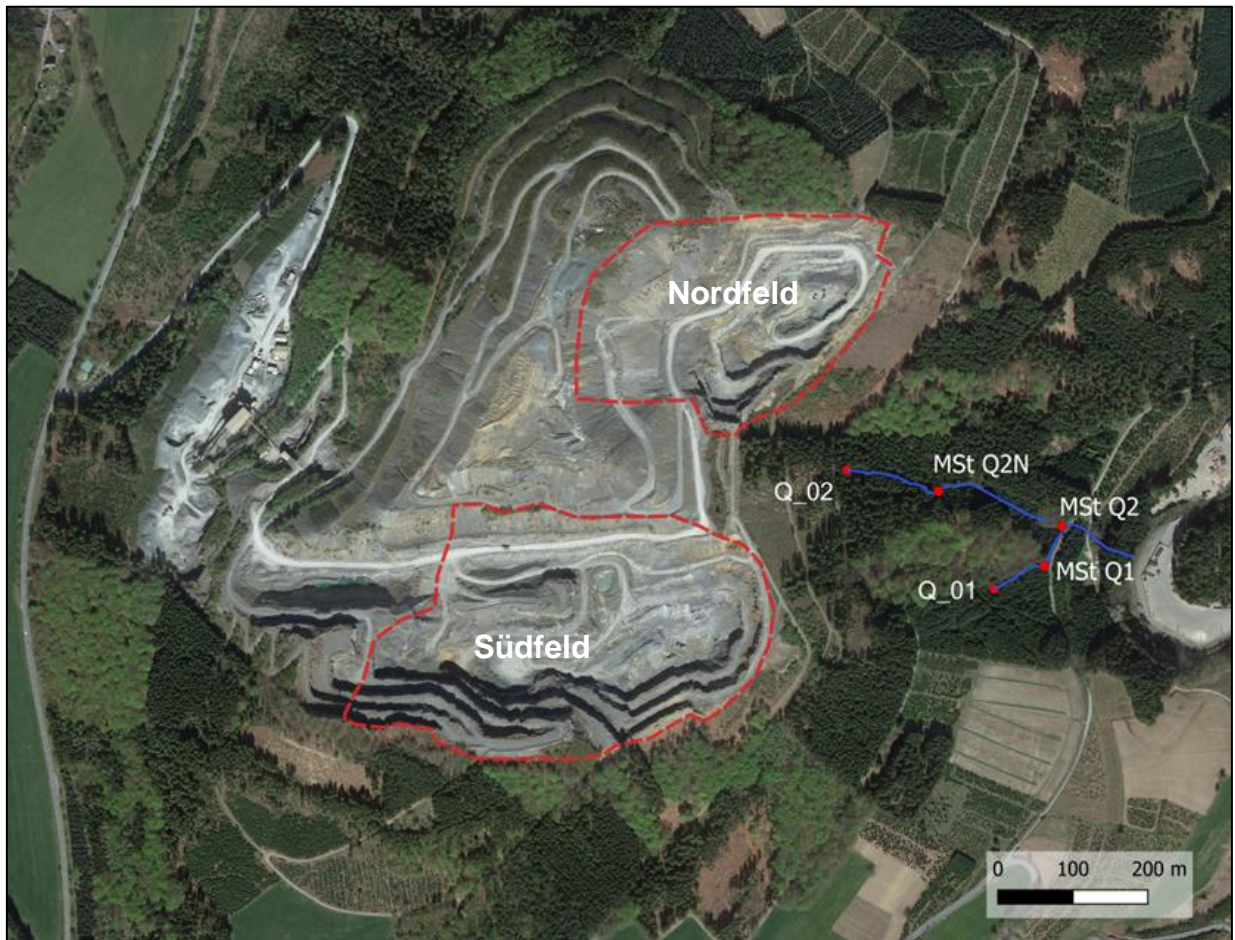
Die jährliche Niederschlagshöhe beträgt für die Station Olsberg-Brunskappel im Zeitraum 1991 bis 2020 im Mittel 1.122 mm. Diesen Wert gibt auch der Klimaatlas NRW für den Steinbruch an. Im Jahr 2023 fiel mit 1.473 mm überdurchschnittlich viel Niederschlag. Der Niederschlagswert der Station Olsberg-Brunskappel, die etwa 9 km östlich vom Tagebau liegt, ist somit generell auf den Bereich des Tagebaus übertragbar (s. Kap. 5.1).

Als Verdunstungsrate für eine vegetationslose Fläche, wie den Steinbruch, kann ein Wert von etwa von etwa 25 % des Niederschlags angesetzt werden (PROKSCH 1990). Nach dem Klimaatlas NRW liegt die mittlere tatsächliche Evapotranspiration (Verdunstung) auf der Steinbruchfläche bei ca. Etp = 150 mm - 200 mm, was 13 % - 18 % des Niederschlags entspricht.

Die Einzugsgebietsgrößen der beiden Gewinnungsbereiche sind auf der Abb. 10-4 abgegrenzt:

- Gewinnungsbereich Süd: *Fläche AS* = 140.000 m<sup>2</sup>
- Gewinnungsbereich Nord: *Fläche AN* = 90.000 m<sup>2</sup>





**Abb. 10-4: Oberflächeneinzugsgebiet der Gewinnungsbereiche Süd (Südfeld) und Nord (Nordfeld) im Steinbruch Halbeswig**

Für den Wasserhaushalt des Gewinnungsbereich Süd ergeben sich für das Jahr 2023 folgende Kennwerte:

- Gewinnungsfläche und Einzugsgebiet = 140.000 m<sup>2</sup>
- Niederschlag 2023: 1.473 mm → 206.220 m<sup>3</sup> auf den Steinbruch
- Verdunstung im Steinbruch: ca. 25 % des Niederschlags = 51.555 m<sup>3</sup>
- Verbleibender Abfluss/Zufluss: 154.665 m<sup>3</sup>
- Tatsächliche Entnahme: 134.587 m<sup>3</sup>

Die Pumpwassermenge ist somit etwas geringer als der bilanzierte Zufluss aus dem Niederschlag minus der Verdunstung. Die Differenzmenge von etwa 20.000 m<sup>3</sup> ist hauptsächlich in einer höheren Verdunstung begründet, da es im Gewinnungsbereich Süd aufgrund eines Pumpenausfalls im März 2023 temporär für mehrere Wochen eine offene Wasserfläche gab. Auf dieser war die reelle Verdunstung deutlich höher als bei einer offenen Steinbruchfläche.



Zusammengefasst spricht die Bilanzierung dafür, dass ein unterirdischer Wasserzustrom zum Gewinnungsbereich Süd von außerhalb des abgegrenzten Einzugsgebietes nicht besteht.

Für den Wasserhaushalt des Gewinnungsbereich Nord ergeben sich für das Jahr 2023 folgende Kennwerte:

- Gewinnungsfläche Einzugsgebiet: 90.000 m<sup>2</sup>
- Niederschlag 2023: 1.473 mm → 132.570 m<sup>3</sup> auf den Steinbruch
- Verdunstung im Steinbruch: ca. 25 % des Niederschlags = 33.143 m<sup>3</sup>
- Verbleibender Abfluss/Zufluss: 99.428 m<sup>3</sup>
- Tatsächliche Entnahme: 106.930 m<sup>3</sup>

Hiernach ist die Pumpwassermenge um etwa 7.000 m<sup>3</sup> höher als der Zufluss abzüglich der Verdunstung nach dem Niederschlag.

Für die Bewertung der oben getroffenen Vergleiche zwischen theoretisch berechneter Wasserbilanz und gemessenen Pumpmengen in den Gewinnungsbereichen Nord und Süd ist grundsätzlich zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse mit einer gewissen Unschärfe (Fehlerabweichung bis 5 %) belegt sind. Dies ist begründet in der Ungenauigkeit bei der Bestimmung der Einzugsgebiete, der Pumpmengenerfassung und der Annahmen bei der Bilanzierung der Verdunstung und der mittleren Niederschläge. Vor diesem Hintergrund besteht eine gute Übereinstimmung zwischen den gemessenen Mengen und den Mengen aus der Wasserbilanz.

Zusammenfassend ergibt die Auswertung von Wasserhaushalt und Pumpdaten der Gewinnungsbereiche Nord und Süd, dass das in den Sammelbecken gehobene Wasser aus oberflächlich oder im oberflächennahen Kluftsystem abfließendem Niederschlagswasser besteht.

Diese Bilanzierung auf Basis tatsächlicher Daten zeigt zudem, dass ein relevanter Kluftwasserzustrom sowie -abfluss in beiden Gewinnungsfeldern nicht besteht.



## **11 Versickerungskonzept und zukünftiger Wasserhaushalt im Steinbruch**

Das folgend vorgestellte Entwässerungskonzept zur Ableitung und Versickerung des Niederschlagswassers aus den Gewinnungsbereichen wurde am 01.08.2025 in einem Antrag nach §§ 8, 9 und 10 WHG zur Genehmigung bei der Unteren Wasserschutzbehörde des Hochsauerlandkreises eingereicht und ist nicht Teil des vorliegenden Antrags zur Genehmigung einer Änderung nach §16 BImSchG.

### **11.1 Veranlassung**

Mit der am 01.08.2025 beantragten wasserrechtlichen Genehmigung soll die Wasserhaltung und -ableitung des Niederschlagswassers im Steinbruch neu geregelt und an die tatsächlichen und zukünftigen Verhältnisse angepasst werden.

Der bisher bestehende wasserrechtliche Erlaubnisbescheid vom 15.01.2013 umfasst eine Genehmigung zum Behandeln von 39.000 m<sup>3</sup> Niederschlagswasser der Flurstücke 186 und 187 in einer Abwasserbehandlungsanlage und die Einleitung des gereinigten Wassers in den Berlarer Bach. Diese Einleitgenehmigung bezieht sich somit im Wesentlichen auf die Behandlung und Einleitung von betrieblichen Abwässern der Werks- und Lagerflächen und nicht auf die Einleitung von Niederschlagswasser aus den Tagebaubereichen.

Im sehr niederschlagsreichen Jahr 2023 wurden in den Tagebaubereichen Nord und Süd eine hohe Menge von etwa 240.000 m<sup>3</sup> Niederschlagswässern gesammelt und abgepumpt. Das Niederschlagswasser wurde etwa zur Hälfte auf der Halde im westlichen Bereich versickert, zum Teil als Brauchwasser genutzt und zum Teil über die Wasserbehandlungsanlage eingeleitet.

Im Rahmen der geplanten Südost-Erweiterung des Steinbruches wird sich die Steinbruchfläche um etwa 5,5 ha vergrößern, was mit fortschreitender Gewinnungstätigkeit im Erweiterungsgebiet sukzessive zu einer erhöhten abzupumpenden Niederschlagswassermenge führen wird (Kalkulation dazu s. Kap. 11.2).

Daher soll mit der separat beantragten wasserrechtlichen Genehmigung die zukünftige Wasserableitung im Steinbruch grundsätzlich neu geregelt werden. Hierbei ist das Ziel, die Wasserableitung in den Gewinnungsbereichen so zu optimieren und neu zu gestalten, dass das Niederschlagswasser jeweils auf der Seite der hier ursprünglich befindlichen und als Wasserscheide wirkenden Bergkuppe „Auf der Burg“ abgeleitet wird, auf der es anfällt. Hiermit wird der ursprüngliche Zustand der Wasserverteilung vor Errichtung des Steinbruchs wiederhergestellt und es werden mögliche Auswirkungen



des Abbaus auf den Wasserhaushalt der umliegenden Flächen vermieden bzw. kompensiert.

Im Folgenden wird das in einem separaten wasserrechtlichen Verfahren beantragte Versickerungskonzept nachrichtlich vorgestellt, dass sich auf folgende Bereiche rund um den Tagebau erstreckt.

- Generelle Ableitung von Niederschlagswasser über Versickerungsgräben am östlichen Rand des Steinbruches (Gewinnungsbereiche Süd und Nord) (Kap. 11.5)
- Zusätzliche Wasseranreicherung im Quellgebiet Q1 über Gräben und ein „Ersatz“-Einzugsgebiet nach Abbauende (Kap. 11.4)

## 11.2 Bemessung der Versickerungsgräben

Aus der Anlage 2.1 geht der Verlauf der Versickerungsgräben hervor.

### Versickerungsleistung

Die Bemessung der Versickerungsgräben ist wie folgt vorgesehen (s. Abb. 11-1 und Abb. 11-2):

- Länge Graben-Nord: 350 m
- Länge Graben-Süd: 390 m
- Breite Graben: 1,5 (bis 2) m
- Tiefe Graben: etwa 1 bis 2 m, im Mittel etwa 1,5 m
- Auffüllen des Grabens mit Wasserbausteinen

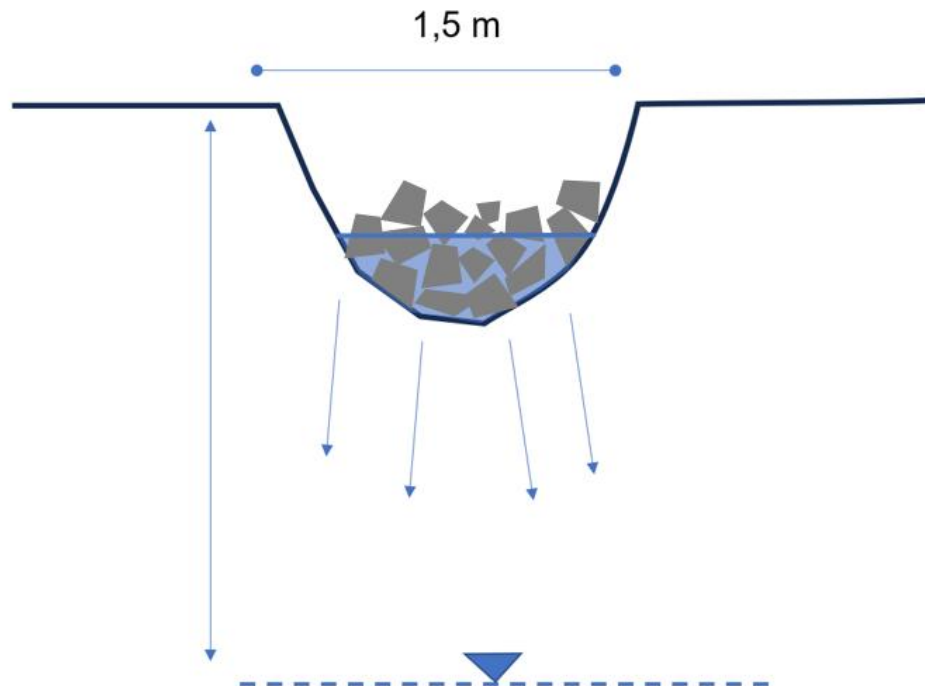


Abb. 11-1: Versickerungsgraben teilgefüllt mit Gewässerbausteinen

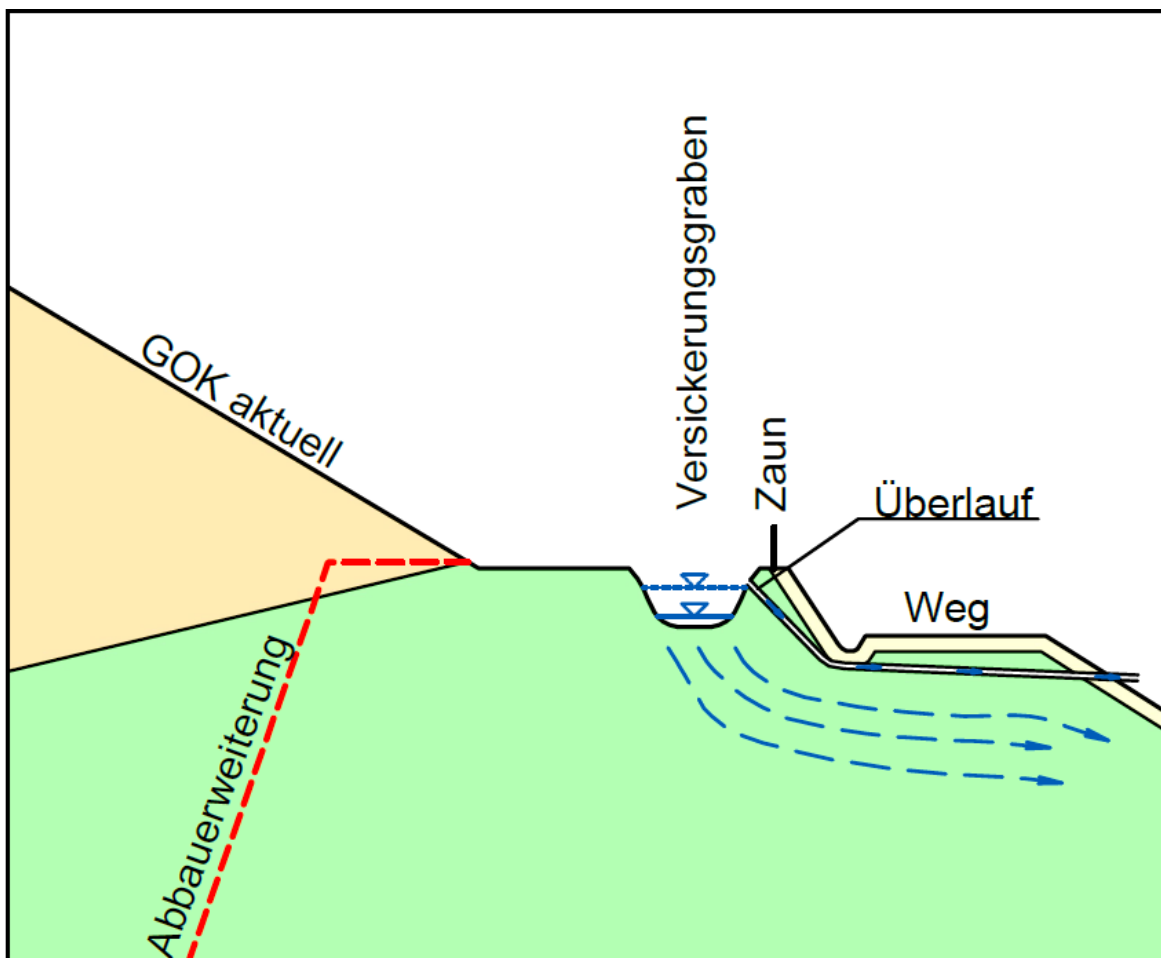


Abb. 11-2: Detailprofil Versickerungsgraben



Die Berechnung der möglichen Versickerungswassermenge über einen Sickerstrang/Graben erfolgt nach folgender Formel (HÖLTING & COLDEWEY, 2013):

$$Q_i = l \cdot b \cdot \frac{k_f}{2} \cdot \frac{h_{Be} + h_s}{h_{Be}} \quad \left[ m^3/s \right]$$

Versickerungsmenge je m ( $l = 1 \text{ m}$ )  $Q_i = 0,0000125 \text{ m}^3/\text{s} = 0,0125 \text{ l/s} = 1,08 \text{ m}^3/\text{d}$

Durchlässigkeit  $k_f = 1 - 2 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

Länge Sickerstrang  $l = 350 \text{ m}$  und  $390 \text{ m}$

Breite Sickerstrang  $b = 1,5 \text{ m}$

Abstand Beckensohle-GW  $h_{Be} = > 15 \text{ m}$

Aufhöhung Wasser im Becken  $h_s = 1,5 \text{ m}$

### Versickerungsgraben Nord

Der Versickerungsgraben im Norden, in den das Niederschlagswasser aus dem Einzugsgebiet des Nordfeldes eingeleitet werden soll, ist etwa 350 m lang. Er verläuft nahe der östlichen Abbaugrenze des Nordfeldes, westlich des dortigen Waldweges. Der Waldweg hat dort ein leichtes Gefälle nach Norden auf der Strecke. Die Einleitstelle ist daher am Süden des Grabens geplant.

Das Wasser wird zunächst in einen befestigten Einlaufbereich eingeleitet, indem die Fließgeschwindigkeit verringert wird. An diesen schließt der Versickerungsgraben an.

Der Notüberlauf zu diesem Graben ist am Nordende vorgesehen. Das Wasser wird über eine Rohrleitung unter den Waldweg geführt und dort am Hang abgeleitet.

Nach der obigen Formel ergibt sich für den Graben Nord ( $l = 350 \text{ m}$ ) eine Versickerungsmenge von:

$$Q_{i\text{-Nord}} = 350 \times 0,0125 \text{ l/s} = 4,38 \text{ l/s} = 15,8 \text{ m}^3/\text{h} = 378 \text{ m}^3/\text{d} = 137.970 \text{ m}^3/\text{Jahr}$$

### Versickerungsgraben Süd

Der Versickerungsgraben im Süden erstreckt sich über eine Länge von ca. 390 m. Der Weganschnitt weist ein insgesamt leichtes Gefälle nach Süden auf, so dass der Graben an der östlichen Genehmigungsgrenze in etwa gleichbleibendem Abstand zum Weg angelegt werden kann. Das Gefälle der Grabensohle nach Süden auf der gesamten Strecke beträgt 8 m.

Die Einleitung soll direkt nördlich des Naturschutzgebietes „Feuchtwald an der Burg“ erfolgen.



Das Wasser wird zunächst in einen befestigten Einlaufbereich eingeleitet, indem die Fließgeschwindigkeit verringert wird. An diesen schließt der Versickerungsgraben an.

Der Notüberlauf zu diesem Graben ist am Südenende vorgesehen. Das Wasser wird über eine Rohrleitung unter dem Waldweg hindurchgeführt und dort am Hang abgeleitet.

Nach der obigen Formel ergibt sich für den Graben Nord ( $l = 390 \text{ m}$ ) eine Versickerungsmenge von:

$$Q_{i\text{-Süd}} = 390 \times 0,0125 \text{ l/s} = 4,88 \text{ l/s} = 17,6 \text{ m}^3/\text{h} = 421 \text{ m}^3/\text{d} = 153.738 \text{ m}^3/\text{Jahr}$$

### 11.3 Pumpwassermenge und Wasserhaushalt unter Berücksichtigung der geplanten Erweiterungsfläche

Die Niederschlagswassermenge speist sich aus dem Zufluss der Niederschläge, die in den Einzugsbereichen der beiden Gewinnungsbereiche (Südfeld und Nordfeld) fallen und von dort als Oberflächenabfluss, als Direktabfluss oder als Abfluss im oberflächennahen Auflockerungsbereich des Kluftsystems dem Tiefsten der Gewinnungsbereiche zufließen (s. Kap.10).

Aufgrund der geplanten flächigen Erweiterung nach Südosten wird sich das Einzugsgebiet des Gewinnungsbereichs Süd von etwa  $140.000 \text{ m}^2$  auf etwa  $200.000 \text{ m}^2$  deutlich vergrößern. Das zukünftige Oberflächeneinzugsgebiet des Südfelds ist auf Abb. 11-3 dargestellt. Die jährliche Niederschlagshöhe beträgt für die Station Olsberg-Brunskappel im Zeitraum 1991 bis 2020 im Mittel  $1.122 \text{ mm}$ . Im Jahresmittel fällt somit eine Regenmenge von  $224.400 \text{ m}^3$  auf den Gewinnungsbereich Süd und dessen zukünftiges Erweiterungsgebiet. Setzt man eine mittlere Verdunstungsrate von etwa  $25 \%$  des Niederschlags für eine vegetationslose Fläche an (PROKSCH 1990), so ergibt sich eine reelle Verdunstung von  $281 \text{ mm}$  bzw.  $56.100 \text{ m}^3/\text{a}$ .

Die verbleibenden  $75 \%$  des Niederschlages, entsprechend etwa  **$168.300 \text{ m}^3$**  im Jahr, entfallen somit auf den Abfluss, der im Gewinnungsbereich Süd zuzüglich des Erweiterungsgebietes Südost im Mittel dem der unteren Sohle zufließen wird.

Im Gewinnungsbereich Nord ist keine flächenhafte Erweiterung vorgesehen, so dass die Menge des gefassten und abgeleiteten Niederschlagswassers vergleichbar mit denen der letzten Jahre sein wird. Für diesen Bereich ergibt sich aus der mittleren Niederschlagshöhe und dem etwa  $90.000 \text{ m}^2$  großen Einzugsgebiet eine Regenmenge von  $100.980 \text{ m}^3$  im Jahr. Abzüglich der Verdunstung von  $25 \%$  des Niederschlages



ergibt sich ein mittlerer Abfluss von **75.700 m<sup>3</sup>** im Jahr. Dieser liegt im Bereich der Pumpmengen der letzten beiden Jahre.

Die **mittlere aktuelle Pumpmenge im gesamten Steinbruch** einschließlich der Erweiterung Südost beträgt bei einem mittleren Niederschlag von 1.122 mm und einer Verdunstung von 25 % der Niederschlagsmenge daher in Summe etwa **Q = 244.000 m<sup>3</sup>/Jahr** (Gewinnungsbereiche Süd inkl. Erweiterung und Nord).

Gemäß den Berechnungen für den künftigen Wasserhaushalt inkl. der Erweiterung Südost fallen folgende mittleren Pumpmengen an:

Gewinnungsbereich Süd (erweitert)	=	168.300 m <sup>3</sup> /Jahr
Gewinnungsbereich Nord	=	75.700 m <sup>3</sup> /Jahr
Steinbruch gesamt	=	244.000 m <sup>3</sup> /Jahr

Die Versickerungsgräben können insgesamt eine Wassermenge von etwa **292.000 m<sup>3</sup>/Jahr** (137.970 m<sup>3</sup>/Jahr in Graben Nord und 153.738 m<sup>3</sup>/Jahr Graben Süd) versickern. Damit kann die prognostizierte mittlere Jahresmenge über die Gräben versickert werden. Nach Starkregenereignissen erfolgt ein temporärer Überlauf des Wassers aus dem Versickerungsgraben über die Notüberläufe. In Jahren mit überdurchschnittlichen Niederschlägen wird dieser Überlauf häufiger erfolgen. Das entspricht den natürlichen Verhältnissen am dortigen Berghang, wo bei Starkregen auch ein erhöhter Oberflächenabfluss auftritt.

Wie in Kapitel 10 ausgeführt ist aufgrund der Pumpmengenerfassung und der Annahmen bei der Bilanzierung der mittleren Niederschläge (z.B. können lokale Regenereignisse zu leicht abweichenden Niederschlagsmengen im Vergleich zur ca. 8 km entfernten Messstation in Brunskappel führen) sowie der Verdunstung bei der Auswertung der Ergebnisse der Wasserhaushaltsberechnung ein Fehler zu berücksichtigen, der konservativ mit ca. 5 % angenommen wird. Hinzu kommen die Schwankungen der jährlichen Pumpmengen in Abhängigkeit der Niederschlagsmengen („nasse Jahre, „trockene“ Jahre), deswegen kann die prognostizierte mittlere Jahresmenge von 244.000 m<sup>3</sup> um etwa 40 % nach oben und unten abweichen. Als maximale Jahresmenge des im Steinbruch abzüglich der Verdunstung anfallenden Niederschlagswassers werden daher **342.000 m<sup>3</sup> im Jahr** veranschlagt.

Es werden folgende maximale Ableitungs- und Versickerungsmengen beantragt:

- 342.000 m<sup>3</sup>/Jahr
- 40 m<sup>3</sup>/h
- 11 l/s



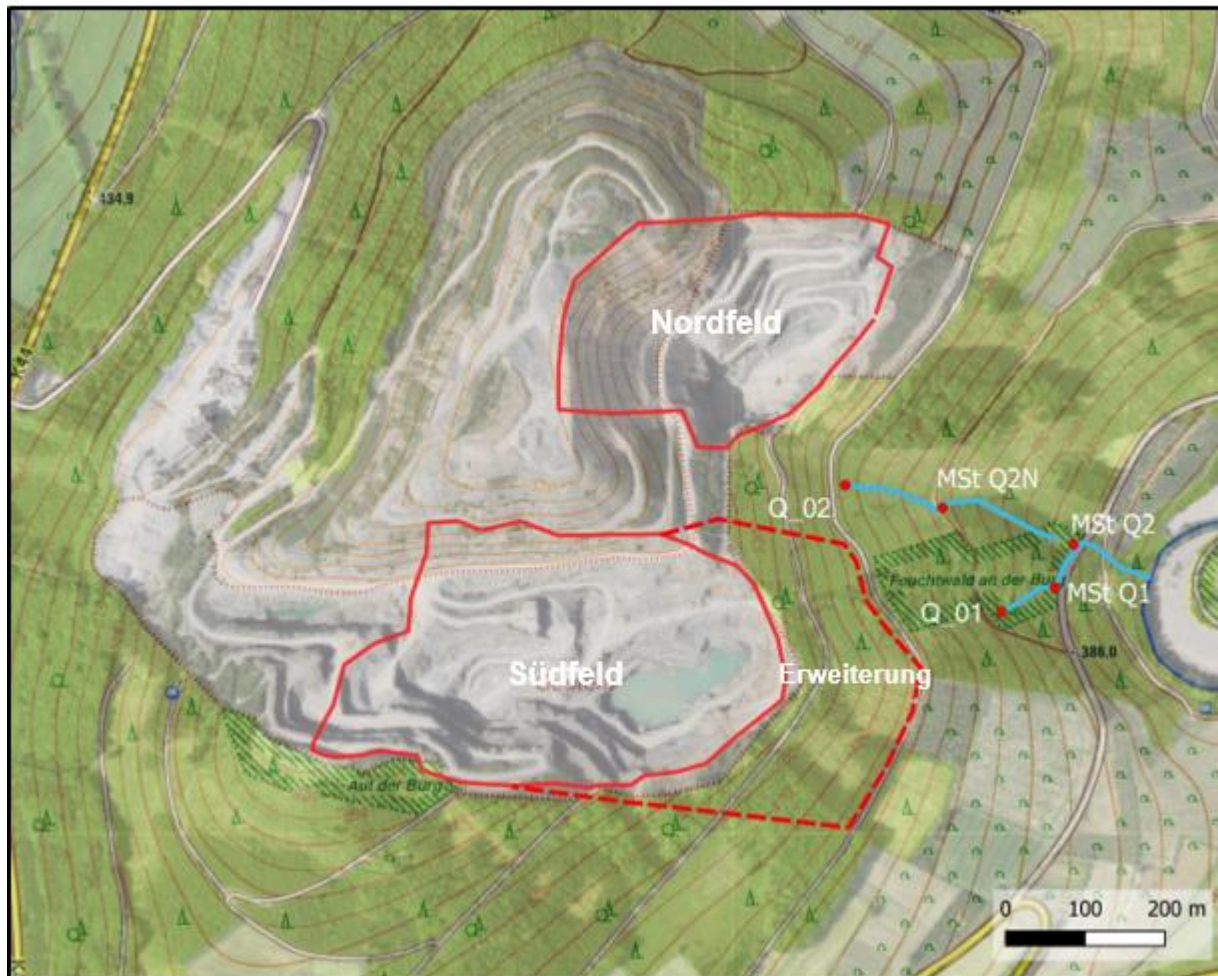
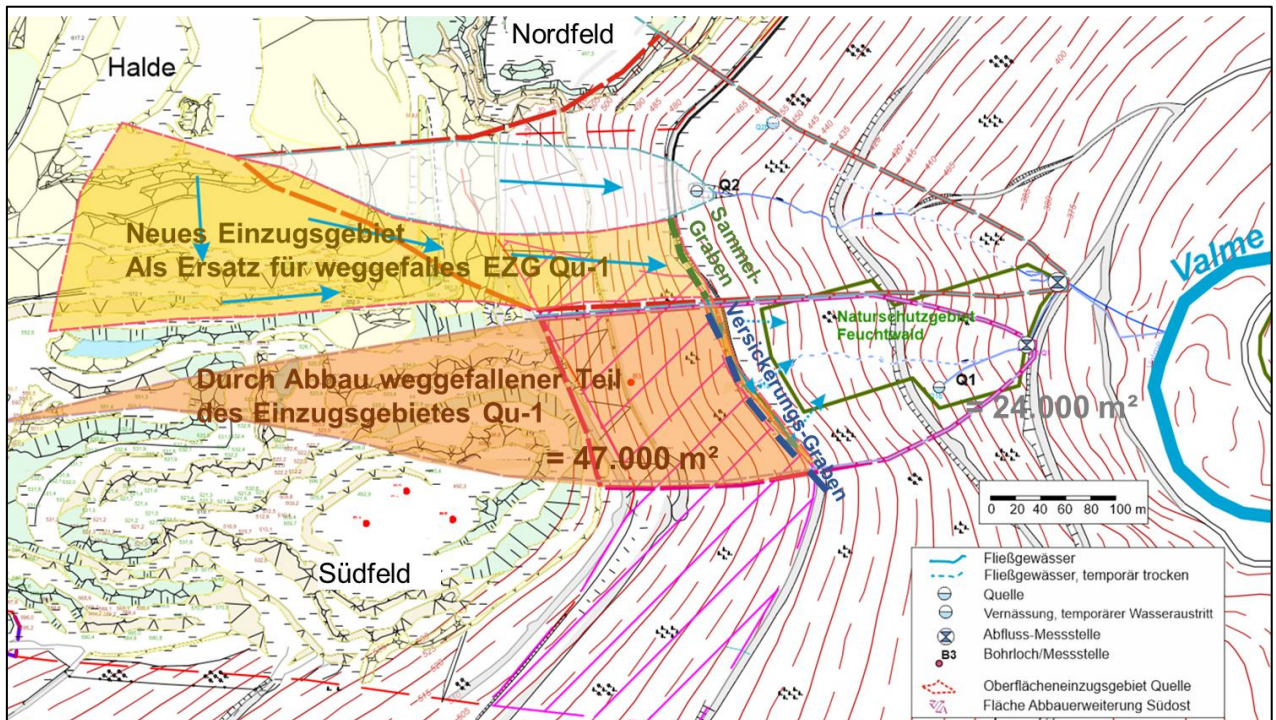


Abb. 11-3: Zukünftiges Oberflächeneinzugsgebiet des Gewinnungsbereiches Süd mit Erweiterungsgebiet (Südfeld) im Steinbruch Halbeswig

#### 11.4 Maßnahme der Wasseranreicherung im Einzugsgebiet der Quelle 1

Insbesondere die Quelle Q1 und das Fließgewässer unterhalb der Quellaustritte verlieren durch den bestehenden Steinbruch und die geplante Abbauerweiterung Südost einen großen Teil ihres natürlichen Einzugsgebietes. Das ehemals natürliche, oberirdische Einzugsgebiet der Quelle Q1, das bis zur früheren und heute abgebauten Bergkuppe „Auf der Burg“ reichte, besaß eine Größe von etwa 71.000 m<sup>2</sup>. Im Rahmen des aktuellen Abbaustandes hat sich das Einzugsgebiet der Q1 bereits auf etwa 43.000 m<sup>2</sup> verringert. Das verbleibende Einzugsgebiet der Quelle Q1 nach der Abbauerweiterung Südost wird nur noch etwa 24.000 m<sup>2</sup> betragen. Insgesamt fallen durch den bestehenden und den geplanten Gesteinsabbau damit 47.000 m<sup>2</sup> des früheren natürlichen Oberflächeneinzugsgebiet der Q1 weg (s. Abb. 11-4). Die Erweiterung hat zur Folge, dass sich ohne weitere Maßnahmen der Abfluss im Quellgebiet Q1 und der unterhalb anschließenden Fließgewässer verringern wird.



**Abb. 11-4: Früheres und heutiges Oberflächeneinzugsgebiet der Quelle Q1 und geplanter Ausgleich durch den Anschluss eines „Ersatz“- Einzugsgebietes über einen Sammel- und Versickerungsgraben**

Während der Abbautätigkeiten wird zum Ausgleich der Wasserverluste und zur Aufrechterhaltung der Abflussmengen und Schüttungsdynamik der Quelle Q1 und der anschließenden Fließgewässer an der östlichen Abbaugrenze oberhalb der Q1 aktiv Wasser über den geplanten Graben versickert. Hierfür wird das geförderte Niederschlagswasser aus dem Gewinnungsbereich Süd genutzt werden.

Mit Beendigung der Abbautätigkeit und fortschreitender Rekultivierung nimmt die Menge des anfallenden Niederschlagswassers deutlich ab. Eine Fassung und Ableitung des Niederschlagswassers über Pumpen ist nach der Verfüllung der Abbaubereiche nicht mehr erforderlich.

Nach Beendigung der Ableitung des Niederschlagswassers bzw. am Ende der Rekultivierung ist vorgesehen, den natürlichen Oberflächenabfluss aus einem nördlich angrenzenden „Ersatz“-Einzugsgebiet zu nutzen. Dessen Fläche entspricht mit 47.000 m<sup>2</sup> in etwa der durch die Gesteinsgewinnung verloren gegangenen Fläche des ursprünglichen Einzugsgebiets von Q1. Es wird somit durch die Anbindung dieser Fläche als „Ersatz“-Einzugsgebiet der Abflussverlust an Q1 auch nach Abbauende ausgeglichen (s. Abb. 11-4).

Die Wasserfassung aus dem „Ersatz“-Einzugsgebiet wird nach Abschluss der Rekultivierung bzw. nach Einstellung des Pumpbetriebs eingerichtet und erfolgt durch einen



Sammelgraben nördlich der Erweiterungsfläche, der unterhalb des Einzugsgebietes auf einer Länge von etwa 80 m nur permeabel zum Hang oberhalb ist, so dass hier das oberflächennah abfließende Wasser in den Graben eindringt. Dieser Graben ist an seiner Sohle und zum Tal hin dicht, so dass das Wasser dem leichten Gefälle des Weges folgend in Richtung Versickerungsgraben oberhalb des Quellgebiets 1 abfließt.

Die mittlere Quellschüttung der Quelle Q1 lag im Zeitraum von 2014 bis 2023 bei dem aktuellen Einzugsgebiet von 43.000 m<sup>2</sup> bei etwa 0,8 l/s. Die Versickerungsleistung des Grabens beträgt bei einer Abschnittslänge von 150 m etwa 1,9 l/s, so dass eine Quellschüttung erzielt werden kann, die der Größenordnung des ursprünglichen Einzugsgebietes von etwa 71.000 m<sup>2</sup> entspricht.

### **11.5 Ableitung und Versickerung der im Tagebau anfallenden Niederschlagswässer**

Aus hydrogeologischer Sicht ist abweichend vom bisher praktizierten Ableitkonzept in dem das Niederschlagswasser in den Westen des Tagebaus gepumpt und dort abgeleitet bzw. versickert wird, eine Versickerung der Niederschlagswässer der östlichen Steinbruchbereiche direkt östlich der Gewinnungsflächen geplant. Hiermit wird der ursprüngliche Zustand der Wasserverteilung vor Errichtung des Steinbruchs wiederhergestellt und es werden mögliche Auswirkungen des Abbaus auf den Wasserhaushalt der umliegenden Flächen vermieden bzw. zusätzlich kompensiert.

In der Abb. 11-5 sind drei Bereiche (A, B, C), die für die Versickerung des Tagebauwassers in Betracht kommen, dargestellt. Das Niederschlagswasser aus dem Gewinnungsbereich Süd wird in den Bereichen A und B versickert, das Pumpwasser aus dem Gewinnungsbereich Nord im Bereich C.





Für die drei Bereiche ergeben sich gemäß der Formel 1 folgende Versickerungsmengen:

### **Bereich A**

Pumpwasser aus Gewinnungsbereich Süd: 150 m Graben bis Quelle Q1 zur zusätzlichen Kompensation Quelle Q1 = ca. 59.000 m<sup>3</sup>/Jahr (Nach Beendigung des Pumpbetriebs Oberflächenwasser aus dem „Ersatz“-Einzugsgebiet)

### **Bereich B**

Pumpwasser aus Gewinnungsbereich Süd: 240 m Graben südlich Q1= etwa 94.000 m<sup>3</sup>/Jahr

### **Bereich C**

Pumpwasser aus Gewinnungsbereich Nord: 350 m Graben = ca. 138.000 m<sup>3</sup>/Jahr → Zufluss in das Oberflächeneinzugsgebiet der Quelle Q2 bzw. der Fließgewässer unterhalb der Q2

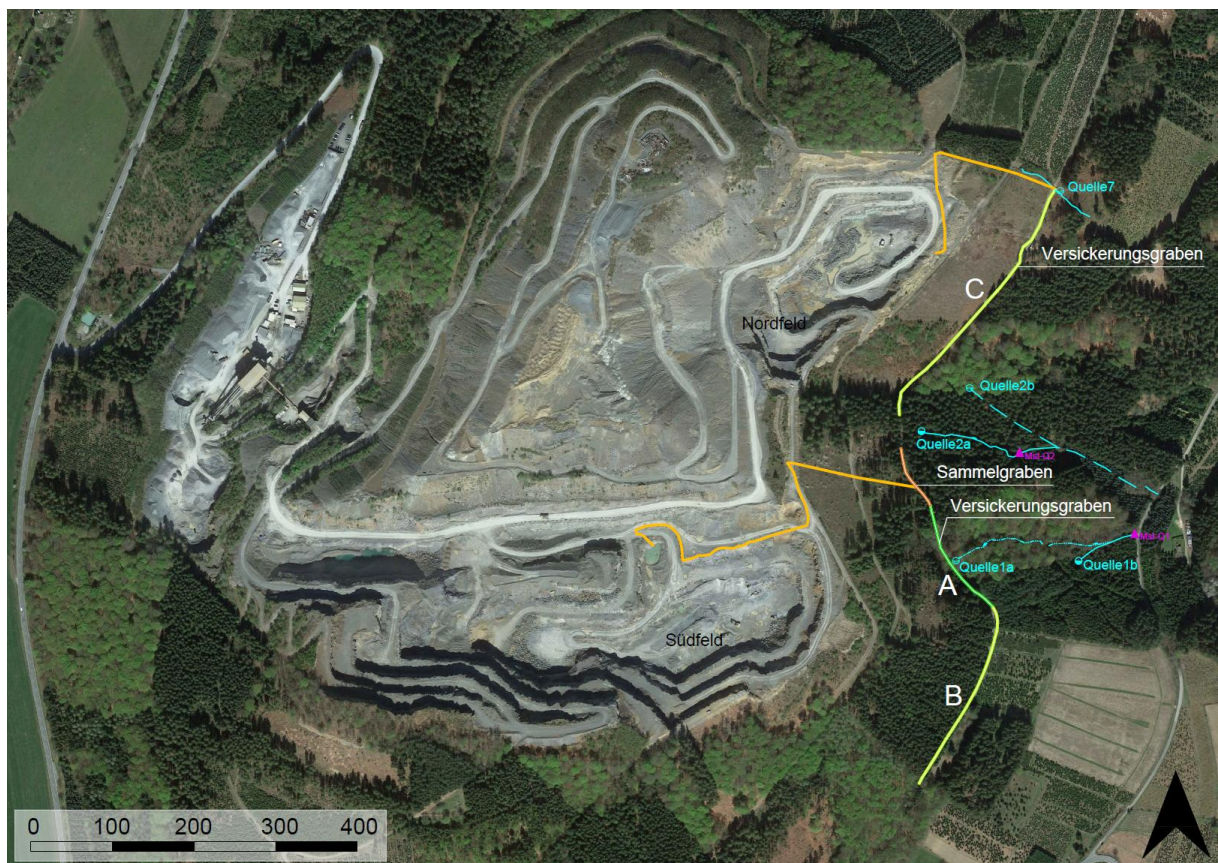


Abb. 11-5: Leitungslagen (orange) und Lage der Versickerungsgräben (grün)



## **12 Auswirkungen des Vorhabens der Abbauerweiterung**

### **12.1 Vorhaben Abbauerweiterung Südost**

Die beantragte Erweiterungsfläche Südost schließt sich an den Gewinnungsbereich Süd im Steinbruch Halbeswig an (s. Anlage 2). Das gesamte Vorhaben der Abbauerweiterung Südost umfasst folgende Teilmaßnahmen, die das Schutzgut „Wasser“ betreffen und deren Auswirkungen nachfolgend bewertet werden:

- Flächenhafte Erweiterung der Steinbruchfläche um etwa 5,5 ha direkt östlich angrenzend an den derzeitigen Gewinnungsbereich Süd.
- Erweiterung der maximalen Abbautiefe auf 400 m ü. NHN in der Erweiterungsfläche. Die derzeit genehmigte Abbautiefe im Nordfeld beträgt 430 m ü. NHN.
- Sukzessive Verfüllung der Erweiterungsfläche bis auf eine Höhe von 450 m ü. NHN durch Abraummateriale aus den Gewinnungsbereichen Nord und Süd.
- Anlage von Versickerungsgräben (siehe Kap 11):
  - am Ostrand des Gewinnungsbereichs Nord,
  - am Ostrand der Steinbruch Fläche zwischen dem Gewinnungsbereich Nord und dem Erweiterungsgebiet und
  - am Ostrand der Erweiterungsfläche Südost
- Anschluss eines „Ersatz“-Einzugsgebiets für Q1 (nicht in die Erweiterung einbezogener Hangbereich direkt nördlich der Abbauerweiterung Südost) über einen Sammelgraben an den Versickerungsgraben oberhalb von Q1 (genauere Beschreibung hierzu in Kap. 11.4)

Der Abbauendstand und der Stand nach der Verfüllung sind in der Anlage 2.2 und Anlage 2.3 dargestellt.

### **12.2 Wasserhaushalt im Steinbruch**

Die Tagebauwassermenge speist sich aus dem Direktabfluss von Niederschlagswasser, das auf die Einzugsbereiche fällt und von dort als Oberflächenabfluss, als Direktabfluss oder oberflächennah im Kluftsystem auf die untersten Gewinnungssohlen abfließt. Ein unterirdischer Wasserzufluss von außerhalb des Steinbruches besteht nicht (siehe Kap.10).



Aufgrund der Vergrößerung der Steinbruchfläche im Gewinnungsbereich Süd um etwa 5,5 ha auf 20 ha wird sich der mittlere Zufluss von Niederschlagswasser und das im oberflächennahen Kluftsystem nach Niederschlägen abfließende Wasser zum Abbau-bereich, wie in Kap. 11.3 beschrieben, von derzeit 120.000 m<sup>3</sup>/Jahr unter Berücksich-tigung der Verdunstung auf 168.300 m<sup>3</sup>/Jahr erhöhen.

Neben der flächenhaften Abbauerweiterung Südost wird der Steinbruch im Südosten bis zur 400 m ü. NHN-Sohle um etwa 90 m gegenüber dem bestehenden Stand und um 30 m gegenüber der genehmigten maximalen Abbautiefe im Nordfeld vertieft. Die Abbauertiefung betrifft dabei die unverwitterten, tiefen Gesteinsbereiche aus Ton-schiefer und Diabas. Dort sind die Klüfte und andere Trennflächen fast ausschließlich geschlossen oder weisen eine nur sehr geringe Öffnungsweite auf, so dass für die tieferen Abbaubereiche eine äußerst geringe Kluftwasserführung mit einer Durchläs-sigkeit von etwa  $k_f \approx 10^{-8}$  m/s und geringer anzusetzen ist. Es entstehen durch den Tiefenabbau, aufgrund der sehr geringen Durchlässigkeit der anstehenden Gesteine, keine direkten Auswirkungen auf Kluftwasserbereiche außerhalb des Steinbruchs. Es sind daher keine höheren Wassermengen durch die Vertiefung im Gewinnungsbereich Süd, die über die prognostizierte Menge von 168.000 m<sup>3</sup>/Jahr hinaus gehen, zu erwar-ten. Lokal höhere Durchlässigkeiten sind auf Störungszonen begrenzt. Diese sind im Gewinnungsbereich Süd nicht bekannt und auch für die Südosterweiterung nicht zu erwarten (siehe Kap. 8.1 und Kap. 8.5).

### 12.3 Fließgewässer

Westlich des Steinbruchs verläuft der Berlarer Bach, welcher nach Nordwesten ab-fließt. Der Berlarer Bach ist hydraulisch an das Grundwasser in den quartären Talsedi-menten angebunden. Sein Oberflächeneinzugsgebiet wird durch die Süd-Ost-Erwei-terung nicht beeinflusst. Die Einleitung in den Berlarer Bach über die Wasserbehand-lungsanlage bleibt unverändert bestehen und wird durch die Erweiterung des Stein-bruchs nicht beeinflusst.

Die Valme fließt östlich des Erweiterungsgebietes in Richtung Norden. Durch die Er-weiterung verkleinert sich ihr oberirdisches Einzugsgebiet geringfügig. Die geplante Versickerung am Ostrand des Steinbruchs über Versickerungsgräben gleicht die ab-baubedingte geringfügige Abflussverringerung aus. Darüber hinaus trägt die Versicke-rung zu einer Verbesserung der Abflüsse in den kleineren Gewässern unterhalb bei und wirkt sich somit auch positiv auf die Valme aus. Mit dieser Maßnahme wird er-reicht, dass sich keine negativen Auswirkungen auf die Valme ergeben.



## 12.4 Wasserhaushalt der Quellen

### 12.4.1 Quelle Q1

Die geplante Erweiterung des Diabas-Steinbruchs nach Südosten verringert das Oberflächeneinzugsgebiet der Quelle 1 und wirkt sich dadurch auf dessen Wasserhaushalt aus.

Die Bilanzgrößen des Wasserhaushaltes setzen sich zusammen aus:

$$N = Et_r + A_o + A_u + R$$

Mit:

N: Niederschlag

Et<sub>r</sub>: Evapotranspiration

A<sub>o</sub>: Oberflächen-Abfluss

A<sub>u</sub>: Unterirdischer Abfluss (entspricht über längere Zeiträume der Grundwasserneubildung)

R: Rücklage und Verbrauch (für mehrjährige Betrachtungen nicht relevant)

Durch die abbauvorbereitende Rodung des noch bestehenden Waldbestandes (überwiegend Fichtenforste) bzw. die Entfernung des Bewuchses entfällt weitgehend die Transpiration, was zu einer Verschiebung der hydrologischen Grundgleichung in Richtung des Gebietsabflusses führt. Der Abfluss im Bereich der Quellaustritte kann dadurch temporär zunächst leicht in der Größenordnung 10-20 % in den Sommermonaten zunehmen. Bei den natürlichen Abflussschwankungen sind daraus keine negativen Auswirkungen auf die Quellen zu erwarten.

Das oberirdische Einzugsgebiet der Quelle 1 am Osthang des Berges wird sich durch die Abbauerweiterung Südost, wie in Kapitel 11.4 beschrieben, von aktuell 43.000 m<sup>2</sup> um ca. 40 % auf 24.000 m<sup>2</sup> verringern. Die Verkleinerung des Oberflächeneinzugsgebietes würde ohne weitere Maßnahmen somit zu einer entsprechenden Verringerung des mittleren Abflusses im Quellgebiet Q1 führen.

Wie in Kap. 11.4 beschrieben und auf Abb. 11-3 dargestellt, ist zum Ausgleich der Wasserverluste vorgesehen, aktiv Wasser über einen Versickerungsgraben am Ost- rand der Abbauerweiterung oberhalb des verbleibenden Einzugsgebietes der Quelle Q1 zu versickern. Während des Abbaubetriebs soll ein Teil des geförderten Niederschlagswassers aus dem Gewinnungsbereich Süd für die Versickerung genutzt werden.

Nach Abschluss der Rekultivierung bzw. nach Einstellung des Pumpbetriebs wird aus einem zusätzlich anzuschließenden, nördlich angrenzenden „Ersatz“-Einzugsgebiet der Abfluss gesammelt, abgeleitet und über den Versickerungsgraben oberhalb der Quelle Q1 versickert. Damit wird der Zuflussverlust durch die abbaubedingte Verklei-



nerung des Oberflächeneinzugsgebietes kompensiert, denn das „Ersatz“-Einzugsgebiet hat etwa die gleiche Fläche (etwa 47.000 m<sup>2</sup>) wie das Oberflächeneinzugsgebiet, das der Quelle Q1 im Vergleich zum natürlichen Zustand verlorengegangen ist (s. Abb. 11-4). Mit diesen Maßnahmen wird erreicht, dass sich keine negativen Auswirkungen auf die Schüttung und die Abflussdynamik im Bereich der Quelle Q1 ergeben.

#### **12.4.2 Quelle Q2**

Das Oberflächeneinzugsgebiet der Quelle Q2 ist von der Abbauerweiterung Ost nicht betroffen (siehe Abb. 11-4). Die Quelle Q2 wird größtenteils durch Kluftwasser gespeist, somit hat das oberirdische Einzugsgebiet im Zuflussbereich nur einen geringen Einfluss auf die Wasserführung. Das zeigt sich daran, dass das Wasser in Q2a mit ca. 1.900 µS/cm eine außergewöhnlich hohe Mineralisation aufweist, die deutlich über der der benachbarten Quellen liegt (Q2b ≈ 220 µS/cm, s. Kap. 8.7). Erst unterhalb des Quellaustrittes Q2a tritt dem Fließgewässer dann verstärkt Wasser aus dem Oberflächeneinzugsgebiet als Direktabfluss mit geringerer Mineralisation zu, was zu einer Verdünnung des Wassers führt und sich daran zeigt, dass die elektrische Leitfähigkeit bis zur Abfluss-Messstelle Q2 auf ca. 1.000 µS/cm – 1.200 µS/cm zurückgeht.

Im Zuge der Erweiterung ist geplant einen Teil des Oberflächeneinzugsgebietes des Quellgebietes Q2 als „Ersatz“-Einzugsgebiet der Quelle Q1 zu nutzen (s. Kap. 12.3.1, Abb. 11-4). Hierdurch entstehen jedoch keine erheblichen Auswirkungen auf den Abfluss im Quellaustritt Q2a selbst, der an eine geologische Spezialstruktur gebunden ist (s. Kap. 8.3.2). Das „Ersatz“-Einzugsgebiet betrifft die Zuflüsse zum Fließgewässer unterhalb von Q2a. Das insgesamt verbleibende Oberflächeneinzugsgebiet ist für die kleineren Fließgewässer am Hang hinreichend groß, um nach Regenfällen einen Abfluss zu erhalten. Zudem ist vorgesehen, zusätzlich Niederschlagswasser über Versickerungsgräben auch im Oberflächeneinzugsgebiet der Quelle Q2 zum Teil zu versickern, um so den ursprünglichen Zustand der Wasserverteilung vor Errichtung des Steinbruchs wiederherzustellen und mögliche Auswirkungen des Abbaus auf den Wasserhaushalt der umliegenden Flächen zusätzlich zu kompensieren (s. Kap. 11.5).

#### **12.4.3 Weitere Quellen und Fließgewässer am Osthang**

Alle weiteren Quellen am Osthang des Berges „Auf der Burg“ sind durch die Abbauerweiterung nicht betroffen. Wie in Kap. 11.1 beschrieben, ist geplant, einen Teil des Oberflächenwassers am Ostrand des Steinbruchs über Versickerungsgräben zu versickern. Dies gleicht frühere, abbaubedingte Einzugsgebietsverringerungen aus und





wirkt sich zusätzlich positiv auf die Abflüsse der kleineren Fließgewässer unterhalb der Quellen aus.

## 12.5 Wasserbeschaffenheit

Durch den Steinbruch und die damit verbundene Entnahme und Ableitung von zufließendem Regenwasser und oberflächennahem Kluftwasser entsteht keine negative Veränderung der Wasserbeschaffenheit. Das zeigen die Wasseranalysen aus dem Steinbruch (Probe B2, Kap. 8.6). Das Wasser im Steinbruch und im Einzugsgebiet der Quellen ist in seinem Chemismus geprägt durch den Kontakt mit den im Gestein vorhandenen Mineralien. Die Konzentrationen der Hauptinhaltsstoffe und der Nebeninhaltsstoffe im Wasser liegen im Bereich der geogenen Hintergrundwerte für Diabas und Tonschiefer (vgl. Kap. 8.6). Mit der Abbauerweiterung Südost verändert sich das geologische Umfeld nicht, so dass sich auch keine Änderungen in der chemischen Beschaffenheit des Wassers ergeben werden. Auch nach Ende des Abbaus und der Rekultivierung sowie der Verfüllungen u.a. im Gewinnungsbereich Süd werden die geologischen Randbedingungen und der Chemismus der dort natürlich abfließenden Wässer nicht verändert.

Die Quelle 1, die sich im Nahbereich des Gewinnungsbereichs des Erweiterungsgebietes befindet, wird durch den dazwischenliegenden Eichen-Buchenwald vor eventuellen Staubemissionen geschützt.

Die Einleitung von Niederschlagwasser über die Gräben am östlichen Abbaurand hat keinen Einfluss auf die Wasserbeschaffenheit im Einzugsgebiet der Quellen und führt nicht zu einer Verschlechterung. Das versickerte Wasser entstammt dem im Steinbruch oberflächlich und über Klüfte oberflächennah natürlich zufließenden Wasser, das auch ohne den Steinbruch den Quellen zufließen würde. Trübungsmesseinrichtungen garantieren, dass das versickerte Wasser keine überhöhten Feinanteile enthält. Das leicht sulfatisch-hydrogenkarbonatisch geprägte Wasser aus dem Steinbruch wird durch die Hebung und Ableitung zur Versickerung nicht chemisch verändert und durchsickert die Bodenschichten, die auch dem natürlichen Kontakt entsprechen. Der hydrochemische Typ der Wässer aus dem Steinbruch ist dem Quellwasser ähnlich.



## 12.6 Trinkwasserschutzgebiete

Im nahen Umkreis des Tagebaus befinden sich keine festgelegten Trinkwasserschutzgebiete. Die geplanten Trinkwasserschutzgebiete „C. Meschede“ und „Bestwig-Nierbachtal“ befinden sich wie auf Anlage 4.1 dargestellt ca. 500 m westlich und ca. 2,2 km nordwestlich des Tagebaus. Sie liegen außerhalb des vom Gesteinsabbau beeinflussten Bereichs. (vgl. auch Kap. 8.1)

Daher entstehen keine quantitativen und qualitativen Auswirkungen auf die geplanten Trinkwassergewinnungsanlagen.

## 12.7 Naturschutzgebiet – Feuchtwald an der Burg

Unmittelbar östlich an die geplante Erweiterungsfläche grenzt das Naturschutzgebiet NSG HSK-472 „Feuchtwald an der Burg“ mit einer Fläche von 2,3 ha, das auch Teil des Einzugsgebietes der Quelle Q1 ist.

Im Bereich des Naturschutzgebietes bestehen zwischen den Diabasblöcken Feucht- und Nassstandorte mit einem Erlen-Eschen-Feuchtwald. Einzelne Sickerquellzonen sind von einer typischen Quellflur mit artenreichem Farnbewuchs geprägt. Diese Zonen werden von einem Eichen-Buchenwald umrahmt, der eine mäßig dichte, aber artenreiche Krautschicht aufweist. Im Südosten ist der sickerfeuchte Bereich teilweise durch Fichtenaufforstungen bedrängt. Insgesamt bildet das Gebiet damit größtenteils eine naturnahe Laubwaldinsel mit differenzierter Vegetation in Abhängigkeit von den vielfältigen Standortfaktoren (Hochsauerlandkreis 2008).

Durch Abbau bis zur maximalen Abbautiefe auf 400 m ü. NHN wird das Kluftwasser und das Wasser in der oberflächennahen Auflockerungszone und der geringmächtigen Deckschicht aus Hanglehm im Naturschutzgebiet nicht direkt in seinem Abflussverhalten beeinflusst (s. Kap. 12.2). Durch die Erweiterung des Steinbruchs nach Osten wird das oberirdische Einzugsgebiet im Quellgebiet Q1 und somit das Einzugsgebiet für das Naturschutzgebiet allerdings deutlich reduziert (vgl. Kap. 12.3.1). Aufgrund dieser Verkleinerung des Oberflächeneinzugsgebietes ist eine Verringerung der mittleren Quellschüttung und damit auch des oberflächennahen Wasserzuflusses im Naturschutzgebiet „Feuchtwald an der Burg“ zu erwarten.

Vorsorglich sind zur Kompensation am östlichen Berghang und dem Ostrand der Abbauerweiterung Gräben vorgesehen. Über diese soll während des Abbaus Niederschlagswasser aus den beiden Gewinnungsbereichen und nach Abbauende Wasser



aus einem direkt nördlich gelegenen „Ersatz“-Einzugsgebiet herangeführt und abgeleitet sowie versickert werden (s. Kap. 11.4, Kap. 12.3.1). Die Fläche des „Ersatz“-Einzugsgebietes ist etwa so groß wie die durch den Abbau und die Abbauerweiterung verringerte Fläche des Oberflächeneinzugsgebiets der Quelle Q1 (s. Abb. 11-4).

Das Einzugsgebiet der Quelle Q1 und damit auch das unterhalb liegende Naturschutzgebiet werden so mit einem zusätzlichen Zufluss von im Mittel knapp 2 l/s gespeist werden, was der Größenordnung des Zuflusses aus dem ursprünglichen Einzugsgebiet entspricht. Auch die Abflussdynamik bleibt so erhalten. Das Wasser aus dem Versickerungsgraben passiert zunächst eine Bodenpassage, bevor es oberflächennah dem Naturschutzgebiet zufließt. Die chemische Beschaffenheit des Sickerwassers entspricht dem bislang dort abfließenden Wasser (siehe Kap. 8.3.1, Kap. 8.6).

Durch die Versickerung über einen Graben im Bereich der Quelle 1 entstehen somit durch die Südosterweiterung des Abbaus keine negativen Auswirkungen auf den Bodenwasserhaushalt im angrenzenden Waldgebiet und Naturschutzgebiet, einschließlich der dortigen Pflanzen, die vom oberflächennahem Bodenwasser abhängig sind.

## **12.8 Quellen und Wasserhaushalt nach Abbauende**

Nach Erreichen der untersten Tiefsohle auf 400 m ü. NHN im Erweiterungsgebiet Südost erfolgt eine Verfüllung mit Abraum bis auf ein Niveau von 450 m ü. NHN. Die Abbau- und Verfüllplanung für den Endabbaustand befindet sich in Anlage 2.3. Darüber hinaus ist der Endabbaustand in einem Hydrogeologischen-Profil in Anlage 3.3 dargestellt.

Das Niederschlagswasser wird oberflächlich auf der verfüllten Fläche oder untergeordnet auch in dessen oberflächennahem Auflockerungsbereich abfließen.

Bei der im Fels erhöhten Durchlässigkeit im oberflächennahen Bereich (bis etwa 20 m) kann die verbleibende Gesteinsrippe zwischen dem verfülltem Abbau und der natürlichen östlichen Außenböschung von dem zufließenden Regenwasserabfluss in ausreichendem Maße durchsickert werden.

Außerdem wird die Verfüllung mit Abraum mit einem leichten Gefälle nach Osten angelegt (s. Anlage 3.3). Damit wird ein Oberflächenabfluss in Richtung der Quellen im Osten und des Naturschutzgebietes „Feuchtwald an der Burg“ begünstigt.

Im Rahmen der Rekultivierung werden durch die Verfüllung der Abgrabung, deren Bedeckung mit kulturfähigem Boden und Bepflanzung mit Wald langfristig wieder hydrogeologisch vergleichbare Verhältnisse hergestellt.



Eine Weiterführung der Versickerung von abgepumptem Wasser aus den Gewinnungsbereichen erfolgt nach Abbauende und Ende der Rekultivierung nicht und ist auch nicht mehr erforderlich.

Die Ableitung des Niederschlagsabflusses aus dem „Ersatz“-Einzugsgebiet in den Versickerungsgraben oberhalb der Quelle Q1 funktioniert auch nach Abbauende weiterhin und kompensiert das durch die Erweiterung verkleinerte Oberflächenwassereinzugsgebiet der Q1.

.



### 13 Fazit

Zur kurz- und mittelfristigen Sicherung der Rohstoffbasis plant die DIABASWERK HALBESWIG GMBH & Co. KG eine flächenmäßige Erweiterung des bestehenden Steinbruchs nach Südosten. Die Rohstoffgewinnung soll im nach Südosten erweiterten Gewinnungsbereich Süd bis auf 400 m ü. NHN abgesenkt werden. Im Steinbruch und dessen Erweiterungsgebiet wurden daher in den Jahren 2021 bis 2024 hydrologische, hydrogeologische und hydrochemische Untersuchungen durchgeführt, um die Auswirkungen der Südosterweiterung zu beurteilen. Berücksichtigt wurden außerdem Monitoring-Untersuchungen der Quellen seit 2011 sowie frühere hydrogeologische Untersuchungen im Steinbruch.

Zusammenfassend ergibt sich, dass im Steinbruch Halbeswig, wie auch auf dem Höhenzug „Auf der Burg“ aufgrund der geologischen Verhältnisse mit Tonschiefer und Diabas kein Grundwasser und kein zusammenhängender Grundwasserkörper ausgebildet ist. Der Diabas und der in großer Mächtigkeit im Liegenden anstehende Tonschiefer sind vielmehr als Geringleiter oder auch als „Nichtleiter“ einzustufen, was bedeutet, dass sie nur geringfügig bis gar kein Wasser leiten. Kluftspeicherräume sind nur lokal und oberflächennah in der Auflockerungszone bis etwa 20 m Tiefe vorhanden. Sie sind von äußerst begrenztem Volumen, wie das Trockenfallen der umliegenden Quellen in den Sommermonaten verdeutlicht und zudem nicht miteinander verbunden, was die hydrochemischen Untersuchungen belegen. Die durchgeführten hydraulischen Versuche und die Wasserbilanzen auf Grundlage der Pumpmengen aus den Gewinnungsbereichen Nord und Süd bestätigen die sehr geringe Durchlässigkeit des Diabas und des Tonschiefers auch im oberflächennahen Bereich. Zur Tiefe weist das Gestein nahezu keine Wasserführung auf. Die Auswertung von Wasserhaushalt und Pumpdaten zeigt, dass es im Steinbruch keinen relevanten Kluftwasserzustrom oder Kluftwasserabfluss gibt. Die Wässer, die in den Sammelbecken gefördert werden, stammen aus Niederschlagswasser, das oberflächlich oder im oberflächennahen Kluftsystem zufließt. Dies unterstreicht, dass der Wasserhaushalt im Bereich des Steinbruchs isoliert ist.

Durch die flächenhafte Erweiterung der Gewinnungsfläche wird sich die gefasste Niederschlagswassermenge im Tagebaubereich Süd erhöhen. Die Wasserentnahme im Steinbruch betrifft dabei nur das im Steinbruch oberflächlich oder im oberflächennahen Kluftsystem abfließende Niederschlagswasser. Direkte Auswirkungen auf den Wasserhaushalt außerhalb des Steinbruchs sind nicht zu erwarten. Die Untersuchungen belegen, dass Grundwasser durch die geplante Vertiefung des Diabasteinbruchs nicht betroffen ist.



Die Versickerung und Wasseranreicherung über die Versickerungsgräben am Ostrand des Abbaus und oberhalb vom Quellgebiet Q1 bewirkt eine Kompensation der sich durch den Gesteinsabbau und die Verkleinerung des Einzugsgebietes ergebenden verringerten Quellabflüsse am östlichen Berghang. Das im Gewinnungsbereich Süd abgepumpte Regenwasser wird über die Gräben östlich versickert und so dem natürlichen Einzugsgebiet wieder zugeführt.

Nach Abschluss der Rekultivierung bzw. nach Einstellung des Pumpbetriebs wird aus einem zusätzlich anzuschließenden, nördlich angrenzenden „Ersatz“-Einzugsgebiet der Abfluss gesammelt, abgeleitet und über den Versickerungsgraben oberhalb der Quelle Q1 versickert. Damit wird der Zuflussverlust durch die abbaubedingte Verkleinerung des Oberflächeneinzugsgebietes kompensiert.

Durch die gezielte Versickerung des Oberflächenwassers über Gräben im Ostbereich werden erhebliche Auswirkungen der Abbauerweiterung Südost auf die Quellaustritte im Bereich Q1 und auf das Naturschutzgebiet am östlichen Hang des Berges „Auf der Burg“ unterhalb des Abbaus, das im Einzugsgebiet der Q1 liegt, vermieden.

Die Quelle Q2 sowie die anderen Quellen am Osthang des Burgberges sind von der Abbauerweiterung Südost nicht betroffen.

Es ist geplant, dass der Erweiterungsbereich Südost wieder mit Abraum aus dem Steinbruch verfüllt wird, so dass nach Abbauende und Rekultivierung die natürlichen Abflussverhältnisse am Osthang des Berges weitgehend wieder hergestellt sind.

Es wird empfohlen, das Abflussmonitoring der Quellen auch in Zukunft fortzusetzen.

DR. KÖHLER & DR. POMMERENING GMBH  
Beratende Geologen, Hydrogeologen und Ingenieure

Dr. Johannes Pommerening

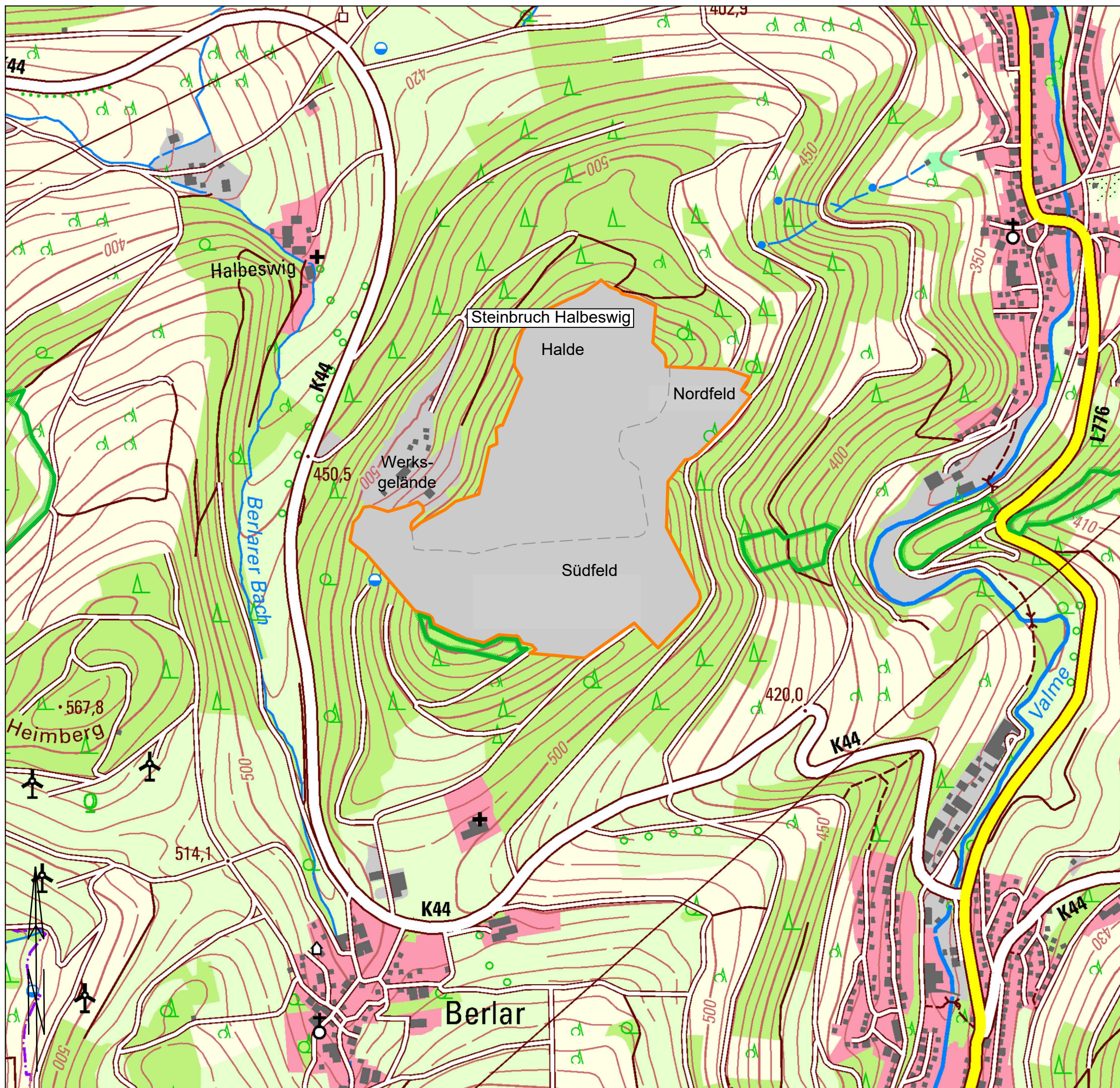
Nadine Dabrunst M.Sc.





## Literaturverzeichnis

- DWD Climate Data Center (CDC): Jahressumme der Stationsmessungen der Niederschlagshöhe in mm für Deutschland, Version v19.3, abgerufen am 08.08.2023
- DWD Climate Data Center (CDC): Jahresmittel der Stationsmessungen der Lufttemperatur auf 2 m Höhe in °C für Deutschland, Version v19.3, abgerufen am 08.08.2023
- DVWK (1996): Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen,- DVWK-Merkblätter 238; 136 S., Bonn
- Geologischer Dienst NRW (früher GLA): Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25000 – Blatt 4616 Olsberg-Eversberg mit Erläuterungen
- Hochsauerlandkreis (2008): Landschaftsplan Bestwig. Textliche Darstellungen und Festsetzungen mit Erläuterungen, Begründung.
- Hölting, B. & Coldewey, W. G. (2013): Hydrogeologie. Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. Heidelberg: Springer-Spektrum
- Langguth, H.-R. & Voigt, R. (2004): Hydrogeologische Methoden. – 2. überarb. und erw. Aufl., 1005 S., 304 Abb.; Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg
- Meßer, J. (2008): Ein vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der flächendifferenzierten Grundwasserneubildung in Mitteleuropa
- Proksch, W (1990): Lysimeterauswertungen zur flächendifferenzierten Ermittlung mittlerer Grundwasserneubildungsraten. Besondere Mitteilungen zum Gewässerkundlichen Jahrbuch Nr. 55, 1990
- Raissi, F. & Müller, U. (2009): Auswirkungen von Grundwasserentnahmen auf die Bodennutzung.- Geofakten 6, 6 S., 6 Abb.; Hannover (LBEG)
- Schreiber, Prof. Dr. U. (2010): Hydrogeologische Verhältnisse im geplanten Erweiterungsbereich des Diabaststeinbruchs Halbeswig.- Gutachten
- IHU – Geologie und Analytik (2011): Diabaswerk Halbeswig - Hydrogeologische Untersuchungen zu Quellschüttungen und Siepen im Rahmen der Erweiterung des Steinbruchs.- Gutachten
- Klimaatlas Nordrhein-Westfalen, unter [www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-pluskarte](http://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-pluskarte)





Zeichenerklärung:

-  Steinbruch Halbeswig
-  Naturschutzgebiet



DR. KÖHLER & DR. POMMERENING GMBH  
Beratende Geologen, Hydrogeologen und Ingenieure  
Am Katzenbach 2; 31177 Harsum  
Tel.: 05127 902070, Fax: 05127 9020729

Projekt

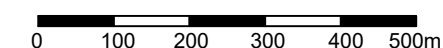
Steinbrucherweiterung Südost  
Hydrogeologisches Gutachten

Projekt Nr.: 221446  
Datum: August 2025  
gezeichnet: sf geprüft: JP

Anlage 1

Übersichtskarte

Maßstab 1 : 10 000



Auftraggeber

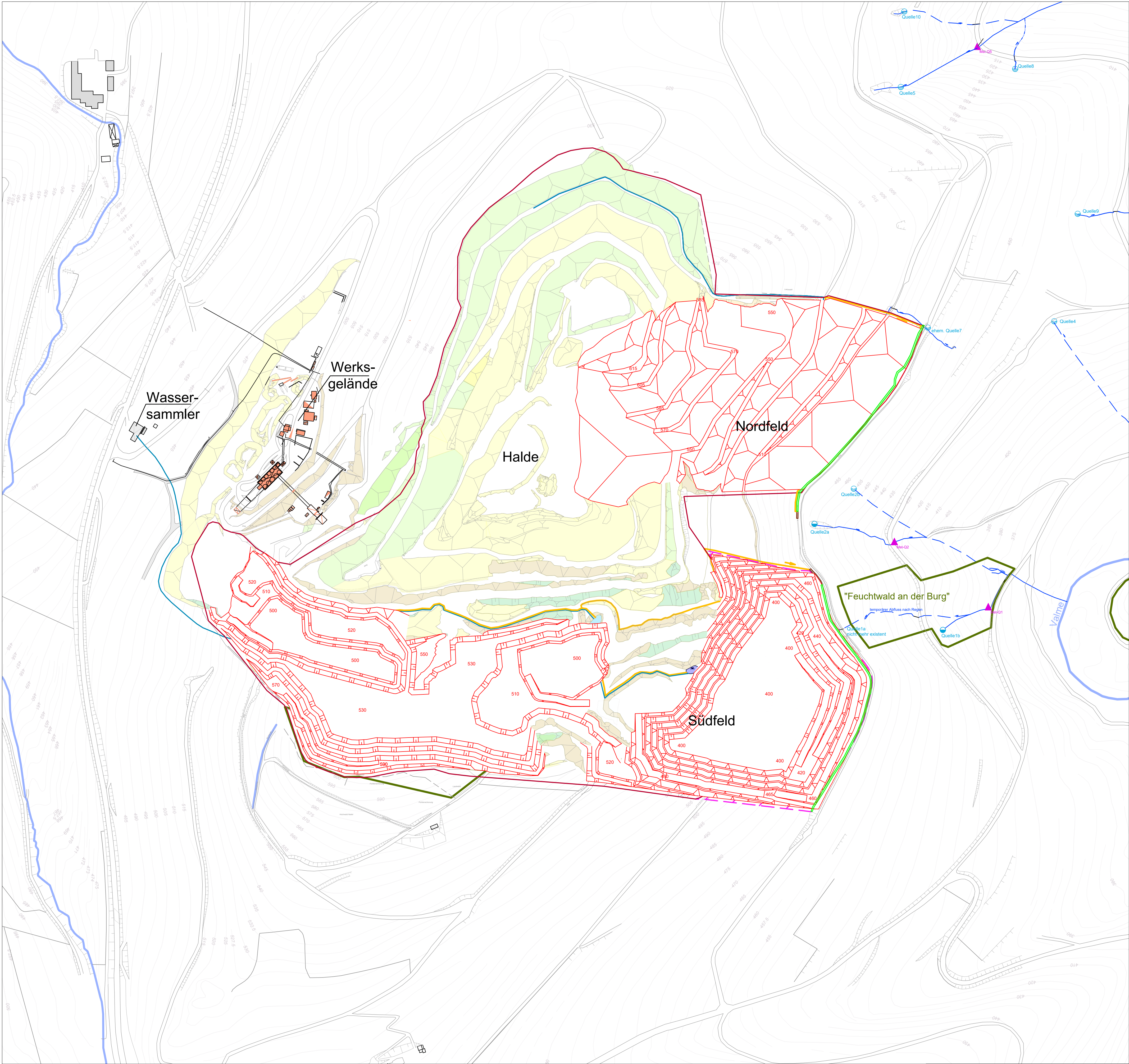


**DIABASWERK HALBESWIG  
GMBH & CO KG**  
Halbeswig 100  
59909 Bestwig









Böschungen

- Abraumböschung
- Kontaktbereich Abraum/Diabas
- Gewinnungsböschung Diabas
- Diabas verwittert
- Sonstige Böschung Diabas
- Kippenböschung
- Sonstige Böschung
- rekultivierte Bereiche

Grenzen

- Grenze Genehmigung

- Quelle / Siepen, ganzjährig schüttend
- Quelle / Siepen, temporär Wasserführend
- Fließgewässer / Gerinne, permanent Wasserführend
- Fließgewässer / Gerinne, temporär trockenfallend, Abfluss unterirdisch in Deckschicht oberflächennah
- Fließgewässer / Gerinne, überwiegend kein oberirdischer Abfluß
- Abflussmessstelle Monitoring

- Wasserleitung bestehend
- Wasserleitung neu
- Versickerungsgraben
- Sammelgraben
- Naturschutzgebiet



DR. KÖHLER & DR. POMMERENING GMBH  
Beratende Geologen, Hydrogeologen und Ingenieure  
Am Katzenbach 2; 31177 Harsum  
Tel.: 05127 902070, Fax: 05127 9020729

Projekt

Steinbrucherweiterung Südost  
Hydrogeologisches Gutachten

Projekt Nr.: 221446  
Datum: August 2025  
gezeichnet: sf

geprüft: JP/ND

Anlage 2.2

Lageplan  
Abbau-Endstand

Maßstab 1 : 3 000

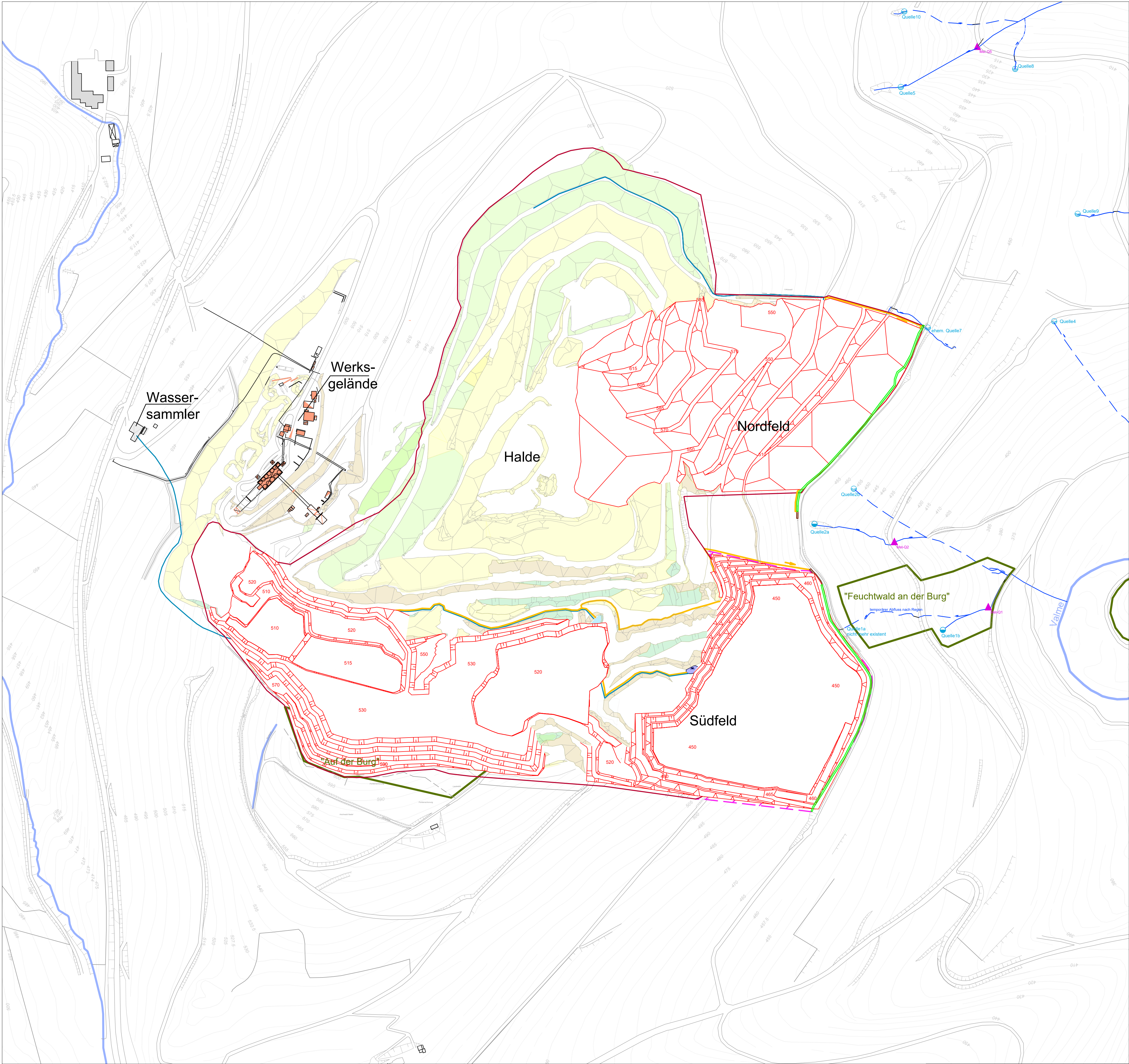
0 30 60 90 120 150m

Auftraggeber



DIABASWERK HALBESWIG  
GMBH & CO KG  
Halbeswig 100  
59909 Bestwig





**Böschungen**

- Abraumböschung
- Kontaktbereich  
Abraum/Diabas
- Gewinnungsböschung  
Diabas
- Diabas  
verwittert
- Sonstige Böschung  
Diabas
- Kippenböschung
- Sonstige Böschung
- rekultivierte  
Bereiche

- Versickerungsgraben
- Sammelgraben
- Naturschutzgebiet

- Quelle / Siepen, ganzjährig schüttend
- Quelle / Siepen, temporär Wasserführend
- Fließgewässer / Gerinne, permanent Wasserführend
- Fließgewässer / Gerinne, temporär trockenfallend,  
Abfluss unterirdisch in Deckschicht oberflächennah
- Fließgewässer / Gerinne, überwiegend kein oberirdischer Abfluß
- Abflussmessstelle Monitoring

- Wasserleitung bestehend
- Wasserleitung neu



DR. KÖHLER & DR. POMMERENING GMBH  
Beratende Geologen, Hydrogeologen und Ingenieure  
Am Katzenbach 2; 31177 Harsum  
Tel.: 05127 902070, Fax: 05127 9020729

**Projekt**

Steinbrucherweiterung Südost  
Hydrogeologisches Gutachten

Projekt Nr.: 221446  
Datum: August 2025  
gezeichnet: sf

geprüft: JP/ND

**Anlage 2.3**

Lageplan  
Abbau- und Verfüllplanung Endstand

Maßstab 1 : 3 000

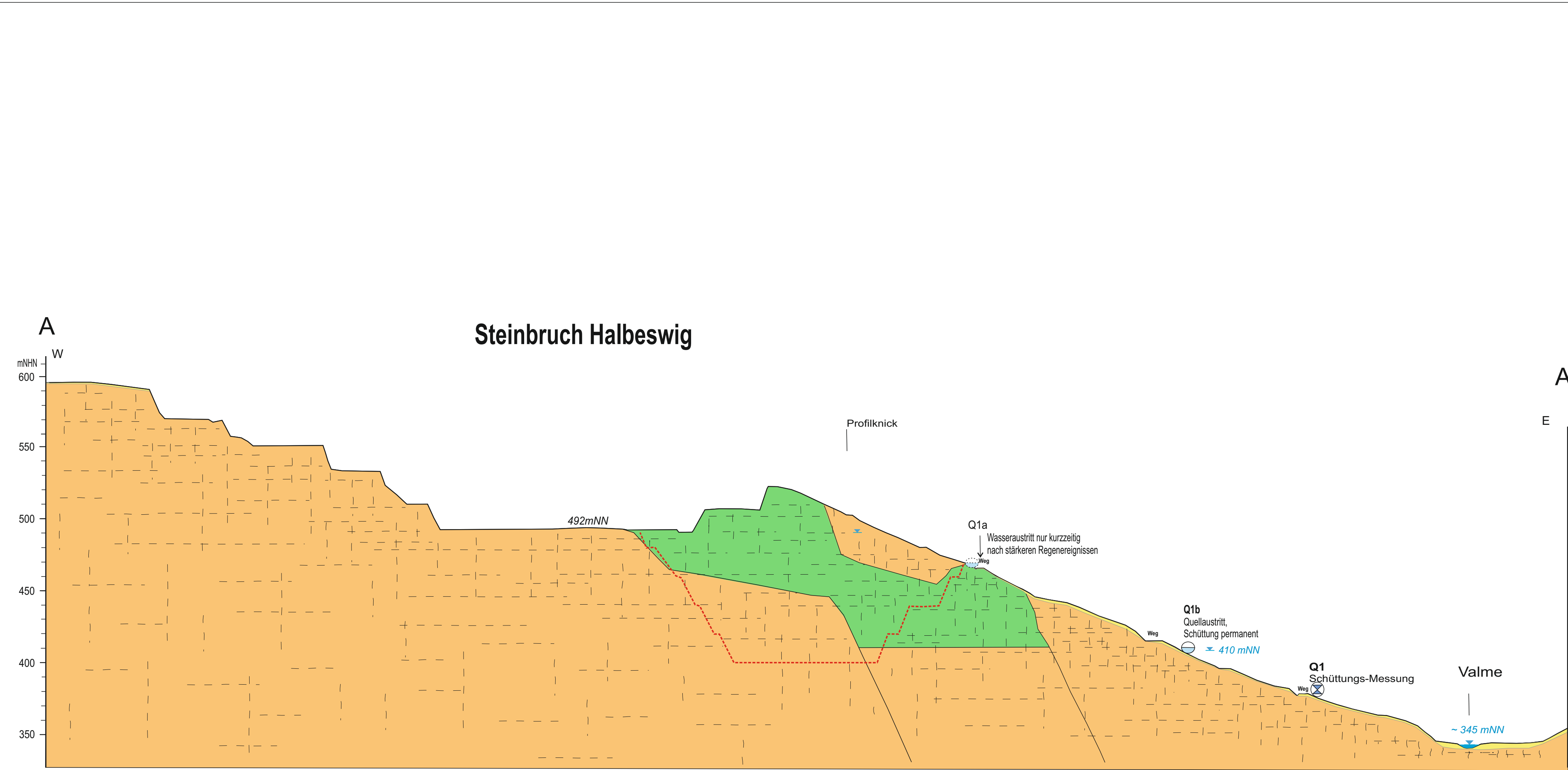
0 30 60 90 120 150m

**Auftraggeber**



DIABASWERK HALBESWIG  
GMBH & CO KG  
Halbeswig 100  
59909 Bestwig





**Geologie**

Hanglehm, Talsande, -kiese

Tonschiefer, geklüftet,

Diabas geklüftet,

geringe - sehr geringe Wasserführung  
kf = ~ 1 x 10-8 m/s (tiefere Bereiche)  
kf = ~ 1-5 x 10-7 m/s (oberflächennah)

**B3**

Bohrloch / Messstelle

489 mNN


Wasserstand, Höhe Quellaustritt

**Q1**

Quelle

Abflussmessstelle

Abbauerweiterung Südost, geplant



**DR. KÖHLER & DR. POMMERENING GmbH**  
Beratende Geologen, Hydrogeologen und Ingenieure  
Am Katzenbach 2; 31177 Harsum  
Tel: 05127 902070, Fax: 05127 9020729


Projekt

**Abbauerweiterung Steinbruch Halbeswig**  
**Hydrogeologisches Gutachten**


Projekt Nr.: 221446  
Datum: Aug 2024  
gezeichnet: sf geprüft: JP

**Anlage 3.1**

**Hydrogeologisches Profil AA'**  
**Ist-Zustand**

**Längenmaßstab 1 : 2 000**  
  
**Höhenmaßstab 1 : 2 000**

Auftraggeber

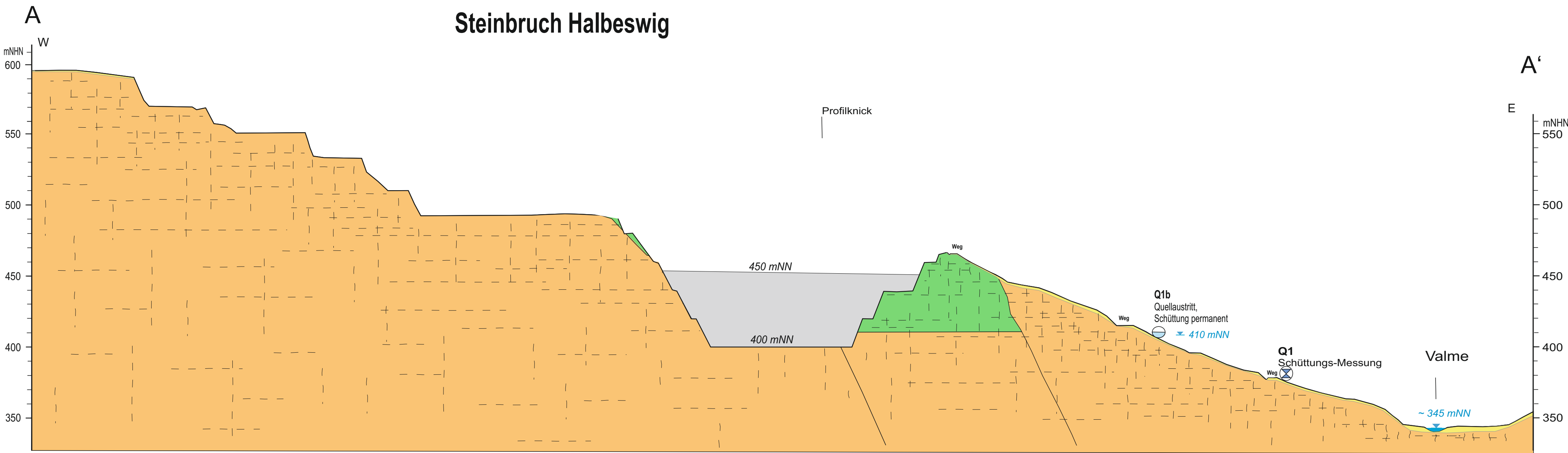


**DIABASWERK HALBESWIG**  
GMBH & CO KG

**DIABASWERK HALBESWIG GMBH & CO. KG**  
Halbeswig  
59909 Bestwig



Steinbruch Halbeswig



**Geologie**

Hanglem, Talsande, -kiese

Tonschiefer, geklüftet,

Diabas geklüftet,

geringe - sehr geringe Wasserführung

kf = ~ 1 x 10-8 m/s (tiefere Bereiche)

kf = ~ 1-5 x 10-7 m/s (oberflächennah)

**Zeichenerklärung**

489 mNN


Wasserstand, Höhe Quellaustritt

Q1

Quelle

Abflussmesssstelle

Abraum-Verfüllung



**DR. KÖHLER & DR. POMMERENING GmbH**  
Beratende Geologen, Hydrogeologen und Ingenieure  
Am Katzenbach 2; 31177 Harsum  
Tel: 05127 902070, Fax: 05127 9020729

**Projekt**

Abbauerweiterung Steinbruch Halbeswig

Hydrogeologisches Gutachten

Projekt Nr.: 221445

Datum: Aug 2024

gezeichnet: sf

geprüft: JP

Anlage 3.3

**Hydrogeologisches Profil AA'**

Stand nach Ende Rekultivierung

**Längenmaßstab 1 : 2 000**

0

20

40


60

80

100m

**Höhenmaßstab 1 : 2 000**

**Auftraggeber**



**DIABASWERK HALBESWIG**  
GMBH & CO KG

DIABASWERK HALBESWIG GMBH & CO. KG

Halbeswig

59909 Bestwig



**Zeichenerklärung:**

WMS Wasserschutzgebiete NRW  
Trinkwasser geplant

- Zone I
- Zone II
- Zone IIIA
- Zone IIIB
- Zone IIIC

Maßstab 1 : 10 000  
0 100 200 300 400 500m

Projekt

DR. KÖHLER & DR. POMMERENING GMBH  
Beratende Geologen, Hydrogeologen und Ingenieure  
Am Katzenbach 2; 31177 Harsum  
Tel.: 05127 902070, Fax: 05127 9020729

Steinbrucherweiterung Südost  
Hydrogeologisches Gutachten

Projekt Nr.: 221446  
Datum: August 2025  
gezeichnet: sf geprüft: JP/ND

Anlage 4.1

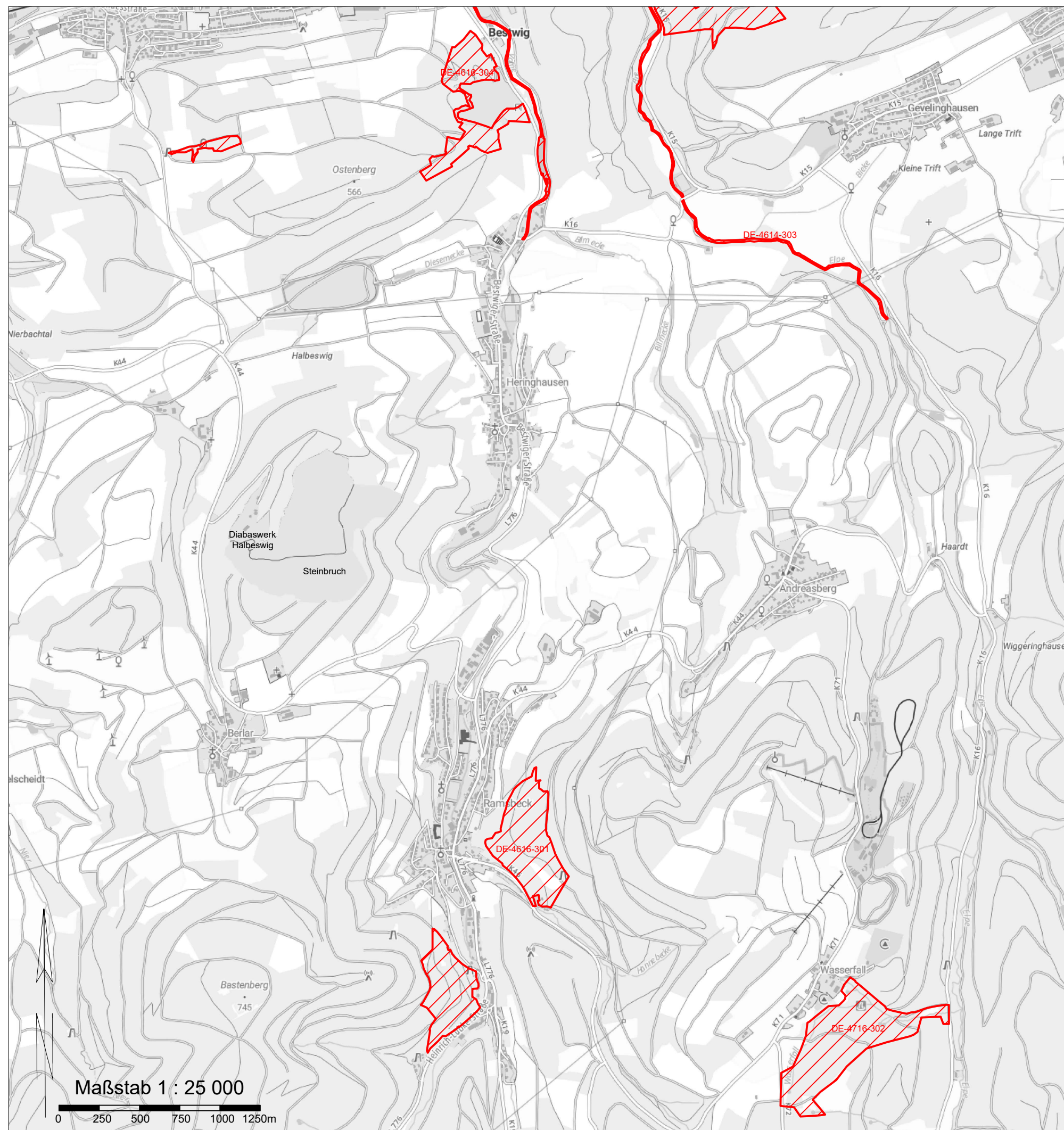
Lageplan Trinkwasserschutzgebiete (geplant)

Auftraggeber



**DIABASWERK HALBESWIG  
GMBH & CO KG**  
Halbeswig 100  
59909 Bestwig





Zeichenerklärung:



FFH-Gebiete



DR. KÖHLER & DR. POMMERENING GMBH  
Beratende Geologen, Hydrogeologen und Ingenieure  
Am Katzenbach 2; 31177 Harsum  
Tel.: 05127 902070, Fax: 05127 9020729

Projekt

Steinbrucherweiterung Südost  
Hydrogeologisches Gutachten

Projekt Nr.: 221446  
Datum: August 2025  
gezeichnet: sf geprüft: JP/ND

Anlage 4.2

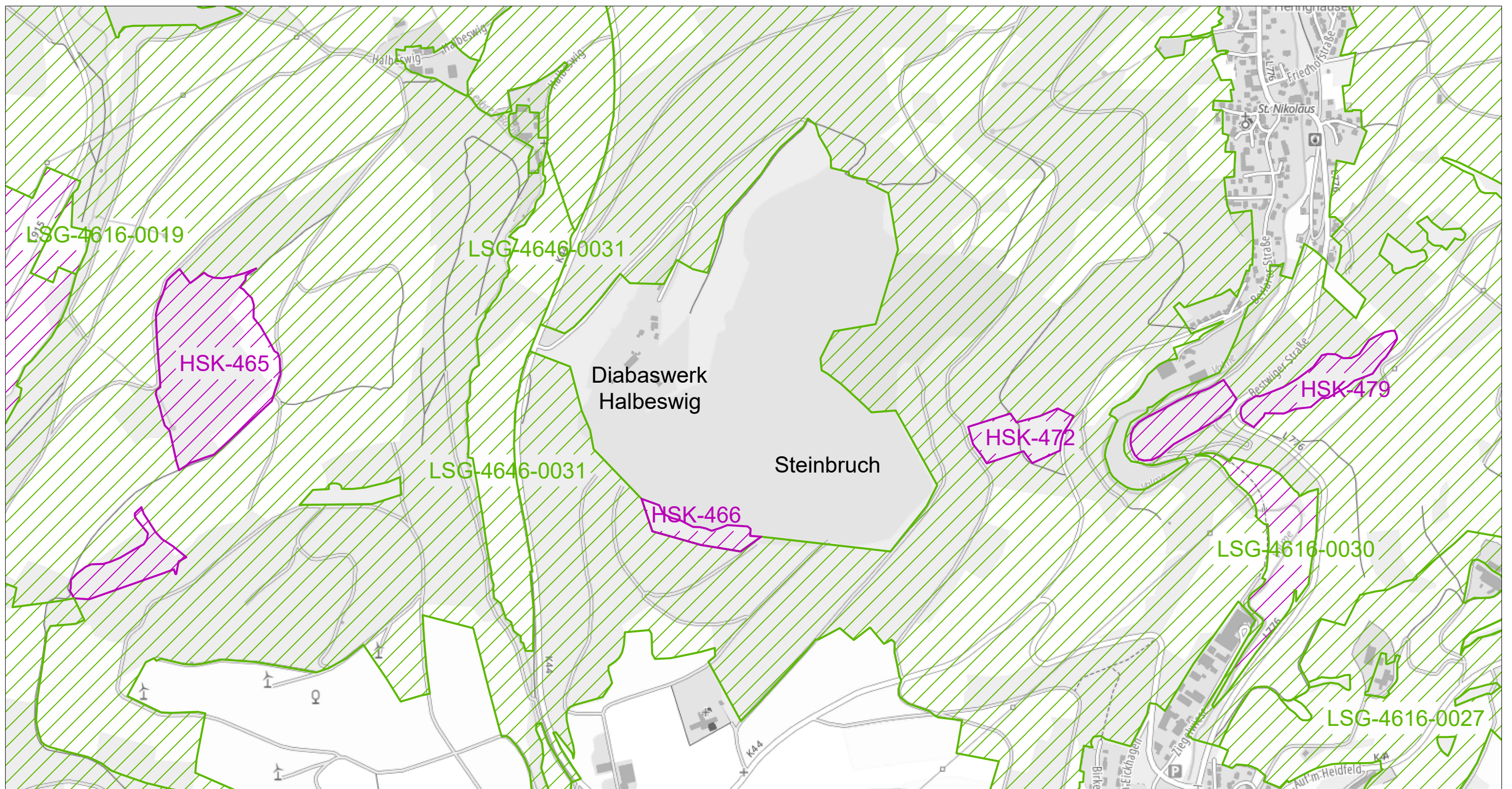
Lageplan FFH Gebiete

Auftraggeber



**DIABASWERK HALBESWIG  
GMBH & CO KG**  
Halbeswig 100  
59909 Bestwig





#### Zeichenerklärung:

-  Landschaftsschutzgebiete
-  Naturschutzgebiete

Maßstab 1 : 10 000

0 100 200 300 400 500m



DR. KÖHLER & DR. POMMERENING GMBH  
Beratende Geologen, Hydrogeologen und Ingenieure  
Am Katzenbach 2; 31177 Harsum  
Tel.: 05127 902070, Fax: 05127 9020729

#### Projekt

Steinbrucherweiterung Südost  
Hydrogeologisches Gutachten

Projekt Nr.: 221446  
Datum: August 2025  
gezeichnet: sf geprüft: JP/ND

Anlage 4.3

Lageplan  
Natur- /Landschaftsschutzgebiete

#### Auftraggeber



**DIABASWERK HALBESWIG  
GMBH & CO KG**  
Halbeswig 100  
59909 Bestwig



