



## **Anlage 9**

### **Standortbeurteilung des Gesamtstandortes nach dem Verfüll-Leitfaden**



**P I E W A K &  
PARTNER GMBH**  
INGENIEURBÜRO FÜR  
HYDROGEOLOGIE  
UND UMWELTSCHUTZ

Piewak & Partner GmbH • Jean-Paul-Straße 30 • 95444 Bayreuth

Jean - Paul - Straße 30  
95444 Bayreuth  
Telefon (0921) 50 70 36 - 0  
Telefax (0921) 50 70 36 - 10  
E-Mail: [info@piewak.de](mailto:info@piewak.de)  
<http://www.piewak.de>

Geschäftsführer  
Dipl.-Geologe Manfred Piewak  
Dipl.-Geologe Ralf Wiegand  
HRB Bayreuth 1792

Sachverständige und  
Untersuchungsstelle  
gem. § 18 BBodSchG

## **Erweiterung der Quarzsandgrube Bocksrück mit Wiedernutzbarmachung der Oberfläche und Rekultivierung**

### **Gesamtstandortbeurteilung nach dem Verfülleitfaden**

**Auftraggeber:**  
Bocksrück SandGrube GmbH & Co. KG  
Bocksrück 4  
95473 Haag-Bocksrück



**Projekt:** Erweiterung der Quarzsandgrube Bocksrück  
mit Wiedernutzbarmachung der Oberfläche und Rekultivierung  
Gesamtstandortbeurteilung nach dem Verfüllleitfaden

**Landkreis:** Bayreuth

**Auftraggeber:** Bocksrück SandGrube GmbH & Co. KG  
Bocksrück 4  
95473 Haag-Bocksrück

**Projektnummer:** 17350

**Bearbeiter:** Ralf Wiegand, Diplom-Geologe,  
Sachverständiger nach § 18 BBodSchG

**Ort/Datum:** Bayreuth, 22.01.2024



## **Inhaltsverzeichnis**

1	Veranlassung.....	1
2	Verwendete Unterlagen .....	1
3	Lage der Sandgrube .....	2
4	2019 bis 2022 durchgeführte Maßnahmen .....	2
5	Geologische und hydrogeologische Verhältnisse .....	3
5.1	Geologische Verhältnisse .....	3
5.2	Hydrogeologische Verhältnisse .....	4
6	Derzeitiger verwertungsrechtlicher Verfüllstatus .....	6
7	Standorteinstufungen .....	7
7.1	Messtechnische Untersuchungen des Rhättons .....	7
7.2	Nicht verfüllter südlicher Grubenbereich (jetziger Abbaustand) .....	7
7.3	Südliche Erweiterungsfläche .....	8
7.4	Geplante Osterweiterung .....	10
8	Standorteinstufung für die gesamten Erweiterungsflächen .....	11
9	Grundwasserüberwachung.....	12
10	Beurteilung eines möglichen Wasseraufstaus im Verfüllkörper .....	12
11	Maßnahmen der Wasserhaltung .....	13
12	Empfehlung weiterer Maßnahmen .....	14
13	Zusammenfassung .....	14

## **Anlagen**

Anlage 1	Lage des Untersuchungsgebietes, Maßstab 1 : 25.000
Anlage 2	Abbau- und Betriebsplangrenze (Markscheider Kuhn, 06.12.2022, Maßstab 1 : 1.000
Anlage 3	Gutachten Piewak & Partner GmbH: Sandgrube Bocksrück, Standortbeurteilung im nicht verfüllten Grubenbereich und der südlichen Erweiterungsfläche: 04.06.2020
Anlage 4	Piewak & Partner GmbH: Messtechnische und analytische Untersuchungen im Rahmen der Beantragung zur Verfüllung, 07.12.2022



## 1 Veranlassung

Im Bereich der Sandgrube Bocksrück wurden in den letzten Jahren im Rahmen verschiedener Erweiterungsflächen umfangreiche geologisch-hydrogeologische Erkundungen mit Standortbeurteilungen nach dem Verfüllleitfaden durchgeführt.

Die Bocksrück SandGrube GmbH & Co. KG hat die Piewak & Partner GmbH beauftragt, eine Gesamtstandortbewertung nach dem Verfüllleitfaden für die geplanten Erweiterungen durchzuführen.

## 2 Verwendete Unterlagen

- [U1] Topographische Karte von Bayern, Maßstab 1 : 25.000, Blatt Nr. 6535 Creußen
- [U2] Geologische Karte von Bayern, Maßstab 1 : 25.000, Blatt Nr. 6535 Creußen, unter Mitverwendung der Aufnahmen von H.-J. Exler, K.O. Felser, A. Leube, H. Steinlein, Bayerisches Geologisches Landesamt, München
- [U3] Erläuterungen zur Geologischen Karte, Blatt Nr. 6535 Creußen, unter Benutzung der Aufnahmen von Karl Oskar Felser, Hans-Joachim Exler, Alfred Leube, Hans Steinlein und Manfred Fürst, mit einem bodenkundlichen Beitrag von Karl Brunnacker, Bayerisches Geologisches Landesamt, 52 S., München
- [U4] Geologische Karte von Bayern, Maßstab 1 : 500.000
- [U5] Hauptbetriebsplan für die Führung des Gewinnungsbetriebes Bocksrück mit Wiedernutzbarmachung der Oberfläche: Piewak & Partner GmbH, 1997
- [U6] Sonderbetriebsplan zur Einlagerung von Z-2 Material: Piewak & Partner GmbH, 2002
- [U7] Sonderbetriebsplan Erweiterung und Auffüllung des Tagebaus Bocksrück: Piewak & Partner GmbH, 19.08.2005
- [U8] Sonderbetriebsplan, Verlängerungs- sowie Änderungs-/Ergänzungsbescheid vom 12.12.2006, Regierung von Oberfranken Bergamt Nordbayern
- [U9] Sandgrube Bocksrück, Abbauerweiterung Ost, Hydrogeologische Erkundung: Piewak & Partner GmbH, 24.04.2020
- [U10] Hydrogeologie, Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie, Bernward Hölting, Spektrum Akademischer Verlag, 8. Auflage, 2013
- [U11] Leitfaden für die Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Stand 15.07.2021
- [U12] Erkundung mineralischer Rohstoffe in Bayern, Heft 4, Sandsteine und Tone der Haßberge und des Obermaingebietes, ehemaliges Bayerisches Geologisches Landesamt, München 2005
- [U13] Abbau- und Betriebsplangrenze Markscheider Dipl.- Ing. Kuhn, 06.12.2022
- [U14] Sandgrube Bocksrück, Standortbeurteilung im nicht verfüllten Grubenbereich und der südlichen Erweiterungsfläche: Piewak & Partner, 04.06.2020
- [U15] Erweiterung der Sandgrube Bocksrück mit Wiedernutzbarmachung der Oberfläche, Konzeptpapier zum Scoping-Termin: Piewak & Partner, 07.03.2020
- [U16] Messtechnische und analytische Untersuchungen im Rahmen der Beantragung zur Verfüllung: Piewak & Partner, 07.12.2022

### 3 Lage der Sandgrube

Der Sandgewinnungsbetrieb Bocksrück der Bocksrück SandGrube GmbH & Co. KG liegt ca. 6 km südlich von Bayreuth im Bereich der Flur „Im Bocksrücker Sand“ der Gemarkung Haag, Gemeinde Haag, Landkreis Bayreuth.

Die genaue Lage der Sandgrube Bocksrück sowie der Erweiterungsflächen ist den Anlagen 1 und 2 zu entnehmen.

### 4 2019 bis 2022 durchgeführte Maßnahmen

Die im Rahmen verschiedener Erweiterungen ab 2019 durchgeführten Maßnahmen zur Vertiefung des Kenntnisstands der (hydro-)geologischen Verhältnisse einschließlich Standortbeurteilungen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt.

Lage	Maßnahme	Standorteinstufung
Erweiterung Nord	Gutachten Tektur zum Hauptbetriebsplan 2019	<b>Verfüllung bis Z2</b>
nicht verfüllter Grubenbereich	Hydrogeologische Erkundung zur Untersuchung und Bewertung des Rhätgrundwassers  Errichtung von 3 GWM, 2 Erkundungsbohrungen  Standortbeurteilung 2020	Hohe Gesamtschutzfunktion der GW-Überdeckung → C2-Standort →  <b>Verfüllung bis Z2</b>
Erweiterung Süd	Berücksichtigung der Messstellen und Bohrungen - GWM 1 - GWM 2 - GWM 3-alt (jeweils 2003/2004), - GWM 3-neu - GWM 4 - GWM 5 - Bo 89/02 - Bo 90/01 - Bo1 (2019) - Bo2 (2019)	Hohe Gesamtschutzfunktion der GW-Überdeckung → C2-Standort →  <b>Verfüllung bis Z2</b>
östlicher Abbaubereich	Labortechnische Untersuchung Gumbelsandstein und Rhätton 2022: - Kornverteilung - kf-Wert - Kationenaustauschkapazität - Sulfat	Nachweis der sehr niedrigen Durchlässigkeit und der hohen Kationenaustauschkapazität des Rhättons → Bestätigung der außerordentlich hohen Schutzfunktion des Rhättons für das Grundwasser

**Tabelle 1:** Zusammenstellung der bislang im Rahmen der Erweiterungen durchgeführten Maßnahmen und Standortbeurteilungen

Bei den Untersuchungen wurde insbesondere näher beleuchtet, ob das Rhät im Bereich der Grube Bocksrück einen großflächig ausgebildeten Grundwasserleiter darstellt.

## 5 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse sind nachfolgend zusammenfassend dargestellt. Weitere Details können insbesondere dem Gutachten 2020 [U14], das als Anlage 3 beigefügt ist, entnommen werden.

### 5.1 Geologische Verhältnisse

Das Umfeld der Grube Bocksrück ist durch mesozoische Schichten (Keuper und Lias) gekennzeichnet.

Das gesamte Schichtpaket fällt nach Westen bis Südwesten ein. Der Rhätolias, zu dem der in der Grube abgebaute Gumbelsche Sandstein sowie der darunter folgende Rhät-Ton mit Sandsteineinlagerungen gehören, besitzt eine Mächtigkeit von ca. 55 m.

In der näheren Umgebung stehen der Gumbelsche Sandstein (Lias  $\alpha 1$  und  $\alpha 2$ ) sowie der darüber folgende Arietensandstein (Lias  $\alpha 3$ ) an. Der Gumbelsche Sandstein wird im Untersuchungsgebiet vom jüngeren Arietensandstein (Lias  $\alpha 3$ ) bedeckt, dessen Mächtigkeit im Bereich des Bocksrückens bis zu drei Meter beträgt.

Bei mittleren Mächtigkeiten des Gumbelschen Sandsteins von 20 bis 25 m ergibt sich somit für den Rhät-Ton eine Mächtigkeit von bis zu 30 m.

Das Rhät tritt im Bereich der Sandgrube Bocksrück in stärker wechselnden Mächtigkeiten auf und ist überwiegend bindig ausgebildet. Das zeigen die angetroffenen Bohrprofile der bereits bestehenden (GWM 1, GWM 2, GWM 3alt) sowie der 2019 neu errichteten (GWM 3neu, GWM 4, GWM 5) Grundwassermessstellen sowie der im südlichen Grubenbereich ausgeführten Bohrungen (Bo1 und Bo2). Sandsteineinschaltungen treten im Umfeld der Grube Bocksrück nur lokal und untergeordnet auf. Sie bestehen hier nur im tieferen Rhät. Eine ausschließlich bindige Abfolge wurde bei Bo2, GWM 3alt, und GWM 4 nachgewiesen.

Die Streichlinienkarte des Rhäts in Anlage 3 (Gutachten 2020, Anlage 14) zeigt ein gleichmäßiges westliches Schichteinfallen im Bereich der Grube Bocksrück an. Dieses Einfallen wird auch im Ost-West-verlaufenden Schnitt 2 (s. Anlage 3) bestätigt.

Es handelt sich nicht um großflächig aushaltende, sondern um engräumig begrenzte Sandsteinschichten.

Die Mächtigkeit des gesamten Rhäts schwankt innerhalb der einzelnen Aufschlüsse zwischen 17 und 30 m.

Der meist dunkelgraue Rhät-Tonstein hat zumindest im oberen Bereich Feuerfest-Qualität.



Unter dem Rhät-Ton folgt der ca. 50 bis 60 m mächtige Feuerletten. Dieser bedeckt den tiefer liegenden Burgsandstein, der im Raum Bayreuth einen großflächig ausgebildeten Grundwasserleiter darstellt.

Versätze oder größere Kluftsysteme wurden nicht angetroffen.

Im Jahr 2022 wurden an Proben aus dem Gümbel-Sandstein sowie dem Rhätton labortekhnische Untersuchungen zur Bestimmung des kf-Wertes, der Kationenaustauschkapazität sowie des Sulfatgehaltes durchgeführt [U16].

## 5.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Der Kenntnisstand zu den hydrogeologischen Verhältnissen konnte durch die 2019/2020 durchgeführten Untersuchungen deutlich erweitert werden. Die Ergebnisse sind nachfolgend zusammenfassend dargestellt. Details sind dem Gutachten aus dem Jahr 2020 zum nicht verfüllten Grubenbereich sowie zur Süderweiterung zu entnehmen, das als Anlage 3 diesem Gutachten beigelegt ist.

Im Bereich der Sandgrube Bocksrück ist im **Gümbel- beziehungsweise Angulaten-Sandstein** des Lias Alpha ein gering ergebnisreiches Grundwasser ausgebildet. Das Wasser staut sich auf dem Rhät-Tonstein des Oberen Keupers und fließt entsprechend der Schichtlagerung nach Südwest und tritt zum Teil an der Quelle Bocksrück zutage. Dieses gering ergebnisreiche Grundwasser wird im Bereich der Sandgrube **über Drainagen gefasst und in Absetzbecken abgeleitet**.

Im Bereich der Sandgrube Bocksrück sowie in deren näherer Umgebung stellt das **Rhät** aufgrund der wechselnden Sedimentationsbedingungen **keinen** zusammenhängenden Grundwasserleiter dar. Es handelt sich um einzelne lokal wasserführende Schichten bzw. isolierte Sandsteinlinsen, die nicht miteinander in hydraulischem Kontakt stehen. Insgesamt ist das Rhät im Untersuchungsgebiet bindig ausgebildet. Sandsteinlagen treten nur lokal und untergeordnet im unteren Rhät auf.

Diesbezüglich sei auch auf die Stellungnahme des damaligen Wasserwirtschaftsamtes Bayreuth vom 07.05.2005 zur Erstbeantragung der Grubenverfüllung verwiesen. In dieser Stellungnahme wird das Rhät als gering ergebnisreicher und wasserwirtschaftlich wenig empfindlicher Grundwasserleiter charakterisiert.



#### Wasserführung im Rhät:

- lediglich geringmächtig ausgebildete und hinsichtlich Tiefenlage schwankende wasserführende Schicht (Sandstein), die lokal gänzlich fehlt
- geringe Durchlässigkeit der wasserführenden Schichten (Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen  $10^{-7}$  bis  $10^{-8}$  m/s und lokal bis  $10^{-6}$  m/s im Übergangsbereich zum Grundwasser-Nichtleiter)
- Wasserstände in den einzelnen Messstellen unterliegen größeren Schwankungen
- im derzeit südlichen Grubenbereich keine Wasserführung im Rhät
- keine großflächige und einheitliche Grundwasserfließrichtung ableitbar, lediglich südlich der Grube Bocksrück südwestliche Fließrichtung zum Rhät-Vorfluter Bocksrückbach/Gosenbach erkennbar
- gespannte Grundwasserverhältnisse dokumentieren großflächige Abdeckung der wasserführenden Sandsteinlagen durch dichte Tonsteinauflage (Oberes Rhät; kf:  $10^{-10}$  m/s und kleiner)

#### Grundwasserbeschaffenheit im Rhät

Das Grundwasser in den Messstellen wurde im akkreditierten Prüflaboratorium SGS Institut Fresenius GmbH auf die Parameter

- Arsen und Schwermetalle, Vanadium, Cyanide
- Calcium, Kalium, Natrium, Magnesium
- Chlorid, Sulfat, Nitrat, Ammonium, Säurekapazität
- Bor, DOC
- AOX, Kohlenwasserstoffe
- LHKW, BTX, PAK, PCB
- PAK
- Naphthalin/Methylnaphthaline

untersucht und kann wie folgt charakterisiert werden:

- engräumig wechselnde Mineralisation/Zusammensetzung der Wasserinhaltsstoffe (verschiedene geochemische Grundwassertypen)
- lokal hohe bis sehr hohe Mineralisationen (GWM 2 und GWM 3neu) durch Hydrogenkarbonat und Calcium sowie bei GWM 3neu zusätzlich noch durch Natriumchlorid
- schwankender Borgehalt zeigt engräumig wechselnden kontinentalen und marinen Einfluss während der Sedimentation der Rhätzeit an

Die unterschiedliche Beschaffenheit der Rhätwässer wird durch die graphische Darstellung im Piper-Diagramm (siehe Anlage 3) verdeutlicht.

Messstelle	Charakterisierung nach FURTAK & LANGGUTH
GWM 1	Alkalischer Typ, überwiegend sulfatisch-chloridisch
GWM 2	Erdalkalischer Typ mit höherem Alkaligehalt, überwiegend hydrogenkarbonatisch
GWM 3neu	Erdalkalischer Typ mit höherem Alkaligehalt, überwiegend chloridisch
GWM 4	Normal erdalkalischer Typ, hydrogenkarbonatisch-sulfatisch
GWM 5	Alkalischer Typ, überwiegend hydrogenkarbonatisch

**Tabelle 2:** Charakterisierung nach den Basisparametern

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die beschriebenen hydrogeologischen Standortmerkmale die **Existenz von engräumig begrenzten und gering durchlässigen wasserführenden Schichten im Rhät** anzeigen. **Diese stehen hydraulisch und stofflich nicht miteinander in Verbindung.**

Im weiteren Umfeld (2 bis 3 km) bestehen **keine Trinkwasserschutzgebiete.**

## 6 Derzeitiger verwertungsrechtlicher Verfüllstatus

Mit dem Sonderbetriebsplan [U8] in Verbindung mit dem Sonderbetriebsplan-Änderungsbescheid vom 24.07.2008 (Az. 26-3914.082.02-II/1-1854/08) ist die bestehende Grube zur Verfüllung mit Z2 Material genehmigt.

## 7 Standorteinstufungen

Nachfolgend werden die Kriterien für die 2020 durchgeführten Standorteinstufungen zusammenfassend aufgeführt sowie eine Einstufung auf Grundlage des erweiterten hydrogeologischen Kenntnisstands für die geplante Osterweiterung vorgenommen.

Bei den gegebenen Standortverhältnissen ist eine mindestens hohe Gesamtschutzfunktion (Gesamtpunktzahl S größer 2000 nach HÖLTING) für eine Einstufung als C2-Standort notwendig.

### 7.1 Messtechnische Untersuchungen des Rhättons

Im Dezember 2022 wurden im östlichen Abbaubereich zusätzliche messtechnische Untersuchungen des Rhättons zur Bestimmung von Durchlässigkeit und Kationenaustauschkapazitäten durchgeführt ([U16] bzw. Anlage 4). Der **Rhätton** weist einen **Wasserdurchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  von  $4,53 \times 10^{-10}$  m/s** auf und ist als sehr schwach durchlässig bis nahezu wasserundurchlässig zu charakterisieren. Der Rhätton stellt damit eine **geologische Barriere** gegenüber Sickerwassertransport dar. Weiterhin weist er eine sehr hohe Sorptionsfähigkeit mit **Kationenaustauschkapazitäten zwischen 10,6 und 16,3 mmol\*z/100 g** auf ([U16] bzw. Anlage 4). Die messtechnischen Daten belegen ein **außerordentlich hohes Schutzpotenzial** für das Grundwasser. Aufgrund gleicher Verhältnisse ist dies für den **gesamten Standort repräsentativ**.

### 7.2 Nicht verfüllter südlicher Grubenbereich (jetziger Abbaustand)

Der südliche noch nicht verfüllte Grubenbereich wurde aus folgenden Gründen als **wenig empfindlicher Ausnahmestandort (C2-Standort)** eingestuft.

Die Ermittlung der Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung erfolgte auf Basis der in [U11] vorgegebenen Berechnung nach HÖLTING.

In diese Berechnung fließen insbesondere die Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung sowie die gesteinspezifische Schutzfunktion der Schichten über dem Grundwasser ein. Schlüsselparameter zur Bewertung der Schutzfunktion am Standort ist die Sickerwasser- verweilzeit, die im Wesentlichen von der Sickerstrecke, der Gesteinsdurchlässigkeit sowie der anfallenden Sickerwassermenge bestimmt wird.



- Hohe Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung (HÖLTING: 2592 Punkte).
- hydrogeologisch wenig empfindlicher Standort
- nachweislich keine zusammenhängende Wasserführung im Rhät
- bei einer angenommener Wasserführung im Rhät (worst case-Szenario) ist nur von einer geringen Ergiebigkeit und einer nur sehr untergeordneten Grundwasserführung auszugehen, die, wie in der Stellungnahme des WWA von 2005 hervorgehoben, aufgrund der geringen Ergiebigkeit eine geringe wasserwirtschaftliche Bedeutung hat und auch keiner wasserwirtschaftlichen Nutzung unterliegt.
- Das Rhät im Grubenbereich ist im südlichen Grubenbereich fast ausschließlich bindig ausgebildet und besitzt ein sehr hohes Grundwasserschutzpotenzial.
- Die gespannten Grundwasserverhältnisse innerhalb der wasserführenden Rhät-Sandsteinlagen zeigen eine hohe Abdichtung durch die Tonsteine des Oberen Rhät an. Eine hydraulisch relevante Klüftung innerhalb der Tonsteine kann somit nicht abgeleitet werden.

Es kann Fremdmaterial bis zum **Zuordnungswert Z2** verfüllt werden.

### 7.3 Südliche Erweiterungsfläche

Die südliche Erweiterungsfläche wurde aus folgenden Gründen als **Ausnahmestandort (C2-Standort)** eingestuft:

- hydrogeologisch wenig empfindlicher Standort
- nachweislich keine zusammenhängende Wasserführung im Rhät
- bei angenommener Wasserführung im Rhät (worst case-Szenario) ist nur von einer geringen Ergiebigkeit und einer nur sehr untergeordneten Grundwasserführung auszugehen, die keiner wasserwirtschaftlichen Nutzung unterliegt.
- Das Rhät im Grubenbereich ist fast ausschließlich bindig ausgebildet und besitzt ein sehr hohes Grundwasserschutzpotenzial.
- hohe Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung (mind. 2000 Gesamtpunkte entsprechen einem minimalen Abstand der Rhät-Oberkante zum obersten Rhät-Sandstein von 13 m)
- Die gespannten Grundwasserverhältnisse innerhalb der wasserführenden Rhät-Sandsteinlagen zeigen eine hohe Abdichtung durch die Tonsteine des Oberen Rhät an. Eine hydraulisch relevante Klüftung innerhalb der Tonsteine kann somit nicht abgeleitet werden.

Es kann Fremdmaterial bis zum **Zuordnungswert Z2** verfüllt werden.



Hinweis zur Festlegung des höchsten zu erwartenden Grundwasserstandes

Im Verfüll-Leitfaden werden bei der Festlegung des höchsten zu erwartenden Grundwasserstandes (Seite 5) gespannte Grundwasserverhältnisse nicht berücksichtigt. Der Druckwasserspiegel von gespannten Grundwasserleitern liegt über dessen Oberkante, meist im Bereich der darüber gelagerten Grundwasserdeckschicht. Der Druckwasserspiegel kann somit nicht für die Bewertung des Schutzpotenziales der Grundwasserdeckschicht herangezogen werden. Bei gespannten Grundwasserverhältnissen, wie sie für den relevanten Grundwasserleiter (Rhät) am Standort bestehen, ist die Schichtoberkante des grundwasserführenden Horizontes (Rhät-Sandstein) als höchstmöglichen Grundwasserstand zu definieren. Diese Herangehensweise berücksichtigt die gesamte Mächtigkeit der Grundwasserdeckschicht und entspricht somit auch dem real bestehenden Grundwasserschutzpotenzial. Diese Abweichung vom Verfüll-Leitfaden kann als fachlich legitim und nachvollziehbar bewertet werden.

Anzumerken sei diesbezüglich noch, dass in Anlage 8a (Standortkategorien – Standortbeurteilung) des Verfüll-Leitfadens das Bewertungskriterium Grundwasserstand als „GW-Flurabstand bzw. **Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung**“ beschrieben wird. Das in diesem Abschnitt beschriebene Vorgehen bei gespannten Grundwasser-Verhältnissen zur Definition des höchsten zu erwartenden Grundwasserspiegels wird über die Ermittlung der Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung ausgeführt. Die Grundwasserüberdeckung entspricht bei gespannten Grundwasserverhältnissen der Mächtigkeit der den gespannten Grundwasserleiters überlagernden Grundwasserdeckschicht.

#### 7.4 Geplante Osterweiterung

Die geplante Osterweiterung schließt sich als N-S-verlaufender Streifen an den bestehenden Abbau an und lässt keine relevanten Änderungen der (hydro-)geologischen Verhältnisse im Vergleich zu den übrigen Bereichen erwarten. Der Rhätton erfüllt auch hier die Schutzfunktion für tiefer liegende wasserwirtschaftlich relevante Grundwasserleiter.

Die im Dezember 2022 im östlichen Abbaubereich durchgeführten messtechnischen Untersuchungen im Rhätton sind aufgrund gleicher geologischer Verhältnisse auch für den Bereich der geplanten Osterweiterung repräsentativ. Der **Rhätton** weist einen **Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von  $4,53 \times 10^{-10}$  m/s** auf und ist als sehr schwach durchlässig bis nahezu wasserundurchlässig zu charakterisieren. Der Rhätton stellt damit eine **geologische Barriere** gegenüber Sickerwassertransport dar. Weiterhin weist er eine sehr hohe Sorptionsfähigkeit mit **Kationenaustauschkapazitäten zwischen 10,6 und 16,3 mmol\*z/100 g** auf ([U16] bzw. Anlage 4). Die messtechnischen Daten belegen insgesamt ein **außerordentlich hohes Schutzpotenzial** für das Grundwasser.

Lokal vorkommendes, gering ergiebiges Grundwasser innerhalb der Sandsteinlinsen im Rhät stellt **kein wasserwirtschaftlich relevantes**, sondern ein wasserwirtschaftlich unbedeutendes **Grundwasservorkommen** dar. Dies wird untermauert durch die wechselnde Mineralisation des Grundwassers bzw. verschiedene geochemische Grundwassertypen. Die gespannten Grundwasserverhältnisse innerhalb der wasserführenden Rhät-Sandsteinlagen zeigen eine hohe Abdichtung durch die Tonsteine des Oberen Rhät an. Eine hydraulisch relevante Klüftung innerhalb der Tonsteine kann somit nicht abgeleitet werden.

Der nächste **wasserwirtschaftlich relevante Grundwasserleiter** befindet sich innerhalb des Burgsandsteins, der **durch die etwa 50 m mächtigen Tonsteine des Feuerletten vom Rhät getrennt** ist.

Aus o. g. Gründen kann die Einstufung des Standortes mit Verfüllung von Fremdmaterial **bis Z2 (C2-Standort) auch für diesen Bereich** angewandt werden.

## 8 Standorteinstufung für die gesamten Erweiterungsflächen

Die Abbaumächtigkeit nimmt nach Osten auf Grund des stark abfallenden Geländes und des westlichen Schichteinfallens zügig ab. Im Bereich der Ostgrenze der Osterweiterung sowie im östlichen Drittel der Süderweiterung ist davon auszugehen, dass unterhalb einer Höhe von ca. 480 m NN kein Sandstein mehr, sondern der Rhätton an der GOK ansteht [U15]. Dieser streicht dann auch im Bereich der östlichen Grenze der Osterweiterung aus. In weiterer östlicher Richtung steht dann der Feuerletten an. Lediglich im südlichsten Bereich der Osterweiterung, der noch den eigentlichen Bocksrücken (ca. 500 m NN) erfasst, steht der Gumbelsche Sandstein mit einer vollständigen Mächtigkeit von 20 bis 25 m an.

Die Abbausohle wird aus Gründen der Befahrbarkeit und des Grundwasserschutzes i. d. R. ca. 1 bis 2 m über dem Rhätton gehalten. Ggf. kann im Bereich der östlichen Erweiterungsfläche die verbleibende Sandmächtigkeit noch weiter reduziert werden, um auf Grund der auskeilenden Sandlagerstätte den Sand effizient abzubauen.

Aus folgenden Gründen kann für die **gesamten Erweiterungsflächen eine Einstufung als C2-Standort mit einer Verfüllung bis Z2** abgeleitet gelegt werden:

- Grundvoraussetzung ist die technische Entwässerung des Gumbelschen Sandsteins mittels Dränagen an der Grubensohle mit einhergehender Ableitung in den Bocksrück-Bach
- wenig empfindlicher Ausnahmestandort
- sehr hohe Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung
- sehr hohe Sorptionsfähigkeit gegenüber den Inhaltsstoffen des Verfüllmaterials (Tonminerale in den Rhättonen mit hohen Kationenaustauschkapazitäten zwischen **10,6 und 16,3 mmol\*z/100 g**)
- Überdeckung des wasserwirtschaftlich relevanten Grundwasserleiters im Burgsandstein durch die ca. 50 m mächtigen Tonsteine des Feuerletten
- Die gespannten Grundwasserverhältnisse innerhalb der wasserführenden Rhät-Sandsteinlagen zeigen eine hohe Abdichtung durch die Tonsteine des Oberen Rhät an. Eine hydraulisch relevante Klüftung innerhalb der Tonsteine kann somit nicht abgeleitet werden.

Die messtechnischen Daten (kf-Wert, KAK) belegen ein **außerordentlich hohes Schutzpotenzial** für das Grundwasser ([U16] bzw. Anlage 4) **für den gesamten Standort**.

## 9 Grundwasserüberwachung

Im Bereich der Sandgrube Bocksrück besteht das Grundwassermessstellennetz derzeit aus fünf Messstellen, die bis in den Feuerletten reichen. Es wird ein halbjährliches Grundwassermonitoring durchgeführt. Weiterhin sind zur Beurteilung der hydrogeologischen Verhältnisse Daten aus mehreren Erkundungsbohrungen zugrunde gelegt. Weitere Details zu den neuen Messstellen GWM 3-neu, GWM 4 und GWM 5 sind dem Gutachten 2020 zur Süderweiterung (Anlage 3) zu entnehmen.

Für die Beweissicherung im Hinblick auf eine Verfüllung auch im Bereich der geplanten Erweiterungsfläche Ost wird die Notwendigkeit einer weiteren Messstelle im Abstrom geprüft. Diesbezüglich ist die Erstellung eines Grundwasserkonzeptes geplant, das mit den Genehmigungs- und Fachbehörden abzustimmen ist.

## 10 Beurteilung eines möglichen Wasseraufstaus im Verfüllkörper

Aus folgenden Gründen ist nicht zu erwarten, dass sich innerhalb des Verfüllkörpers ein Wasseraufstau ausbildet:

- Bestehende und geplante technische Maßnahmen zur Wasserableitung verhindern einen möglichen Aufstau (siehe Anlage 5 des Verfüllantrages).
- Für die nicht durch technische Dränagemaßnahmen entwässerbare Fläche im Bereich der Norderweiterung wurde ein Schichteinfallen nach Westen zur Vorflut nachgewiesen, so dass eine natürliche Fließbewegung nach Westen besteht. Für diese betreffende Fläche besteht eine gesonderte Verfüllplanung, die diesen sensiblen grundwasserrelevanten Standortbedingungen angepasst ist. Ein entsprechender Schutz des Grundwassers ist somit gewährleistet. Bezüglich dieser gesonderten Verfüllplanung wird auf den Abschnitt 7.1.2 des Verfüllantrages verwiesen.

Die technischen Maßnahmen zur Wasserhaltung sind im nachfolgenden Kapitel dargestellt.

## 11 Maßnahmen der Wasserhaltung

Die geplanten Wasserhaltungsmaßnahmen sind detailliert im Verfüllantrag (Anlage 5) beschrieben.

Im derzeitigen Abbaubereich wird das auf dem Rhätton anfallende Oberflächen- und Sickerwasser gesammelt und über das bestehende Entwässerungssystem der Sandgrube in den Bocksrückbach abgeleitet. Eine vergleichbare Entwässerung ist auch für die Erweiterungsflächen geplant.

### Bilanzierung der Sickerwassermengen

Der versickernde Oberflächenwasseranteil steuert die Sickerwassermenge.

Die Sickerwasserrate während des Sandabbaus ist gegenüber dem abschließenden Verfüllzustand etwas höher. Grund hierfür ist, dass der Sand gegenüber dem Verfüllkörper (im Mittel gemischtkörniger Boden) eine höhere Durchlässigkeit besitzt. In nachfolgender Tabelle sind die zu erwartenden Sickerwasserraten und Sickerwassermengen für die einzelnen Flächen, getrennt nach den Szenarien „Abbau“ und „Verfüllung“, dargestellt.

Für die Prognose der abzuleitenden Sickerwassermengen werden folgende Flächengrößen verwendet.

Flächenbezeichnung	Größe ha	Sickerwasserrate mm/Jahr/m <sup>2</sup>		Sickerwassermenge	
		Abbau	Verfüllung	Abbau	Verfüllung
Bestehende Abbau- und Verfüllfläche (ohne Erweiterungsfläche Nord)	7,87	150	100	11.805 m <sup>3</sup> /Jahr 32,3 m <sup>3</sup> /Tag 0,37 l/s	7.870 m <sup>3</sup> /Jahr 21,6 m <sup>3</sup> /Tag 0,25 l/s
Erweiterungsfläche Nord	1,73	150	100	2.595 m <sup>3</sup> /Jahr 7,1 m <sup>3</sup> /Tag 0,082 l/s	1.730 m <sup>3</sup> /Jahr 4,8 m <sup>3</sup> /Tag 0,055 l/s
Erweiterungsfläche Ost	12,50	150	100	18.750 m <sup>3</sup> /Jahr 51,4 m <sup>3</sup> /Tag 0,59 l/s	12.500 m <sup>3</sup> /Jahr 34,2 m <sup>3</sup> /Tag 0,40 l/s
Erweiterungsfläche Süd	9,58	150	100	14.370 m <sup>3</sup> /Jahr 39,4 m <sup>3</sup> /Tag 0,46 l/s	9.580 m <sup>3</sup> /Jahr 26,2 m <sup>3</sup> /Tag 0,30 l/s

**Tabelle 3:** Abbau und Verfüllflächen mit Flächenangabe und Sickerwassermengen

Das Szenario „Abbau“ führt zu einer höheren Sickerwassermenge. Das Szenario „Verfüllung“ stellt die Sickerwassermenge dar, die nach einer kompletten Verfüllung der jeweiligen Fläche zu erwarten ist.

Sickerwassermengen werden technisch abgeleitet, wie beschrieben.

## 12 Empfehlung weiterer Maßnahmen

Folgende weitere Maßnahmen werden empfohlen:

1. Anfallendes Oberflächen- und Sickerwasservorkommen ist in den Erweiterungsflächen entsprechend der Entwässerung im bestehenden Bereich über ein Entwässerungssystem zu sammeln und abzuleiten, um einen eventuellen Aufstau zu verhindern (s. Kap. 10).

2. Erweiterung des Grundwassermessstellennetzes:

Unter Berücksichtigung der geplanten Verfüllung im Bereich der Erweiterungsfläche Ost ist zu empfehlen, eine weitere repräsentative abstromige Grundwassermessstelle zwischen GWM 2 und GWM 3-neu zu errichten und in das Grundwasserüberwachungsprogramm mit aufzunehmen.

Die erforderlichen Maßnahmen werden in einem Grundwasserkonzept dargestellt und mit den Fachbehörden abgestimmt.

## 13 Zusammenfassung

Ein in den letzten Jahren im Hinblick auf die geplanten Erweiterungen der Sandgrube Bocksrück durchgeführtes umfangreiches Maßnahmenpaket ergab eine erhebliche Verbesserung des Kenntnisstands im Hinblick auf die (hydro-)geologischen Verhältnisse innerhalb des Rhät. Im Rahmen einer Worst-Case-Annahme wurde das Rhät als Bemessungsgrundwasserleiter herangezogen. Wasserwirtschaftlich relevant ist hingegen der tiefer liegende Grundwasserleiter im Burgsandstein, der durch die ca. 50 m mächtigen Tonpakete des Feuerletten geschützt ist. Das Rhät im Grubenbereich ist vorwiegend bindig ausgebildet und besitzt u. a. aufgrund hoher Kationenaustauschkapazitäten ein sehr hohes Grundwasserschutzpotenzial. Im Bereich der Grube sowie in deren näherer Umgebung stellt das Rhät aufgrund der wechselnden Sedimentationsbedingungen **keinen** zusammenhängenden Grundwasserleiter dar. Es handelt sich um einzelne lokal wasserführende Schichten bzw. isolierte Sandsteinlinsen, die nicht miteinander in hydraulischem Kontakt stehen. Es ist innerhalb des Rhät von einer sehr untergeordneten Grundwasserführung auszugehen, die keiner wasserwirtschaftlichen Nutzung unterliegt. Die gespannten Grundwasserverhältnisse innerhalb der lokalwasserführenden Rhät-Sandsteinlagen zeigen eine hohe Abdichtung durch die Tonsteine des Oberen Rhät an. Eine hydraulisch relevante Klüftung innerhalb der Tonsteine kann nicht abgeleitet werden.



Insbesondere aufgrund der hohen Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung, einer sehr hohen Sorptionsfähigkeit und des außerordentlich hohen Grundwasserschutzpotenzials kann der Standort insgesamt als **wenig empfindlicher Ausnahmestandort (C2-Standort)** eingestuft werden. Es ist eine Verfüllung bis zu den **Z2-Zuordnungswerten** möglich.

Piewak & Partner GmbH  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz  
Bayreuth, 22.01.2024

-Bearbeiter-  
Geschäftsführer



Ralf Wiegand  
Diplom-Geologe  
Sachverständiger nach § 18 BBodSchG

- Geschäftsführer -

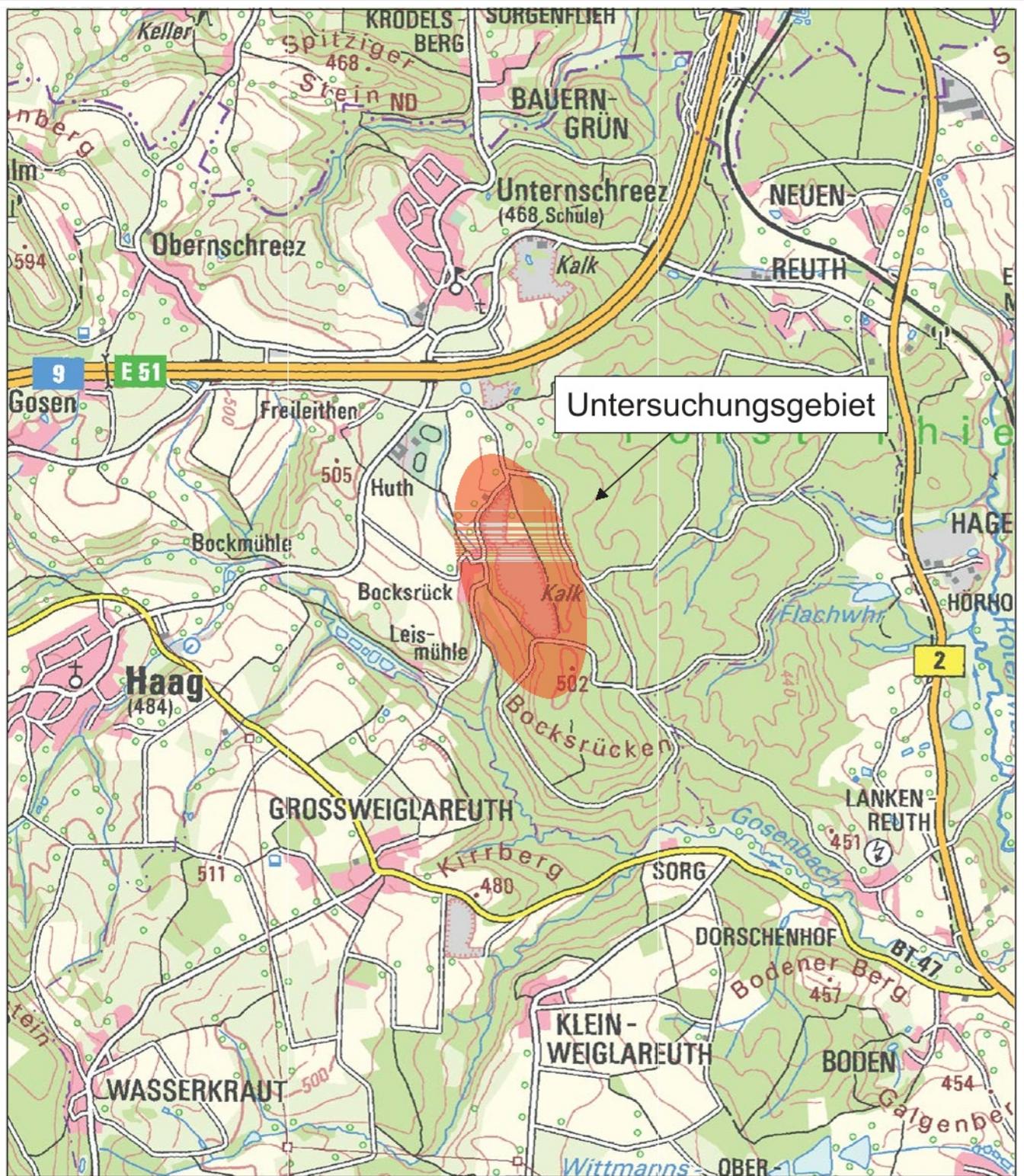


Manfred Piewak  
Diplom-Geologe  
Sachverständiger nach § 18 BBodSchG



## **Anlage 1**

### **Lage des Untersuchungsgebietes, Maßstab 1 : 25.000**



Untersuchungsgebiet

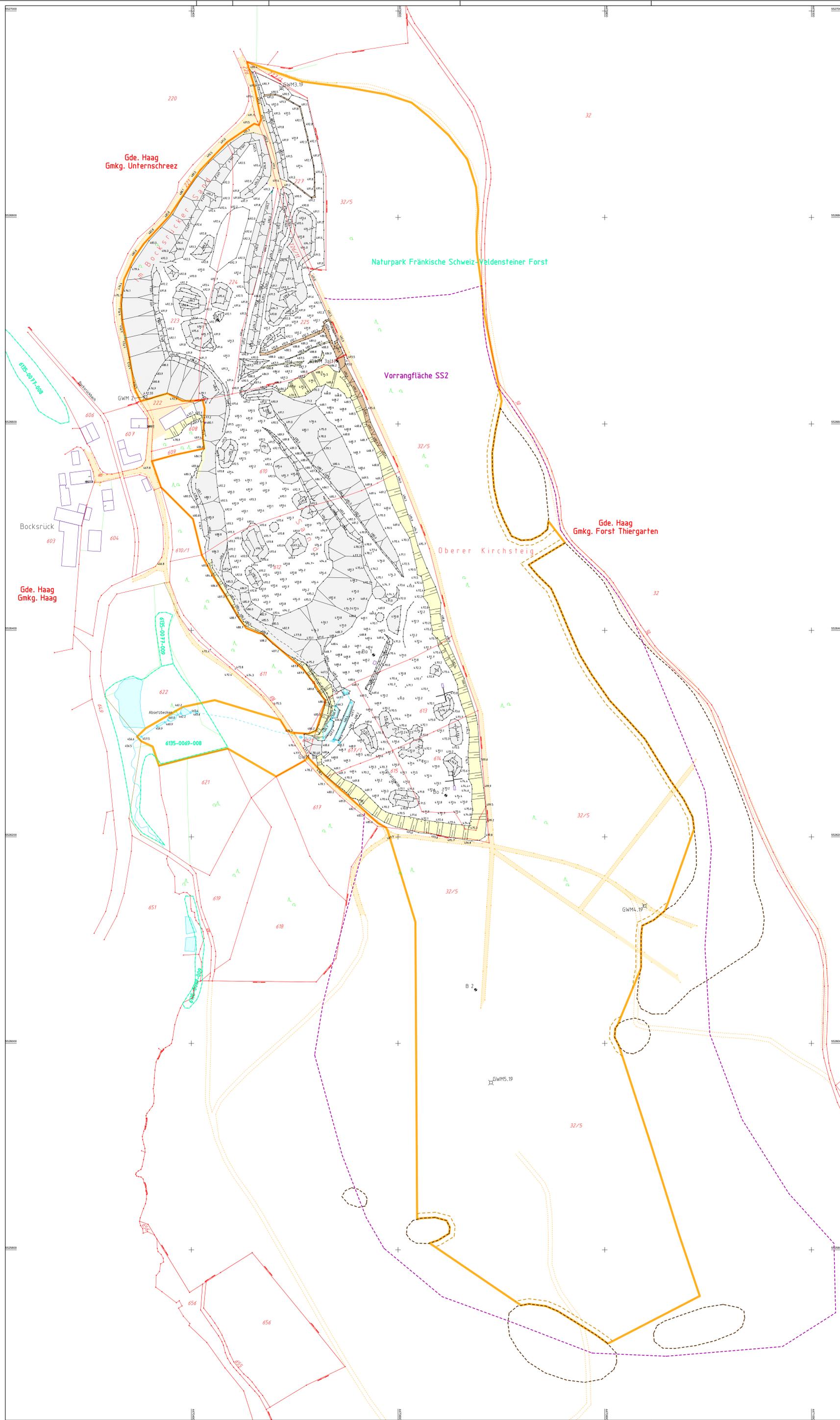


<p align="center"><b>Grube Bocksrück</b> Erweiterungsflächen Standortbeurteilung nach dem Verfüllleitfadn</p>		Anlage: 1	
		Projekt-Nr.: 17350	
<p>Maßstab 1 : 25.000</p>	<p align="center"><b>Lage des Untersuchungsgebietes</b></p>	Tag	Name
		gez. gepr. geänd.	04.04.2023 kw
<p align="center"><b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth info@piewak.de - www.piewak.de</p>		Bayreuth, den 04.04.2023	
		<p align="center">(Unterschrift)</p>	



## **Anlage 2**

**Abbau- und Betriebsplangrenze  
(Markscheider Kuhn, 06.12.2022),  
Maßstab 1 : 1.000**



- Umgriff Betriebsplan
- - - Abbaugrenze
- Gemarkung
- Grundstücksgrenze
- Vorrangfläche
- Bewuchsgrenze
- Straße, Weg
- - - Biotopkartierung
- - - Bodendenkmal
- Sand
- Abraum
- Halde, Kippe
- Rohr
- Schranke
- ⊗ Grundwasseressstelle

<b>Quarzsandtagebau Bocksrück</b>	
Abbau- und Betriebsplangrenze	
<b>Bocksrück SandGrube GmbH &amp; Co. KG</b>	Maßstab 1 : 1.000
Neuenreuther Str.6 95473 Haag	Grundriss
	Angef.am. 06.12.22
Markscheider Dipl.-Ing. G. Kuhn Ingenieurbüro für Marktscheidwesen, Bergbauvermessung, Bergbauplanung und Rekultivierung Herwegstr. 8, 93170 Bernhartsdorf Tel. 09431/23248 Fax 09431/23289	P000-228.P01 GK-Koordinaten IEP93 31408 NW-Höhe



## **Anlage 3**

**Piewak & Partner GmbH:  
Sandgrube Bocksrück  
Standortbeurteilung im nicht verfüllten südlichen  
Grubenbereich und der südlichen Erweiterungsfläche,  
04.06.2020**



**P I E W A K &  
P A R T N E R G m b H**  
INGENIEURBÜRO FÜR  
HYDROGEOLOGIE  
UND UMWELTSCHUTZ

Piewak & Partner GmbH • Jean-Paul-Straße 30 • 95444 Bayreuth

Jean - Paul - Straße 30  
95444 Bayreuth  
Telefon (0921) 50 70 36 - 0  
Telefax (0921) 50 70 36 - 10  
E-Mail: [info@piewak.de](mailto:info@piewak.de)  
<http://www.piewak.de>

Geschäftsführer  
Dipl.-Geologe Manfred Piewak  
Dipl.-Geologe Ralf Wiegand  
HRB Bayreuth 1792

Sachverständige und  
Untersuchungsstelle  
gem. § 18 BBodSchG

# **Sandgrube Bocksrück**

## **Standortbeurteilung im nicht verfüllten südlichen Grubenbereich und der südlichen Erweiterungsfläche**

**Auftraggeber:**  
Bocksrück Sandgrube GmbH & Co. KG  
Neuenreuther Straße 6  
95473 Haag

Erkundung • Beratung • Planung • Gutachten

Grundwassererschließung • Trinkwassersanierung • Bohrungen • Tiefbrunnen • Grundwassermessstellen • Grundwassermodellierung  
Wasserschutzgebiete • Altlasten • Deponiestandorte • Schadenanalysen • Schadensfallmanagement • Baugrund- und Bodenuntersuchung  
Bodenmechanik • Gründungsberatung • Lagerstättenschließung • Rohstoffsicherung • Geothermie • Strahlenschutz



**Projekt:** Sandgrube Bocksrück,  
Standortbeurteilung im nicht verfüllten Grubenbereich  
und der südlichen Erweiterungsfläche

**Landkreis:** Bayreuth

**Auftraggeber:** Bocksrück Sandgrube GmbH & Co. KG  
Neunenreuther Straße 6  
95473 Haag

**Projektnummer:** 17350

**Bearbeiter:** Ralf Wiegand, Diplom-Geologe

**Ort/Datum:** Bayreuth, 04.06.2020



## Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung.....	1
2	Aufgabenstellung .....	1
3	Verwendete Unterlagen .....	2
4	Lage der Sandgrube .....	3
5	Ausgeführte Leistungen.....	3
5.1	Erkundungsbohrungen im südlichen Grubenbereich.....	3
5.2	Errichtung der Grundwassermessstellen.....	4
5.3	Pumpversuche und Probenahme an den Grundwassermessstellen.....	6
5.3.1	Grundwasser .....	6
5.4	Chemische Untersuchungen .....	6
6	Dokumentation und Bewertung der Untersuchungen.....	7
6.1	Schichtbeschreibung .....	7
6.1.1	Vorbemerkungen .....	7
6.1.2	Schichtbeschreibungen der einzelnen Aufschlüsse .....	7
6.2	Grundwasserbeschaffenheit im Rhät .....	10
6.2.1	Vorort-Parameter .....	10
6.2.2	Auswertung der chemischen Untersuchungen.....	11
6.3	Geologische und hydrogeologische Verhältnisse .....	13
6.3.1	Weiterer geologischer Rahmen.....	13
6.3.2	Geologische Verhältnisse .....	13
6.3.3	Hydrogeologische Verhältnisse .....	15
6.3.3.1	Wasserstandsmessungen.....	16
6.3.3.2	Bestimmung der Durchlässigkeit.....	18
7	Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Beurteilung der Wasserführung im Rhät .....	20
8	Ermittlung der Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung .....	22
8.1	Vorbemerkungen .....	22
8.2	Beschreibung der Berechnung .....	22
8.3	Derzeitiger verwertungsrechtlicher Verfüllstatus .....	22
8.4	Berechnungsgrundlagen .....	23
8.4.1	Bemessungsgrundwasserstand/Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung .....	23
8.4.1.1	Noch nicht verfüllter südlicher Grubenbereich .....	23
8.4.1.2	Südliche Erweiterungsfläche .....	23
8.4.2	Ausbildung der Grundwasserüberdeckung.....	24
8.4.3	Berechnungsgrundlagen zur Bemessung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung.....	25
8.4.3.1	Noch nicht verfüllter südlicher Grubenbereich .....	25
8.4.3.2	Südliche Erweiterungsfläche .....	26
8.4.4	Ergebnis .....	27
8.4.4.1	Noch nicht verfüllter südlicher Grubenbereich .....	27
8.4.4.2	Südliche Erweiterungsfläche .....	30



## **Anlagen**

- Anlage 1** Lage des Untersuchungsgebietes, Maßstab 1 : 25.000
- Anlage 2** Geologische Übersichtskarte, Maßstab 1 : 25.000
- Anlage 3** Lagepläne mit Lage der Bohrungen und Grundwassermessstellen
  - Anlage 3.1 Lage der Bohrungen und Grundwassermessstellen, Luftbild, Maßstab 1 : 500
  - Anlage 3.2 Lage der Bohrungen und Grundwassermessstellen, Grubenriss, Maßstab 1 : 2.000
- Anlage 4** Schichtenprofile und Ausbaupläne der Bohrungen und Grundwassermessstellen
- Anlage 5** Fotodokumentation der Bohrkerne
- Anlage 6** Probenahmeprotokolle Grundwasser
- Anlage 7** Geologische Schnitte
  - Anlage 7.1 Geologischer Schnitt 1
  - Anlage 7.2 Geologischer Schnitt 2
- Anlage 8** Grundwassergleichenplan, Maßstab 1 : 5.000
- Anlage 9** Protokoll der chemischen Untersuchung der entnommenen Wasserproben
- Anlage 10** Vergleich der Parameter mit den Grenzwerten nach dem Eckpunktepapier
- Anlage 11** Piper-Diagramm
- Anlage 12** Ermittlung der Gesamtschutzfunktion der GW-Überdeckung;  
südlicher Grubenbereich
- Anlage 13** Ermittlung der Gesamtschutzfunktion der GW-Überdeckung;  
südliche Erweiterungsfläche
- Anlage 14** Streichlinienkarte Oberkante Rhät, Maßstab 1 : 5.000
- Anlage 15** Karte Grundwasserflurabstand im Abbauzustand, Maßstab 1 : 5.000
- Anlage 16** Streichlinienkarte Oberster Rhät-Sandstein, Maßstab 1 : 5.000



## **1 Veranlassung**

Im nicht verfüllten Bereich der Sandgrube Bocksrück sowie der sich südlich anschließenden geplanten Erweiterungsfläche ist eine geologisch-hydrogeologische Erkundung erforderlich.

Die Bocksrück Sandgrube GmbH & Co. KG hat die Piewak & Partner GmbH beauftragt, die notwendigen Untersuchungen durchzuführen.

## **2 Aufgabenstellung**

Eine nähere hydrogeologische Charakterisierung des Rhäts ist das primäre Erkundungsziel. Dabei soll insbesondere näher beleuchtet werden, ob das Rhät im Bereich der Grube Bocksrück einen großflächig ausgebildeten Grundwasserleiter darstellt.

Es bestehen folgende Aufgabenstellungen:

- Ausführung von zwei Bohrungen bis zur Oberkante des Feuerlettings im südlichen, noch nicht verfüllten, Grubenbereich
- Errichtung von zwei Grundwassermessstellen (im Rhät) im Bereich der südlichen Erweiterungsfläche
- Errichtung einer Grundwassermessstelle (im Rhät) nördlich der Grube als Ersatzmessstelle für die bestehende Messstelle GWM 3
- Untersuchung des Rhät-Grundwassers (Probenahme und chemische Untersuchungen)
- Hydrogeologische Standortbeschreibung
- Standorteinstufung nach dem Eckpunktepapier zur Verfüllung von Gruben und Brüchen für die Erweiterungsfläche sowie den noch nicht verfüllten südlichen Grubenbereich (unter Berücksichtigung eines geplanten Tonabbaus)

### 3 Verwendete Unterlagen

- [U1] Topographische Karte von Bayern, Maßstab 1 : 25.000, Blatt Nr. 6535 Creußen
- [U2] Geologische Karte von Bayern, Maßstab 1 : 25.000, Blatt Nr. 6535 Creußen, unter Mitverwendung der Aufnahmen von H.-J. Exler, K.O. Felser, A. Leube, H. Steinlein, Bayerisches Geologisches Landesamt, München
- [U3] Erläuterungen zur Geologischen Karte, Blatt Nr. 6535 Creußen, unter Benutzung der Aufnahmen von Karl Oskar Felser, Hans-Joachim Exler, Alfred Leube, Hans Steinlein und Manfred Fürst, mit einem bodenkundlichen Beitrag von Karl Brunnacker, Bayerisches Geologisches Landesamt, 52 S., München
- [U4] Geologische Karte von Bayern, Maßstab 1 : 500.000
- [U5] Hauptbetriebsplan für die Führung des Gewinnungsbetriebes Bocksrück mit Wiedernutzbarmachung der Oberfläche: Piewak & Partner GmbH, 1997
- [U6] Sonderbetriebsplan zur Einlagerung von Z-2 Material: Piewak & Partner GmbH, 2002
- [U7] Sonderbetriebsplan Erweiterung und Auffüllung des Tagebaus Bocksrück: Piewak & Partner GmbH, 19.08.2005
- [U8] Verlängerungs- sowie Änderungs-/Ergänzungsbescheid vom 12.12.2006, Regierung von Oberfranken Bergamt Nordbayern
- [U9] Sandgrube Bocksrück, Abbauerweiterung Ost, Hydrogeologische Erkundung: Piewak & Partner GmbH, 24.04.2020
- [U10] Hydrogeologie, Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie, Bernward Hölting, Spektrum Akademischer Verlag, 8. Auflage, 2013
- [U11] Leitfaden für die Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Stand 23.12.2019
- [U12] Erkundung mineralischer Rohstoffe in Bayern, Heft 4, Sandsteine und Tone der Haßberge und des Obermaingebietes, ehemaliges Bayerisches Geologisches Landesamt, München 2005
- [U13] Grundriss/Höhenplan Quarzsandtagebau Bocksrück, Abbaustand 09/2019, Markscheider Dipl.- Ing. Kuhn, 30.09.2019

#### 4 Lage der Sandgrube

Der Sandgewinnungsbetrieb Bocksrück der Bocksrück Sandgrube GmbH & Co. KG liegt ca. 6 km südlich von Bayreuth im Bereich der Flur „Im Bocksrücker Sand“ der Gemarkung Haag, Gemeinde Haag, Landkreis Bayreuth.

Die genaue Lage der Sandgrube Bocksrück und der geplanten Erweiterungsfläche ist der Anlage 1 zu entnehmen.

#### 5 Ausgeführte Leistungen

##### 5.1 Erkundungsbohrungen im südlichen Grubenbereich

Die Errichtung der beiden Erkundungsbohrungen (Bo 1 und Bo 2) dient der geologisch-hydrogeologischen Standorterkundung der Grube Bocksrück im noch unverfüllten Bereich. Als Bohrziel wurde das Erreichen der Feuerletten definiert. Ein Ausbau zu Grundwassermessstellen erfolgte nicht.

Die Ausführung der Erkundungsbohrungen erfolgte durch die Marquardt Brunnen & bohren GmbH aus Haßfurt unter gutachterlicher Betreuung der Piewak & Partner GmbH im März/April 2019. Die Bohrungen wurden als senkrechte Bohrungen mit Gewinnung von Bohrkernen in einem Durchmesser von DN 146 mm durchgeführt.

Die Lagekoordinaten der Erkundungsbohrungen sind in Tabelle 1 ersichtlich:

Erkundungsbohrung	Lagekoordinate (Gauß-Krüger)	
	Rechtswert	Hochwert
Bo 1	4470575,64	5526376,92
Bo 2	4470649,23	5526241,28

**Tabelle 1:** Lagekoordinaten der neu errichteten Erkundungsbohrungen

Die eingemessenen Höhen der Bohransatzpunkte bezogen auf NN und die jeweiligen Endtiefen bezogen auf GOK und NN sind in Tabelle 2 dargestellt:

Erkundungsbohrung	Höhe GOK in [m] bez. NN	Endtiefe in [m]	
		bez. GOK	bez. NN
Bo 1	469,30	24,00	445,30
Bo 2	473,30	33,00	440,30

**Tabelle 2:** Höhen der neu errichteten Erkundungsbohrungen

Die genaue Lage der beiden Bohrungen ist in den Anlagen 3.1 und 3.2 zur Darstellung gebracht.

Die gewonnenen und in Kernkisten ausgelegten Bohrkern wurden von der Piewak & Partner GmbH aufgenommen und dokumentiert. Die Schichtenprofile sind in Anlage 4 ersichtlich. Eine Fotodokumentation der Bohrkern ist als Anlage 5 beigelegt.

## 5.2 Errichtung der Grundwassermessstellen

Mit den neu errichteten Messstellen erfolgte eine Erschließung wasserführender Schichten des Räh, wie dies auch bei den bereits bestehenden Messstellen GWM 1, GWM 2 und GWM 3alt der Fall ist. Bohrziel war das Erreichen der Schichtoberkante des Feuerletens. Die Bohrungen wurden als senkrechte Kernbohrungen ausgeführt. Im Rahmen der Messstellenerichtung erfolgte die Aufweitung des jeweiligen Bohrloches auf 324/300 mm. Durch die Marquardt Brunnen & bohren GmbH aus Haßfurt erfolgte unter gutachterlicher Betreuung der Piewak & Partner GmbH die Anlage der Grundwassermessstellen GWM 3neu, GWM 4 und GWM 5 im Zeitraum Mai bis August 2019.

Die Bohrungen wurden in den oberflächennahen Bereichen ohne Anwendung einer Spülung (Schnecke bzw. schlagendes Verfahren mit Schappe) abgeteuft. Danach erfolgte die Umstellung zur Kernbohrung.

Die Anlage und der Ausbau der Grundwassermessstellen erfolgte nach DVGW-Merkblatt W121 (Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen) und unter Beachtung des LfW-Merkblattes Nr. 3.8/6 (Entnahme und Untersuchung von Wasserproben bei Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Gewässerverunreinigungen).

Als Werkstoff für den Ausbau wurden PVC-Rohre DN 125 verwendet. Die jeweilige Filterstrecke ist mit Quarzfilterkies gem. DIN 4924 in einfacher Schüttung ummantelt. Die Messstellen wurden mit einem Betonsockel und Stahlstandrohr versehen ausgebaut.

Der Ausbau der Grundwassermessstellen (DN 125) sowie die entsprechenden Höhen sind in Tabelle 3 ersichtlich. Die Einmessung der Messstellen erfolgte durch das Ing.- Büro Markscheider Kuhn.

Messstelle	Höhe GOK in m bez. NN	Höhe ROK in m bez. NN	Endtiefe in m		Filterstrecke in m	
			bez. GOK	bez. NN	bez. GOK	bez. NN
GWM 3neu	490,28	490,78	43,00	447,28	33,00-40,00	457,28-450,28
GWM 4	492,91	493,85	34,00	458,91	13,00-31,00	479,91-461,91
GWM 5	501,27	502,04	53,00	448,27	42,00-52,00	459,27 -449,27

**Tabelle 3:** Höhen und Ausbaudaten der neu errichteten Messstellen



Die gewonnenen und in Kernkisten ausgelegten Bohrkern wurden von der Piewak & Partner GmbH aufgenommen und dokumentiert.

Die Ausbaupläne und Schichtenverzeichnisse der Grundwassermessstellen sind in Anlage 4 ersichtlich. In dieser Anlage sind auch die Schichtenverzeichnisse und Ausbaupläne der bestehenden Messstellen GWM 1, GWM 2 und GWM 3alt enthalten.

Eine Fotodokumentation der Bohrkern ist als Anlage 5 beigefügt.

Die Messstellen haben folgende Lagekoordinaten:

Messstelle	Lagekoordinate (Gauß-Krüger)	
	Rechtswert	Hochwert
GWM 3neu	4470487,22	5526925,21
GWM 4	4470838,54	5526133,10
GWM 5	4470689,89	5525961,94

**Tabelle 4:** Lagekoordinaten der neu errichteten Messstellen

Die Messstellen wurden nach deren Errichtung klar gepumpt. Die Dauer des jeweiligen Klarpumpens betrug zwei Stunden.



### **5.3 Pumpversuche und Probenahme an den Grundwassermessstellen**

#### **5.3.1 Grundwasser**

An den bestehenden und neu errichteten Messstellen wurden am 11.12. und 12.12.2019 hydrochemische Pumpversuche mit anschließender Probenahme sowie Aufzeichnung von Absenkung und Feldparametern vorgesehen.

Während der jeweiligen zweistündigen Pumpversuche stellte sich trotz sehr geringen Pumpraten keine Beharrung des abgesenkten Wasserspiegels ein. Dies zeigt eine nur geringe Durchlässigkeit der wasserführenden Schichten im Rsth an.

Die Probenahmeprotokolle sind diesem Gutachten als Anlage 6 beigefügt.

#### **5.4 Chemische Untersuchungen**

Die den Messstellen entnommenen Wasserproben wurden in einem akkreditierten Prüflaboratorium SGS Institut Fresenius GmbH auf folgende Parameter untersucht:

- Arsen und Schwermetalle, Vanadium, Cyanide
- Calcium, Kalium, Natrium, Magnesium
- Chlorid, Sulfat, Nitrat, Ammonium, Säurekapazität
- Bor, DOC
- AOX, Kohlenwasserstoffe
- LHKW, BTX, PAK, PCB
- PAK
- Naphthalin/Methylnaphthaline

Das Protokoll der chemischen Untersuchungen liegt diesem Gutachten als Anlage 9 bei.

## **6 Dokumentation und Bewertung der Untersuchungen**

### **6.1 Schichtbeschreibung**

#### **6.1.1 Vorbemerkungen**

In der nachfolgenden Schichtbeschreibung sind neben den 2019 ausgeführten und errichteten Bohrungen auch die 2003/2004 errichteten Messstellen [U7] sowie die 1989/1990 abgeteufte Bohrungen (in [U12] enthalten) aufgeführt. Die Schichtenprofile und Ausbaupläne sind in Anlage 4 ersichtlich.

Für die Bohrungen B89/02 (Bocksrück I) und B90/01 (Bocksrück 2) sind in [U12] keine NN-Höhen angegeben. Die entsprechenden Geländehöhen wurden nun im Rahmen der Gutachtenerstellung über die Schnitte 1 und 2 sowie den Höhenplan des Ingenieurbüros Markscheider Kuhn ermittelt.

#### **6.1.2 Schichtbeschreibungen der einzelnen Aufschlüsse**

##### Bohrung B89/02 (Bocksrück I)

Der Bohransatzpunkt der Bohrung liegt südlich der Grube Bocksrück innerhalb der geplanten Erweiterungsfläche. Der Bohransatzpunkt liegt im Grenzbereich des Lias  $\alpha 3$  zum Lias  $\beta$ . Der Lias  $\alpha 1$  und  $\alpha 2$  (Gümbelscher Sandstein) mit dem Lias  $\alpha 3$  im Top besteht dabei fast ausschließlich aus einem Sandstein. Geringmächtige Tonstein-Einschaltungen bestehen zwischen 9,70 und 10,20 sowie 16,00 bis 17,50 m.

Ab einer Tiefe von 24,00 m u. GOK steht das Rhät an. Es besteht bis zur Endtiefe von 30,00 m aus einem Tonstein. Der Feuerletten wurde mit der Bohrung nicht erreicht.

Die Endtiefe der Bohrung liegt bei 30,00 m (469,90 mNN).

Das Schichtenverzeichnis der Bohrung B89/02 (Bocksrück I) ist als Anlage 4 beigelegt.

##### Bohrung B90/01 (Bocksrück II)

Der Bohransatzpunkt der Bohrung liegt im bereits verfüllten nördlichen Grubenbereich. Die Bohrung wurde 1990 auf der damaligen Grubensohle (NN-Höhe ca. 466 mNN) ausgeführt. Der Lias  $\alpha 1$  und  $\alpha 2$  (Gümbelscher Sandstein) steht bis 2,90 m unter der ehemaligen Grubensohle an. Darunter folgt das Rhät bis 33,40 m Tiefe. Es besteht im oberen Abschnitt aus einer bindigen Abfolge (Tonstein und Schluffstein bis 14,50 m). Bis zur Rhätbasis folgt dann ein überwiegend sandsteindominierter Schichtkomplex. Ab 33,40 m steht der Feuerletten bis zur Endtiefe von 41,00 m (425,00 mNN) an.

Das Schichtenverzeichnis der Bohrung B90/1 (Bocksrück I) ist als Anlage 4 beigelegt.



### Erkundungsbohrung Bo1

In der Erkundungsbohrung Bo1 wurde unter 1,7 m Sand, Sandstein und feinsandigem Ton bei 467,6 m NN der Rhät-Tonstein des Oberen Keupers aufgeschlossen. Er erstreckt sich bis in eine Teufe von 448,4 m NN, wobei die unteren 2,6 m aus Schluff- und Tonsteinen bestehen. Der Rhät-Tonstein ist somit mit einer Gesamtmächtigkeit von 18,8 m aufgeschlossen. Darunter folgt der hellgraue fein- bis grobkörnige Rhät-Sandstein in einer Mächtigkeit von lediglich 1,0 m. Das Sohlniveau des gering mächtigen Rhät-Sandsteins liegt bei 447,8 m NN. Grundwasser wurde im Rhät-Sandstein nicht angetroffen.

Unter dem Rhät-Sandstein wurden die Feuerletten des Mittleren Keupers aufgeschlossen und damit das Bohrziel erreicht. Nach 2,5 m Bohrfortschritt in den grün-rotbraunen Ton- und Schluffsteinen des Feuerlettens wurde die Bohrung eingestellt.

Die Endtiefe der Erkundungsbohrung Bo1 liegt bei 24,00 m (447,8 m NN).

Das Schichtenverzeichnis der Erkundungsbohrung Bo1 sowie die Fotodokumentation der Bohrkerne sind als Anlage 4 und 5 beigefügt.

### Erkundungsbohrung Bo2

In der Erkundungsbohrung Bo2 wurde unter 2,8 m tonig schluffigen Mittel- bis Grobsand bei 472,5 m NN der Rhät-Tonstein des Oberen Keupers aufgeschlossen. Er erstreckt sich bis in eine Teufe von 445,3 m NN, wobei innerhalb des Rhät-Tonsteins zwei Schluffsteinlagen mit einer Gesamtmächtigkeit von 5,0 m angetroffen wurden. Damit beträgt die aufgeschlossene Mächtigkeit des Rhät-Tonsteins 27,2 m. Der Rhät-Sandstein ist in der Erkundungsbohrung Bo2 nicht ausgebildet. Direkt unter der Sohle des Rhät-Tonsteins folgen hier die Feuerletten des Mittleren Keupers.

Mit dem Erbohren der Feuerletten war das Bohrziel erreicht. Nach 3,0 m Bohrfortschritt in den rotbraunen Ton- und Schluffsteinen des Feuerlettens wurde die Bohrung eingestellt.

Die Endtiefe der Erkundungsbohrung Bo2 liegt bei 33,00 m (442,30 mNN).

Wie schon in der Erkundungsbohrung Bo1 wurde auch in der Erkundungsbohrung Bo2 kein Grundwasser angetroffen.

Das Schichtenverzeichnis der Erkundungsbohrung Bo2 sowie die Fotodokumentation der Bohrkerne sind als Anlage 4 und 5 beigefügt.



#### Grundwassermessstelle GWM 3neu

Der Bohransatzpunkt der GWM 3neu liegt innerhalb des Lias  $\alpha 1$  und  $\alpha 2$ , der bis 22 m u. GOK ansteht. Das Lias  $\alpha 1$  und  $\alpha 2$  (Gümbelscher Sandstein) besteht dabei fast ausschließlich aus einem verwitterten bis zersetzten Sandstein von hellbrauner bis hellgrauer Farbe. Geringmächtige Tonstein-Einschaltungen (hellbraun bis tot-violett) bestehen zwischen 11,00 und 11,80 sowie 21,75 bis 21,85 m.

Ab 22 m Tiefe steht das Rhät an. Es besteht bis 36,20 m ausschließlich aus einem Tonstein. Dieser ist dunkelgrau bis braun. Der Tonstein ist im Top hart. Ansonsten ist er verwittert und zum Teil auch mürb bis entfestigt. Von 40,00 m Tiefe (Basis Rhät) bis 36,2 m liegt ein fein- bis mittelsandiger Sandstein (hart) vor. Er besitzt eine graue bis grüne Farbe. In den obersten Dezimetern ist ein Übergang zu einem Schluffstein erkennbar.

Der Feuerletten steht ab einer Tiefe von 40,00 m an. Er besteht aus einer Tonstein-Schluffstein-Wechselagerung rotbrauner Farbe.

Die Endtiefe der Bohrung liegt bei 43,00 m (427,28 mNN).

Das Schichtenverzeichnis, der Ausbauplan sowie die Fotodokumentation der Bohrkerne der GWM 3neu sind als Anlage 4 und 5 beigefügt.

#### Grundwassermessstelle GWM 4

Der Bohransatzpunkt der GWM 4 liegt im Bereich des tieferen Lias  $\alpha 1$  und  $\alpha 2$ , der bis 7,60 m ansteht. Der Gümbelsche Sandstein ist im Bereich der GWM 4 überwiegend fein- bis mittelsandig ausgebildet.

Das darunter folgende Rhät steht bis 31,3 m an. Es besteht zum überwiegenden Teil aus hellbraunen, grauen bis rotbraunen Ton- und Schluffsteinen. Eine harte hellbraun-graue Sandsteinzwischenlagerung besteht zwischen 22,10 und 22,30 m.

Der Feuerletten wurde ab einer Tiefe von 31,3 m angetroffen. Er setzt sich aus einem sandigen angewitterten Schluffstein rotbrauner bis violetter Färbung zusammen.

Die Endtiefe der Bohrung beträgt 34,00 m (458,91 mNN).

Das Schichtenverzeichnis, der Ausbauplan sowie die Fotodokumentation der Bohrkerne der GWM 4 sind als Anlage 4 und 5 beigefügt.

### Grundwassermessstelle GWM 5

Der Bohransatzpunkt der GWM 5 liegt im Bereich des tieferen Lias  $\alpha 1$  und  $\alpha 2$ , der bis 26,10 m ansteht. Der Sandstein ist bis 5,00 m entfestigt. Eine Tonstein-Einlagerung besteht von 12,00 bis 13,80 m. Weiterhin liegt von 23,60 bis 24,00 m ein Konglomerat-Zwischenlage vor.

Das darunter folgende Rhät steht bis 52,00 m an. Es besteht bis 44,00 m aus einem grauen und festen Tonstein. Darunter ist das Rhät eher sandig ausgebildet, mit Übergängen zu einem Schluffstein im Top und an seiner Basis.

Der Feuerletten steht ab einer Tiefe von 52,00 m an. Er setzt sich aus einem tonigen mürben Schluffstein rotvioletter Färbung zusammen.

Die Endtiefe der Bohrung beträgt 53,00 m (448,27 mNN).

Das Schichtenverzeichnis, der Ausbauplan sowie die Fotodokumentation der Bohrkerne der GWM 5 sind als Anlage 4 und 5 beigefügt.

## **6.2 Grundwasserbeschaffenheit im Rhät**

### **6.2.1 Vorort-Parameter**

Im Rahmen der am 11.12. und 12.12.2019 ausgeführten Grundwasser-Probenahmen wurde am Ende der jeweiligen Pumpversuche für die Vor-Ort-Parameter elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert und Sauerstoff folgende Werte gemessen.

Messstelle	elektr. Leitfähigkeit [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	pH-Wert	Sauerstoff [ $\text{mg}/\text{l}$ ]
GWM 1	48	5,20	8,73
GWM 2	718	6,63	3,18
GWM 3neu	1769	6,97	1,25
GWM 4	201	6,54	2,32
GWM 5	173	6,56	6,15

**Tabelle 5:** Gemessene Vor-Ort-Parameter (Probenahme 11.12. und 12.12.2020)

Die bei der Eigenüberwachung in den letzten Jahren an GWM 1 und GWM 2 gemessenen Werte für die o.a. Vor-Ort-Parameter bestätigen sich.

Besonderes bei den Parametern Leitfähigkeit und Sauerstoff bestehen zwischen den Messstellen größere Schwankungen. Das mit den Messstellen GWM 1, GWM 4 und GWM 5 erschlossene Wasser ist mit Werten von 48 bis 201  $\mu\text{S}/\text{cm}$  nur gering mineralisiert. Eine mittlere Leitfähigkeit besteht bei GWM 2 mit 718  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Das Wasser der Messstelle GWM 3neu ist mit einem Wert von 1769  $\mu\text{S}/\text{cm}$  sehr hoch mineralisiert.

Beim Sauerstoffgehalt schwanken die Werte zwischen 1,25  $\text{mg}/\text{l}$  (GWM 3neu) und 8,73  $\text{mg}/\text{l}$  (GWM 2). Die geringen Sauerstoffgehalte in den Messstellen GWM 2, GWM 3neu und GWM 4 deuten reduzierende geochemische Verhältnisse an.

## 6.2.2 Auswertung der chemischen Untersuchungen

### Organische Leitparameter

Die untersuchten organischen Leitparameter Mineralölkohlenwasserstoffe, PCB, BTEX und LHKW wurden nicht nachgewiesen. Die Gehalte liegen unterhalb der jeweiligen Nachweisgrenze.

Es bestehen gering erhöhte Gehalte für PAK (0,009 bis 0,081 µg/l). Der sehr niedrige Vorsorgewert von 0,1 µg/l wird jedoch bei keiner Messstelle erreicht. PAK sind gegenüber den anderen organischen Leitparametern, insbesondere LHKW und BTEX, weniger mobil. Einen anthropogene Beeinflussung vorausgesetzt, wären somit auch die mobileren organischen Leitparameter im untersuchten Wasser zu erwarten. Dies ist jedoch nicht der Fall. Aus diesem Grund ist eine eher geogene Ursache der schwach erhöhten PAK-Gehalte anzunehmen (organische/kohlige Anteile im Rhät). Die PAK-Gehalte bestehen auch in den weiter von der Grube entfernten Messstellen GWM 3neu, GWM 4 und GWM 5 für die eine Beeinflussung durch die Grubenverfüllung eher unwahrscheinlich ist. Dies unterstützt ebenfalls die Annahme einer geogenen Ursache der schwach erhöhten PAK-Gehalte.

Die Messwerte sind in den Anlagen 9 und 10 ersichtlich.

### Anorganische Leitparameter

Arsen und Schwermetalle sowie Cyanide sind mit Ausnahme von Zink nicht erhöht. Die Zinkgehalte schwanken zwischen 30 und 140 µg/l. Erhöhungen mit einhergehender Überschreitung des Vorsorgewertes von 100 µg/l bestehen bei GWM 2, GWM 3neu und GWM 4. Eine anthropogene Ursache der festgestellten erhöhten Zinkgehalte ist unwahrscheinlich, da für die weiteren anorganischen Leitparameter keine Auffälligkeiten bestehen und höhere Zinkgehalte in den weiter von der Grube entfernten Messstellen GWM 3neu und GWM 4 vorliegen. Eine Beeinflussung dieser Messstellen durch die Grubenverfüllung ist eher unwahrscheinlich.

Die Messwerte sind in den Anlagen 9 und 10 ersichtlich.

### Basisparameter

Die bereits bei der Diskussion der Vor-Ort-Parameter sich abzeichnende unterschiedliche Beschaffenheit der beprobten Rhätwässer bestätigt sich bei Betrachtung der Basisparameter. Die Mineralisationen der Wasserproben unterliegen größeren Schwankungen. Hohe bis sehr hohe Mineralisationen bestehen bei GWM 2 und GWM 3neu. Diese werden vor allem durch Hydrogenkarbonat und Calcium sowie bei GWM 3neu zusätzlich noch durch Natriumchlorid hervorgerufen.

Zur Auswertung der Basisparameter wurden die Ionenbeziehungen in einem PIPER-Diagrammen dargestellt. Dazu werden chemisch reaktionsgleiche Einheiten, also Äquivalenteneinheiten bzw. die prozentuale Verteilung der Äquivalenteneinheiten benutzt. Folgende Charakterisierung nach FURTAK & LANGGUTH besteht:

Messstelle	Charakterisierung nach FURTAK & LANGGUTH
GWM 1	Alkalischer Typ, überwiegend sulfatisch-chloridisch
GWM 2	Erdalkalischer Typ mit höherem Alkaligehalt, überwiegend hydrogenkarbonatisch
GWM 3neu	Erdalkalischer Typ mit höherem Alkaligehalt, überwiegend chloridisch
GWM 4	Normal erdalkalischer Typ, hydrogenkarbonatisch-sulfatisch
GWM 5	Alkalischer Typ, überwiegend hydrogenkarbonatisch

**Tabelle 6:** Charakterisierung nach den Basisparametern

Die unterschiedliche Beschaffenheit der Rhätwässer wird durch die graphische Darstellung im Piper-Diagramm (siehe Anlage 11) verdeutlicht. Die Bezugspunkte der einzelnen Messstellen liegen im Piper-Diagramm weit verstreut.

Stärkere Differenzen bestehen auch beim DOC-Gehalt und dem spektralen Absorptionskoeffizient 254 nm. Ursachen hierfür sind wechselnde kohlige/organische Anteile innerhalb des Rhäts. Der Borgehalt unterliegt mit Werten von 0,08 bis 1,1 mg/l ebenfalls größeren Schwankungen. Eine anthropogene Beeinflussung ist unwahrscheinlich, da der höchste Borgehalt in der am weitesten von der Grube entfernten Messstelle GWM 5 besteht. Der erhöhte Borgehalt ist geogen bedingt. Die zwischen den Messstellen schwankenden Gehalte sind Ausdruck der wechselnden kontinentalen und marinen Einflüsse während der Sedimentation der Rhätzeit. Höhere Borgehalte zeigen marine Beeinflussungen an.

Die Messwerte sind in den Anlagen 9 und 10 ersichtlich.

## **6.3 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse**

### **6.3.1 Weiterer geologischer Rahmen**

Das Untersuchungsgebiet ist dem „Obermainischen Hügelland bzw. Bruchschollenland“ zugehörig. Dieses wird im Südwesten durch den fränkischen Jura und im Nordosten durch das thüringisch-fränkische Mittelgebirge (Fichtelgebirge und Frankenwald) begrenzt. Der Untergrund des Bayreuther Raumes setzt sich aus Gesteinen des Unteren Jura (Lias) und des Trias (Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper) zusammen.

Das tektonische Bild des Bayreuther Gebietes zeigt Südost-Nordwest gerichtete, große Bruchlinien. Es treten aber auch einzelne kurze Südwest-Nordost gerichtete Verwerfungen auf, die eine jedoch nur untergeordnete Rolle spielen. An den Bruchlinien wurden die Schichten der Trias und des Unteren Jura in einzelne Schollen zerlegt, die gegeneinander verstellt bzw. verworfen sind. Quartäre Überdeckungen treten in Form von Lößlehm, Solifluktuations- und Hangschutt, Sanden und Kiesterrassen hervor.

### **6.3.2 Geologische Verhältnisse**

Das Umfeld der Grube Bocksrück ist durch mesozoische Schichten (Keuper und Lias) gekennzeichnet.

Das gesamte Schichtpaket fällt nach Westen bis Südwesten ein. Somit stehen in östliche Richtung die älteren Keuperschichten (Feuerletten und Burgsandstein) und in westliche Richtung die jüngeren Liasschichten (Ton- und Mergelsteine) an. Der Rhätolias zu dem der in der Grube abgebaute Gumbelsche Sandstein sowie der darunter folgende Rhät-Ton mit Sandsteineinlagerungen gehören, besitzt eine Mächtigkeit von ca. 55 m.

In der näheren Umgebung stehen der Gumbelsche Sandstein (Lias  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$ ) sowie der darüber folgende Arietensandstein (Lias  $\alpha_3$ ) an. Der Gumbelsche Sandstein wird im Untersuchungsgebiet vom jüngeren Arietensandstein (Lias  $\alpha_3$ ) bedeckt, dessen Mächtigkeit im Bereich des Bocksrückens bis zu drei Meter beträgt.

Der Gumbelsche Sandstein ist massiv, oftmals mürbe und überwiegend mittelkörnig ausgebildet. Bei mittleren Mächtigkeiten des Gumbelschen Sandsteins von 20 bis 25 m ergibt sich somit für den Rhät-Ton eine Mächtigkeit von bis zu 30 m.

Das Rhät tritt im Bereich der Sandgrube Bocksrück in stärker wechselnden Mächtigkeiten auf und ist überwiegend bindig ausgebildet. Das zeigen die angetroffenen Bohrprofile der bereits bestehenden (GWM 1, GWM 2, GWM 3alt) sowie der 2019 neu errichteten (GWM 3neu, GWM 4, GWM 5) Grundwassermessstellen sowie der im südlichen Grubenbereich ausgeführten Bohrungen (Bo1 und Bo2). Sandsteineinschaltungen treten

im Umfeld der Grube Bocksrück nur lokal und untergeordnet auf. Sie bestehen hier nur im tieferen Rhät. Eine ausschließlich bindige Abfolge wurde bei Bo2, GWM 3alt, und GWM 4 nachgewiesen. Wie auch in den Schnitten 1 und 2 ersichtlich (Anlagen 7.1 und 7.2), unterliegt die Ausbildung des Rhät-Sandsteins in den einzelnen Aufschlüssen hinsichtlich Tiefenlage und Mächtigkeit stärkeren Schwankungen. Auffallend ist ein Anstieg der Schichtoberkante des Rhäts nach Süden. Dies liegt an dem südöstlichen Grubenverlauf und der Lage der Aufschlusspunkte (in südöstliche Richtung) begründet. Bei dem gegebenen westlichen Schichteinfallen, steigen die Schichten in südöstliche Richtung an. Die am westlichsten gelegene Messstelle GWM 2 besitzt eine Rhät-Oberkante von 459,2 mNN. Im südlichen Grubenbereich steigt die Rhät-Oberkante von 467,70 mNN (Bo 1) in südliche Richtung auf 470,50 mNN (Bo 2) an. In den weiter südlich bis südöstlich, außerhalb der Grube, gelegenen Aufschlüssen B89/02 und GWM 5 liegt die Rhät-Oberkante zwischen 475 und 476 mNN. Die höchste Rhät-Oberkante wurde südöstlich der Grube (GWM 4) mit 485,31 mNN festgestellt. Die Streichlinienkarte des Rhäts (Anlage 14) zeigt ein gleichmäßiges westliches Schichteinfallen im Bereich der Grube Bocksrück an. Dieses Einfallen wird auch im ost-west-verlaufenden Schnitt 2 (siehe Anlage 7.2) bestätigt.

Der Rhät-Sandstein ist relativ unsortiert. Es bestehen feinsandige bis grobsandige Ausbildungen mit bindigen Anteilen. Lokal besitzt der Sandstein auch noch kiesige Nebenanteile. Die vorliegenden Befunde deuten darauf hin, dass es sich nicht um großflächig aushaltende, sondern eher um engräumig begrenzte Sandsteinschichten handelt.

Die Mächtigkeit des gesamten Rhäts schwankt innerhalb der einzelnen Aufschlüsse zwischen 17 und 30 m.

Der meist dunkelgraue Rhät-Tonstein hat zumindest im oberen Bereich Feuerfest-Qualität. Unter dem Rhät-Ton folgt der ca. 50 bis 60 m mächtige Feuerletten. Dieser bedeckt den tiefer liegenden Burgsandstein, der im Raum Bayreuth einen großflächig ausgebildeten Grundwasserleiter darstellt.

Versätze oder größere Kluftsysteme wurden nicht angetroffen. Die Böden über der Lagerstätte sind bis zu 0,5 m mächtige, leichte, trockene, nährstoffarme Sandböden (Braunerden und Podsole).

Der Ausschnitt aus der geologischen Karte ist als Anlage 2 beigelegt.

### 6.3.3 Hydrogeologische Verhältnisse

Der nächstgelegene Bach ist der Bocksrückbach, welcher ca. 0,8 km südlich des Weilers Bocksrück in den Gosenbach mündet. Der Gosenbach entwässert östlich von Lankenreuth in den Roten Main.

Im Bereich der Sandgrube Bocksrück ist im Gümbel- beziehungsweise Angulaten-Sandstein des Lias Alpha ein gering ergebnisses Grundwasser ausgebildet. Das Wasser staut sich auf den Rhät-Tonstein des Oberen Keupers und fließt entsprechend der Schichtlagerung nach Südwest und tritt zum Teil an der Quelle Bocksrück zutage. Dieses gering ergebnisses Grundwasser wird im Bereich der Sandgrube über Drainagen gefasst und abgeleitet.

Der unter dem Rhät-Tonstein folgende Rhät-Sandstein ist im Bereich der Sandgrube Bocksrück und deren näheren Umfeld lediglich geringmächtig ausgebildet beziehungsweise er fehlt gänzlich. Damit einhergehend besteht eine nur untergeordnete Wasserführung im Rhät mit einer geringen Durchlässigkeit der wasserführenden Schichten. Lokal kann sogar von einer nicht bestehenden Wasserführung im Rhät ausgegangen werden (Bo1 und Bo2 im südlichen noch nicht verfüllten Grubenbereich). Es ist zu vermuten, dass es sich bei dem im Rhät auftretenden Wasserführungen um isolierte, wahrscheinlich auch an Sandsteinlinsen gebundenes Wasser handelt. Dies kann auch aus dem Sedimentationsmilieu zur Rhät-Zeit abgeleitet werden. Das Rhät stellt eine Ablagerung im Übergangsbereich Land-See (Deltaschüttung) dar. Dies hat engräumige Sedimentationswechsel zur Folge. Hinzu kommen langzeitliche Wechsel zwischen kontinentaler und mariner Sedimentation. Nähere Erläuterungen zur Wasserführung im Rhät bestehen in den nachfolgenden Abschnitten.

Der erste regional bedeutende Grundwasserhorizont im Untersuchungsgebiet ist im Burgsandstein ausgebildet. Dieses Grundwasser ist durch die darüberliegenden 50 bis 60 m mächtigen Feuerletten des Mittleren Keupers sehr gut geschützt. Großräumig betrachtet stellt im Bayreuther Raum der Rote Main für den Burgsandstein den Vorfluter dar. Der Rote Main fließt ca. 2 km östlich der Sandgrube Bocksrück (nahe der Ortschaft Hörhof bei 400 mNN) innerhalb des Burgsandsteins in nördliche Richtung nach Bayreuth. Somit ist für das Grundwasser des Burgsandsteins im Raum Bocksrück eine östliche bis nördliche Fließrichtungskomponente anzunehmen.

Entsprechend dem nach Westen gerichteten Schichteinfallens kommt als Vorflut für das gering wasserführende Rhät der Bocksrückbach sowie der Gosenbach in Frage. Der Gosenbach, in den der Bocksrückbach mündet, ändert unmittelbar südlich des Bocksrücken seine Fließrichtung nach Osten und fließt dann nördlich von Creußen in den Roten Main.

### 6.3.3.1 Wasserstandsmessungen

Zur Einschätzung der hydrogeologischen Verhältnisse erfolgte am 11.12.2019 vor Beginn der Pumpversuche eine Stichtagsmessung der Wasserstände an den bestehenden und neu errichteten Messstellen.

Nachfolgende Tabelle zeigt die gemessenen Wasserstände:

Messstelle	Grundwasserstände (in m) 11.12.2019	
	unter ROK*	bez. NN
GWM 1	11,36	466,49
GWM 2	7,61	465,15
GWM 3alt	32,97	461,12
GWM 3neu	25,13	465,65
GWM 4	26,55	467,30
GWM 5	44,97	457,07

**Tabelle. 7:** Gemessene Grundwasserstände am 11.12.2019

\*ROK: Rohroberkante

Die Grundwasserstände der bestehenden Messstellen GWM 1, GWM 2 und GWM 3alt liegen im Bereich der in den letzten Jahren im Rahmen der Verfüllungsüberwachung erhobenen Messwerte.

Während der Ausführung der beiden Erkundungsbohrungen Bo1 und Bo2 im März/April 2019 wurde kein Grundwasser in den Bohrlöchern angetroffen. Zwischen dem jeweiligen Bohrende und der jeweiligen Verfüllung (drei Tage) wurden die Bohrlöcher täglich auf Wasserzuflüsse überprüft. Ein Wasserspiegel stellte sich in beiden Bohrlöchern drei Tage nach Bohrende nicht ein. Nach einer Standzeit von jeweils drei Tagen wurden die Bohrungen wieder verfüllt.

Eine graphische Darstellung der in den Messstellen bestehenden Rhät-Wasserstände (Stichtagsmessung vom 11.12.2019) ergibt nun mit sechs Messstellen ein wesentliches differenzierteres aber auch uneinheitlicheres Bild. Es bestehen gespannte Grundwasserverhältnisse. Eine westliche Fließrichtung ist im Rhät, wie ursprünglich mit den Werten von drei Messstellen (GWM 1 bis GWM 3) abgeleitet, nicht mehr erkennbar. Die Wasserstände in den einzelnen Messstellen unterliegen größeren Schwankungen. Vergleichbare Wasserstände bestehen in den Messstellen GWM 1, GWM 2, GWM 3 neu und GWM 4 mit Werten von 465,15 bis 467,30 mNN. Wesentlich geringere Wasserstände wurden in den Messstellen GWM 3alt (461,12 mNN) und GWM 5 (457,07) festgestellt. Mit den Bohrungen Bo1 und Bo2 im südlichen Grubenbereich wurden bei fast ausschließlich tonig-schluffiger Ausbildung des Rhäts keine wasserführenden Schichten angetroffen.



Im nördlichen Untersuchungsbereich stellt der Wasserstand in GWM 3alt einen Tiefpunkt dar. Ohne die GWM 3alt würde für diesen nördlichen Bereich mit den Messstellen GWM 1, GWM 2 und GWM 3neu eine nordwestliche Fließrichtung abzuleiten sein. Diese Richtung ist jedoch sehr fraglich, da hier keine entsprechende Vorflut besteht.

Im südlichen Bereich ergibt sich auf Grund des geringen Wasserstandes in GWM 5 eine plausible südwestliche Fließrichtung zum Rhät-Vorfluter Bocksrückbach/Gosenbach. Auffallend ist dabei auch, dass bei GWM 5, im Gegensatz zu den anderen Messstellen, keine gespannten Grundwasserverhältnisse bestehen. Dies zeigt auch eine entsprechende Entwässerung zum Vorfluter an.

Eine einheitliche Grundwasser-Fließrichtung im Rhät innerhalb des Untersuchungsgebietes (Grube Bocksrück und dessen näheres Umfeld) besteht nicht. Lediglich lokal (im südlichen Abschnitt) können die Messwerte im Sinne einer südwestlichen Fließrichtung interpretiert werden.

Eine fachlich nachvollziehbare Annahme ist die Existenz von engräumig begrenzten wasserführenden Schichten im Rhät, die hydraulisch nicht miteinander in Verbindung stehen und somit zu unterschiedlichen Wasserständen in den Messstellen führen. Diese Annahme geht auch mit dem Sedimentationsmilieu zur Rhätzeit, den wechselnden Schichtabfolgen und dem überwiegend bindigen Charakter im Rhät einher.

### 6.3.3.2 Bestimmung der Durchlässigkeit

Die Bestimmung der Durchlässigkeit des Untergrundes erfolgt auf Grundlage der Ergebnisse der Pumpversuche im Rahmen der Messstellenbeprobung vom 11.12. und 12.12.2019 durch die Piewak & Partner GmbH. Die entsprechenden Dokumentationen (Probenahmeprotokolle) sind diesem Gutachten als Anlage 6 beigefügt.

Die Berechnung des Durchlässigkeitswertes ( $k_f$ ) erfolgt nach HÖLTING [U10] für gespannte Grundwasserverhältnisse nachfolgender Beziehung:

$$k_f = \frac{Q}{M \cdot s}$$

Q = Entnahmemenge (l/s)

M = Mächtigkeit des genutzten Grundwasserleiters (m)

s = Absenkungsbetrag des Wasserspiegels (m)

In die Berechnung geht die Mächtigkeit der im Grundwasser hydraulisch erschlossenen (Filterbereich mit Sandgegenfilter) wasserführenden Schichten (im vorliegenden Fall sind das sandige Schichten) als Mächtigkeit M des genutzten Grundwasserleiters ein.

Der Absenkungsbetrag s stellt in der o.a. Formel die abgesenkte Wassersäule im Beharrungszustand dar. Dies entspricht einem konstanten abgesenkten Wasserstand bei einer konstanten Entnahmemenge Q. Bei allen Grundwassermessstellen bestand am Ende des jeweiligen Pumpversuches jedoch, trotz sehr geringer Pumpleistungen, keine Beharrung des abgesenkten Wasserspiegels. Somit stellen die ermittelten Durchlässigkeiten Maximalwerte dar. Die realen Durchlässigkeitswerte liegen unterhalb der in Tabelle 8 aufgeführten Durchlässigkeiten ( $k_f$ -Werte).

Für die fünf beprobten Grundwassermessstellen ergeben sich folgende Berechnungsgrundlagen und maximalen Durchlässigkeitswerte.

Messstelle	Entnahmemenge Q (l/s)	Mächtigkeit M (m)	Absenkungsbetrag s (m)	Durchlässigkeit $k_f$ (m/s)
GWM 1	0,1	12,0	1,34	$\leq 6,2 \cdot 10^{-6}$
GWM 2	0,05	13,5	6,60	$\leq 5,6 \cdot 10^{-7}$
GWM 3neu	0,015	9,0	7,60	$\leq 2,2 \cdot 10^{-7}$
GWM 4	0,010	19,0	3,46	$\leq 1,5 \cdot 10^{-7}$
GWM 5	0,020	11,0	5,42	$\leq 3,3 \cdot 10^{-7}$

**Tabelle 8:** Werte der Pumpversuche und ermittelte Durchlässigkeiten

Die ermittelten maximalen Durchlässigkeiten der Messstellen GWM 2, GWM 3neu, GWM 4 und GWM 5 liegen mit Werten von  $1,5 \cdot 10^{-7}$  bis  $5,6 \cdot 10^{-7}$  m/s in einem ähnlichen Bereich. Eine etwas höhere maximale Durchlässigkeit zeigt der Wert in GWM 1 mit  $6,2 \cdot 10^{-6}$  m/s an. Dies geht auch mit der Ausbildung der angetroffenen Schichten einher. Im Bereich der Messstelle GWM 1 ist das Rhät stärker sandig ausgebildet. Dies hat gegenüber den überwiegend tonig-schluffig ausgebildeten Rhät der anderen Messstellen (mit Ausnahme der GWM 2) eine höhere Durchlässigkeit zur Folge, die auch messtechnisch nachgewiesen wurde.

Es kann festgestellt werden, dass die Ablagerung des Rhäts nur gering durchlässig ist. Die ermittelten Durchlässigkeitswerte stellen die Durchlässigkeits-Obergrenze dar. Die realen Durchlässigkeitswerte sind kleiner, wie es auch die überwiegende Ausbildung des Rhäts (Ton- und Schluffsteine) im Bereich der Grube vermuten lässt. Insgesamt kann von einer Durchlässigkeit im Bereich  $10^{-8}$  bis  $10^{-7}$  m/s ausgegangen werden. Lokal (wie bei GWM 1 und B90/01) sind bei einem größeren Sandsteinanteil und einem hydraulisch relevanten Kluftinventar etwas höhere Durchlässigkeiten bis  $10^{-6}$  m/s möglich.

Die bereits 2004 [U7] ermittelten geringen Durchlässigkeiten wurden bestätigt. Die gespannten Grundwasserverhältnisse zeigen das Vorhandensein einer nur sehr gering durchlässigen Grundwasserdeckschicht (Tonsteine im oberen Rhät) an. Die Durchlässigkeit dieser Tonsteine liegt bei Durchlässigkeitswerten von  $10^{-10}$  m/s und kleiner. Durch Klüfte hervorgerufene hydraulische Wasserwegsamkeiten innerhalb der Grundwasserdeckschicht ist auf Grund der gespannten Grundwasserverhältnisse nicht gegeben. In GWM 5 bestehen keine gespannten Verhältnisse, da hier eine direkte Entwässerung zur Vorflut besteht.

## 7 Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Beurteilung der Wasserführung im Rhät

Die durchgeführten hydrogeologischen Untersuchungen zeigen, dass im Bereich der Sandgrube Bocksrück und deren näherer Umgebung das Rhät keinen zusammenhängenden Grundwasserleiter darstellt. Es handelt sich um einzelne lokal wasserführende Schichten, die höchstwahrscheinlich nicht miteinander in hydraulischen Kontakt stehen. Folgende hydrogeologisch relevante Standortmerkmale können für das Rhät im Raum Bocksrück abgeleitet werden:

### Schichtausbildung

- wechselnde Mächtigkeiten
- überwiegend bindige Ausbildung, Sandsteineinschaltungen treten nur lokal und untergeordnet im tieferen Rhät auf
- Rhät-Sandstein-Lagen unterliegen hinsichtlich Tiefenlage und Mächtigkeit stärkeren Schwankungen
- Rhät-Sandstein ist relativ unsortiert
- Rhät-Sandstein-Schichten halten nicht großflächig aus, sie sind eher engräumig begrenzt
- Rhät ist eine Ablagerung im Übergangsbereich Land-See (Deltaschüttung), engräumige Sedimentationswechsel mit langzeitlichen Wechseln zwischen kontinentaler und mariner Sedimentation

### Wasserführung

- lediglich geringmächtig ausgebildete und hinsichtlich Tiefenlage schwankende wasserführende Schicht (Sandstein), die lokal gänzlich fehlt
- geringe Durchlässigkeit der wasserführenden Schichten (Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen  $10^{-7}$  bis  $10^{-8}$  m/s und lokal bis  $10^{-6}$  m/s im Übergangsbereich zum Grundwasser-Nichtleiter)
- Wasserstände in den einzelnen Messstellen unterliegen größeren Schwankungen
- im südlichen Grubenbereich keine Wasserführung im Rhät
- keine großflächige und einheitliche Grundwasserfließrichtung ableitbar, lediglich südlich der Grube Bocksrück südwestliche Fließrichtung zum Rhät-Vorfluter Bocksrückbach/Gosenbach erkennbar
- gespannte Grundwasserverhältnisse dokumentieren großflächige Abdeckung der wasserführenden Sandsteinlagen durch dichte Tonsteinauflage (Oberes Rät)



### Grundwasserbeschaffenheit

- engräumig wechselnde Mineralisation/Zusammensetzung der Wasserinhaltsstoffe (verschiedene geochemische Grundwassertypen)
- lokal hohe bis sehr hohe Mineralisationen (GWM 2 und GWM 3neu) durch Hydrogenkarbonat und Calcium sowie bei GWM 3neu zusätzlich noch durch Natriumchlorid
- schwankender Borgehalt zeigt engräumig wechselnden kontinentalen und marinen Einfluss während der Sedimentation der Rhätzeit an

Die beschriebenen hydrogeologischen Standortmerkmale zeigen die Existenz von engräumig begrenzten und gering durchlässigen wasserführenden Schichten im Rhät an. Diese stehen hydraulisch und stofflich nicht miteinander in Verbindung.

Im weiteren Umfeld (2 bis 3 km) bestehen keine Trinkwasserschutzgebiete.

## **8 Ermittlung der Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung**

### **8.1 Vorbemerkungen**

Es erfolgt die Berechnung für folgende zwei Flächen:

#### Noch nicht verfüllter südlicher Grubenbereich

Im noch nicht verfüllten südlichen Grubenbereich ist der Abbau des Tonsteins im oberen Rhät geplant. Dabei soll jedoch der bestehende verwertungsrechtliche Status (Verfüllung von Z2-Material) nicht gefährdet werden. Die Ermittlung der Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung dient der Feststellung der maximal möglichen Abbaumächtigkeit des Rhät-Tonsteins.

#### Geplante südliche Erweiterungsfläche

Die Ermittlung der Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung stellt die Grundlage für die Beantragung zur Wiederverfüllung der südlichen Erweiterungsfläche dar.

### **8.2 Beschreibung der Berechnung**

Die Ermittlung der Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung erfolgt auf Basis der in [U11] vorgegebenen Berechnung nach HÖLTING.

In diese Berechnung fließen insbesondere die Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung sowie die gesteinspezifische Schutzfunktion der Schichten über dem Grundwasser ein. Schlüsselparameter zur Bewertung der Schutzfunktion am Standort ist die Sickerwasser- verweilzeit, die im Wesentlichen von der Sickerstrecke, der Gesteinsdurchlässigkeit sowie der anfallenden Sickerwassermenge bestimmt wird.

Die Eingangsparameter sowie das Ergebnis der Berechnung sind in den Anlagen 12 und 13 dargestellt.

### **8.3 Derzeitiger verwertungsrechtlicher Verfüllstatus**

Entsprechend dem Verlängerungs- sowie Änderungs-/Ergänzungsbescheid des Bergamts Nordbayern vom 12.12.2006 [U8] ist die Grube Bocksrück ein C1-Standort nach dem Eckpunktepapier zur Verfüllung von Gruben und Brüchen. Der derzeitige bergrechtliche Genehmigungsstatus lässt auf Basis des alten Eckpunktepapiers für die Verfüllung der Sandgrube Bocksrück bei Einbau einer Sorptionsschicht Material zu, dass die Zuordnungswerte Z2 einhält.

## **8.4 Berechnungsgrundlagen**

### **8.4.1 Bemessungsgrundwasserstand/Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung**

#### **8.4.1.1 Noch nicht verfüllter südlicher Grubenbereich**

Es werden folgende Berechnungsszenarien ausgeführt:

##### Verfüllung ohne Tonabbau (jetziger Abbaustand)

Der Tiefpunkt dieses Bereiches liegt westlich der Bo1 bei ca. 468,00 mNN. Die noch tiefer liegenden Wasserbecken (im westlichen Abschnitt der noch nicht verfüllten Grubenfläche) werden im Rahmen der geplanten Verfüllung mit grubeneigenen Material bis mindestens auf 468,00 mNN aufgefüllt.

Mit den Bohrungen Bo1 und Bo2 wurden im Rhät keine wasserführenden Schichten festgestellt. Mit beiden Bohrungen wurde ein fast ausschließlich bindig ausgebildetes Rhät (Ton- und Schluffstein) angetroffen. Lediglich bei Bo 1 besteht an der Rhätbasis ein 1 m mächtiger Sandsteinhorizont (Schichtoberkante bei 448,80 mNN). Im Rahmen einer worst case-Annahme wird dieser Sandsteinhorizont als primär wasserführend angenommen. Der Berechnung wird somit für den tiefsten Punkt des südlichen Grubenbereiches ein Grundwasserstand von 448,80 mNN zu Grunde gelegt. Daraus ergibt sich ein minimaler Grundwasserflurabstand (Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung) von 19,20 m.

##### Berücksichtigung des Tonabbaus

Im südlichen Grubenbereich steigt die Rhät-Oberkante zur südlichen Abbauwand an. Sie liegt zwischen ca. 467 und 472 mNN.

Es werden zwei Szenarien der Abbautiefe des Tonsteins betrachtet:

1. Abbausohle 464 mNN .... Grundwasserüberdeckung 15,2 m
2. Abbausohle 462 mNN ... Grundwasserüberdeckung 13,2 m

#### **8.4.1.2 Südliche Erweiterungsfläche**

Für die Feststellung des Bemessungswasserstandes wird die Schichtoberkante des obersten Rhät-Sandsteins verwendet. Diesbezüglich sei auf die „Grundwasserflurabstandskarte im Abbauzustand“ (Anlage 15) verwiesen. In dieser Karte ist der Abstand der Rhät-Oberkante zum obersten Rhät-Sandstein, welcher wasserführend sein könnte, graphisch dargestellt. Die Karte entspricht einer Mächtigkeitsdarstellung der nach dem Sandsteinabbau verbleibenden Grundwasserdeckschicht.

#### 8.4.2 Ausbildung der Grundwasserüberdeckung

Die Grundwasserüberdeckung besteht nach den Profilen der Bohrungen und Messstellen im südlichen Grubenbereich und der sich anschließenden südlichen Erweiterungsfläche aus Ton- und Schluffstein.

Für das Szenario des jetzigen Abbaustandes ist noch eine gering mächtige Sandsteinbedeckung (Gümbelscher Sandstein) zu berücksichtigen. Der Sandstein liegt dabei in einem verwitterten bis zersetzten Zustand vor. Lokal (Bo1) besteht auch eine sandige Auffüllung (umgelagerter Sandsteinersatz). Die Sand-Sandstein-Bedeckung des Rhät-Tons beträgt im Mittel 2 m. In die Berechnung fließt dabei 1 m Sand sowie 1 m mittel geklüfteter Sandstein ein. Diese Verhältnisse werden auch für die südliche Erweiterungsfläche angenommen.

Ausgehend von den Schichtprofilen der Bohrungen Bo 1 und Bo 2 ergibt sich ein Tonstein-Schluffstein-Verhältnis von 5:1. Da im oberen Rhät ausschließlich Tonsteine anstehen, verändert sich mit dem geplanten Tonsteinabbau das Verhältnis zu Ungunsten des Tonsteins. Deswegen wird für das Szenario „Abbausohle 464 mNN“ ein Tonstein-Schluffstein-Verhältnis von 4:1 und für das Szenario „Abbausohle 462 mNN“ ein Tonstein-Schluffstein-Verhältnis von 3:1 angenommen.

Für die Berechnung wird für die Ton- und Schluffsteine von wenig geklüfteten Schichten ausgegangen.

Die jeweilige gesteinspezifische Punktzahl wurde der Anlage 7 des Eckpunktepapiers zur Verfüllung von Gruben und Brüchen [U11] entnommen.

Den Berechnungen wird eine Grundwasserneubildungsrate für das Rhät (in überwiegend bindiger Ausbildung) <100 mm/Jahr zu Grunde gelegt (Faktor  $W = 1,75$  nach [U11]).

### 8.4.3 Berechnungsgrundlagen zur Bemessung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

#### 8.4.3.1 Noch nicht verfüllter südlicher Grubenbereich

Folgende Berechnungsgrundlagen liegen der Beurteilung der Gesamtschutzfunktion zu Grunde:

Szenario: „Jetziger Abbaustand“

<b>tiefster Punkt der Grubensohle</b>	468,0 mNN
<b>Bemessungswasserstand (höchster Grundwasserspiegel)</b>	448,8 mNN
<b>Schichtmächtigkeit der Grundwasserüberdeckung</b>	19,2 m
<b>Mächtigkeit Sand/Sandstein über dem Rhät-Ton</b>	2,0 m
<b>Mächtigkeit Tonstein</b>	14,3 m
<b>Mächtigkeit Schluffstein</b>	2,9 m
<b>Gesteinsspezifische Punktzahl</b>	80 für Ton- und Schluffstein
<b>Grundwasserneubildung</b>	<100 mm/Jahr

**Tabelle 9:** Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung der Schutzfunktion für Szenario „Jetziger Abbaustand“ im nicht verfüllten südlichen Grubenbereich

Szenarien: „Abbausohle 464 mNN“ und „Abbausohle 462 mNN“

<b>Abbausohle</b>	<b>„Abbausohle 464 mNN“</b>	<b>„Abbausohle 462 mNN“</b>
<b>tiefster Punkt der Grubensohle</b>	464,0 mNN	462,0 mNN
<b>Bemessungswasserstand (höchster Grundwasserspiegel)</b>	448,8 mNN	448,8 mNN
<b>Schichtmächtigkeit der Grundwasserüberdeckung</b>	15,2 m	13,2
<b>Mächtigkeit Sand/Sandstein über dem Rhät-Ton</b>	0,0 m	0,0 m
<b>Mächtigkeit Tonstein</b>	12,4 m	9,9 m
<b>Mächtigkeit Schluffstein</b>	3,1 m	3,3 m
<b>Gesteinsspezifische Punktzahl</b>	80 für Ton- und Schluffstein	80 für Ton- und Schluffstein
<b>Grundwasserneubildung</b>	<100 mm/Jahr	<100 mm/Jahr

**Tabelle 10:** Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung der Schutzfunktion für Szenarien Tonabbau im nicht verfüllten südlichen Grubenbereich

Die Berechnungen der Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung für den noch nicht verfüllten südlichen Grubenbereich nach dem Eckpunktepapier zur Verfüllung von Gruben und Brüchen [U11] sind diesem Gutachten als Anlage 12 beigelegt.

### 8.4.3.2 Südliche Erweiterungsfläche

Für die südliche Erweiterungsfläche besteht nach der Anlage 15 (Karte Grundwasserflurabstand) eine Grundwasserüberdeckung (nach dem Sandsteinabbau) von ca. 17,0 bis 20,5 m. In die Berechnung geht dabei noch eine Sand/Sandstein-Restmächtigkeit von 2 m ein, wie sie auch bereits im jetzigen Grubenbereich besteht.

Folgende Berechnungsgrundlagen liegen der Beurteilung der Gesamtschutzfunktion zu Grunde:

<b>Grundwasserflurabstand</b>	<b>“Grundwasserflurabstand 17,0 m“</b>	<b>“Grundwasserflurabstand 20,5 m“</b>
<b>Schichtmächtigkeit der Grundwasserüberdeckung (OK Rhät bis zum obersten Rhät-Sandstein)</b>	17,0 m	20,5
<b>Restmächtigkeit Sand/Sandstein über dem Rhät-Ton</b>	2,0 m	2,0 m
<b>Gesteinsspezifische Punktzahl</b>	80 für Ton- und Schluffstein	80 für Ton- und Schluffstein
<b>Grundwasserneubildung</b>	<100 mm/Jahr	<100 mm/Jahr

**Tabelle 11:** Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung der Schutzfunktion für Grundwasserflurabstand 17,0 und 20,5 m im Bereich der südlichen Erweiterungsfläche

## 8.4.4 Ergebnis

### 8.4.4.1 Noch nicht verfüllter südlicher Grubenbereich

#### Szenario: „Jetziger Abbaustand (kein Tonabbau“)

Die Berechnung ist als Anlage 12 beigefügt.

Die Gesamtpunktzahl S beträgt 2592 Punkte. Somit liegt eine **hohe Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung** vor. Dies hat eine Einstufung als C1- oder C2-Standort zur Folge. Der südliche noch nicht verfüllte Grubenbereich kann im jetzigen Zustand als **wenig empfindlich – Ausnahmestandort (C2-Standort)** eingestuft werden. Hierfür sprechen folgende Gründe:

- Nachweislich wurde keine Wasserführung im Rhät festgestellt.
- Der angenommene Bemessungswasserstand im Rhät ist eine sehr konservative Berechnungsgrundlage im Sinne einer worst-case-Annahme.
- Bei Annahme einer Wasserführung im Rhät ist von einer nur geringen Ergiebigkeit und von einer nur sehr untergeordneten Grundwasserführung auszugehen, die keiner wasserwirtschaftlichen Nutzung unterliegt.
- Das Rhät ist im südlichen Grubenbereich fast ausschließlich bindig ausgebildet und besitzt somit ein sehr hohes Grundwasserschutzpotenzial.
- Die angenommene Klüftigkeit des Rhät-Tonsteins ist eine worst-case-Annahme. Zumindest für den im hangenden anstehenden stark tonigen Tonstein kann auch eine ungeklüftete Struktur bestehen. Dies hat ein wesentlich höheres Grundwasserschutzpotenzial, als in der Berechnung berücksichtigt zur Folge. Die gespannten Grundwasserverhältnisse innerhalb der wasserführenden Rhät-Sandsteinlagen zeigen eine hohe Abdichtung durch die Tonsteine des Oberen Rhät an. Eine hydraulisch relevante Klüftung innerhalb der Tonsteine kann somit nicht abgeleitet werden.

Es kann Fremdmaterial bis zum **Zuordnungswert Z2** verfüllt werden.

Szenario: „Tonabbau – Abbausohle 464 mNN“

Die Berechnung ist als Anlage 12 beigelegt.

Die Gesamtpunktzahl S beträgt 2128 Punkte. Somit liegt eine **hohe Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung** vor. Dies hat eine Einstufung als C1- oder C2-Standort zur Folge. Der südliche noch nicht verfüllte Grubenbereich kann nach einem Tonabbau bis 464 mNN als **wenig empfindlich – Ausnahmestandort (C2-Standort)** eingestuft werden. Hierfür sprechen folgende Gründe:

- Nachweislich wurde keine Wasserführung im Rhät festgestellt.
- Der angenommene Bemessungswasserstand im Rhät ist eine sehr konservative Berechnungsgrundlage im Sinne einer worst-case-Annahme.
- Bei Annahme einer Wasserführung im Rhät ist von einer nur geringen Ergiebigkeit und von einer nur sehr untergeordneten Grundwasserführung auszugehen, die keiner wasserwirtschaftlichen Nutzung unterliegt.
- Das Rhät ist im südlichen Grubenbereich fast ausschließlich bindig ausgebildet und besitzt somit ein sehr hohes Grundwasserschutzpotenzial.
- Die angenommene Klüftigkeit des Rhät-Tonsteins ist eine worst-case-Annahme. Zumindest für den im hangenden anstehenden stark tonigen Tonstein kann auch eine ungeklüftete Struktur bestehen. Dies hat ein wesentlich höheres Grundwasserschutzpotenzial, als in der Berechnung berücksichtigt zur Folge. Die gespannten Grundwasserverhältnisse innerhalb der wasserführenden Rhät-Sandsteinlagen zeigen eine hohe Abdichtung durch die Tonsteine des Oberen Rhät an. Eine hydraulisch relevante Klüftung innerhalb der Tonsteine kann somit nicht abgeleitet werden.

Es kann Fremdmaterial bis zum **Zuordnungswert Z2** verfüllt werden.

Szenario: „Tonabbau – Abbausohle 462 mNN“

Die Berechnung ist als Anlage 12 beigelegt.

Die Gesamtpunktzahl S beträgt 1848 Punkte. Somit liegt eine **mittlere Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung** vor. Dies hat eine Einstufung als B- oder C1-Standort zur Folge. Der südliche noch nicht verfüllte Grubenbereich kann nach einem Tonabbau bis 462 mNN als **wenig empfindlich (C1-Standort)** eingestuft werden. Hierfür sprechen folgende Gründe:

- Nachweislich wurde keine Wasserführung im Rhät festgestellt.
- Der angenommene Bemessungswasserstand im Rhät ist eine sehr konservative Berechnungsgrundlage im Sinne einer worst-case-Annahme.
- Bei Annahme einer Wasserführung im Rhät ist von einer nur geringen Ergiebigkeit und von einer nur sehr untergeordneten Grundwasserführung auszugehen, die keiner wasserwirtschaftlichen Nutzung unterliegt.
- Das Rhät ist im südlichen Grubenbereich fast ausschließlich bindig ausgebildet und besitzt somit ein sehr hohes Grundwasserschutzpotenzial.
- Die angenommene Klüftigkeit des Rhät-Tonsteins ist eine worst-case-Annahme. Zumindest für den im hangenden anstehenden stark tonigen Tonstein kann auch eine ungeklüftete Struktur bestehen. Dies hat ein wesentlich höheres Grundwasserschutzpotenzial, als in der Berechnung berücksichtigt zur Folge. Die gespannten Grundwasserverhältnisse innerhalb der wasserführenden Rhät-Sandsteinlagen zeigen eine hohe Abdichtung durch die Tonsteine des Oberen Rhät an. Eine hydraulisch relevante Klüftung innerhalb der Tonsteine kann somit nicht abgeleitet werden.

Es kann Fremdmaterial bis zum **Zuordnungswert Z1.2** verfüllt werden.

#### 8.4.4.2 Südliche Erweiterungsfläche

Die Berechnung ist als Anlage 13 beigelegt.

Die Gesamtpunktzahl S beträgt für einen Grundwasserflurabstand von 17,0 bis 20,5 m zwischen 2564 und 3054 Punkten. Somit liegt eine **hohe Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung** vor. Dies hat eine Einstufung als C1- oder C2-Standort zur Folge. Der südliche noch nicht verfüllte Grubenbereich kann im jetzigen Zustand als **wenig empfindlich – Ausnahmestandort (C2-Standort)** eingestuft werden. Hierfür sprechen folgende Gründe:

- Nachweislich wurde keine Wasserführung im Rhät festgestellt.
- Der angenommene Bemessungswasserstand im Rhät ist eine sehr konservative Berechnungsgrundlage im Sinne einer worst-case-Annahme.
- Bei Annahme einer Wasserführung im Rhät ist von einer nur geringen Ergiebigkeit und von einer nur sehr untergeordneten Grundwasserführung auszugehen, die keiner wasserwirtschaftlichen Nutzung unterliegt.
- Das Rhät ist im südlichen Grubenbereich fast ausschließlich bindig ausgebildet und besitzt somit ein sehr hohes Grundwasserschutzpotenzial.
- Die angenommene Klüftigkeit des Rhät-Tonsteins ist eine worst-case-Annahme. Zumindest für den im hangenden anstehenden stark tonigen Tonstein kann auch eine ungeklüftete Struktur bestehen. Dies hat ein wesentlich höheres Grundwasserschutzpotenzial, als in der Berechnung berücksichtigt zur Folge. Die gespannten Grundwasserverhältnisse innerhalb der wasserführenden Rhät-Sandsteinlagen zeigen eine hohe Abdichtung durch die Tonsteine des Oberen Rhät an. Eine hydraulisch relevante Klüftung innerhalb der Tonsteine kann somit nicht abgeleitet werden.

Es kann Fremdmaterial bis zum **Zuordnungswert Z2** verfüllt werden.



Bei den gegebenen Standortverhältnissen ist eine mindestens hohe Gesamtschutzfunktion (Gesamtpunktzahl S größer 2000) für eine Einstufung als C2-Standort notwendig. Dies entspricht einem minimalen Abstand der Rhät-Oberkante zum obersten Rhät-Sandstein von 13 m (siehe Anlage 13, Berechnungsszenario „Minimaler Grundwasserflurabstand für C2-Standort“). Dieser Abstand wird im Bereich der südlichen Erweiterungsfläche nicht unterschritten.

Piewak & Partner GmbH  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz  
Bayreuth, 04.06.2020

-Bearbeiter-  
Geschäftsführer



Ralf Wiegand  
Diplom-Geologe  
Sachverständiger nach § 18 BBodSchG

-Geschäftsführer-

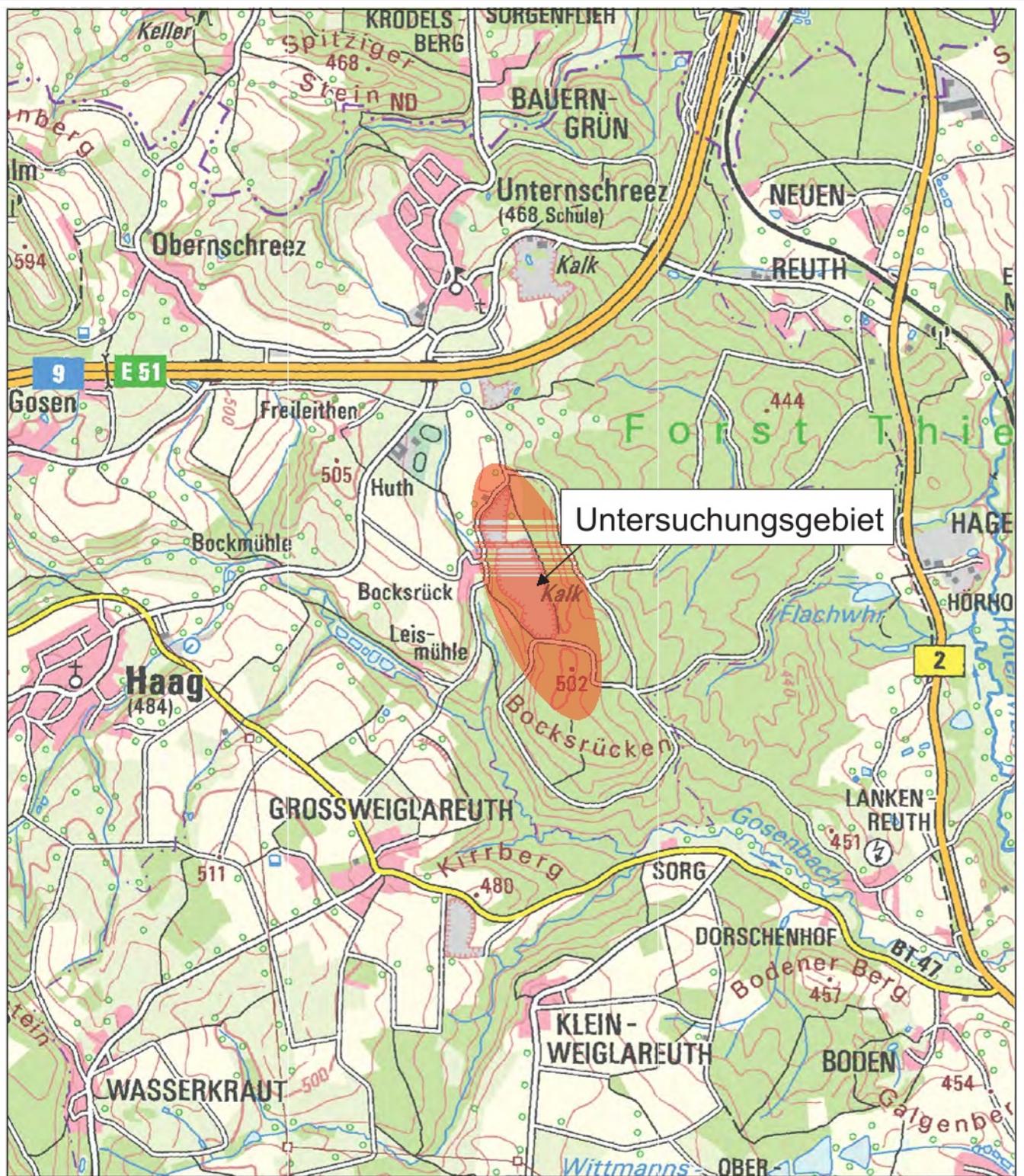


Manfred Piewak  
Diplom-Geologe  
Sachverständiger nach § 18 BBodSchG



## **Anlage 1**

### **Lage des Untersuchungsgebietes, Maßstab 1 : 25.000**

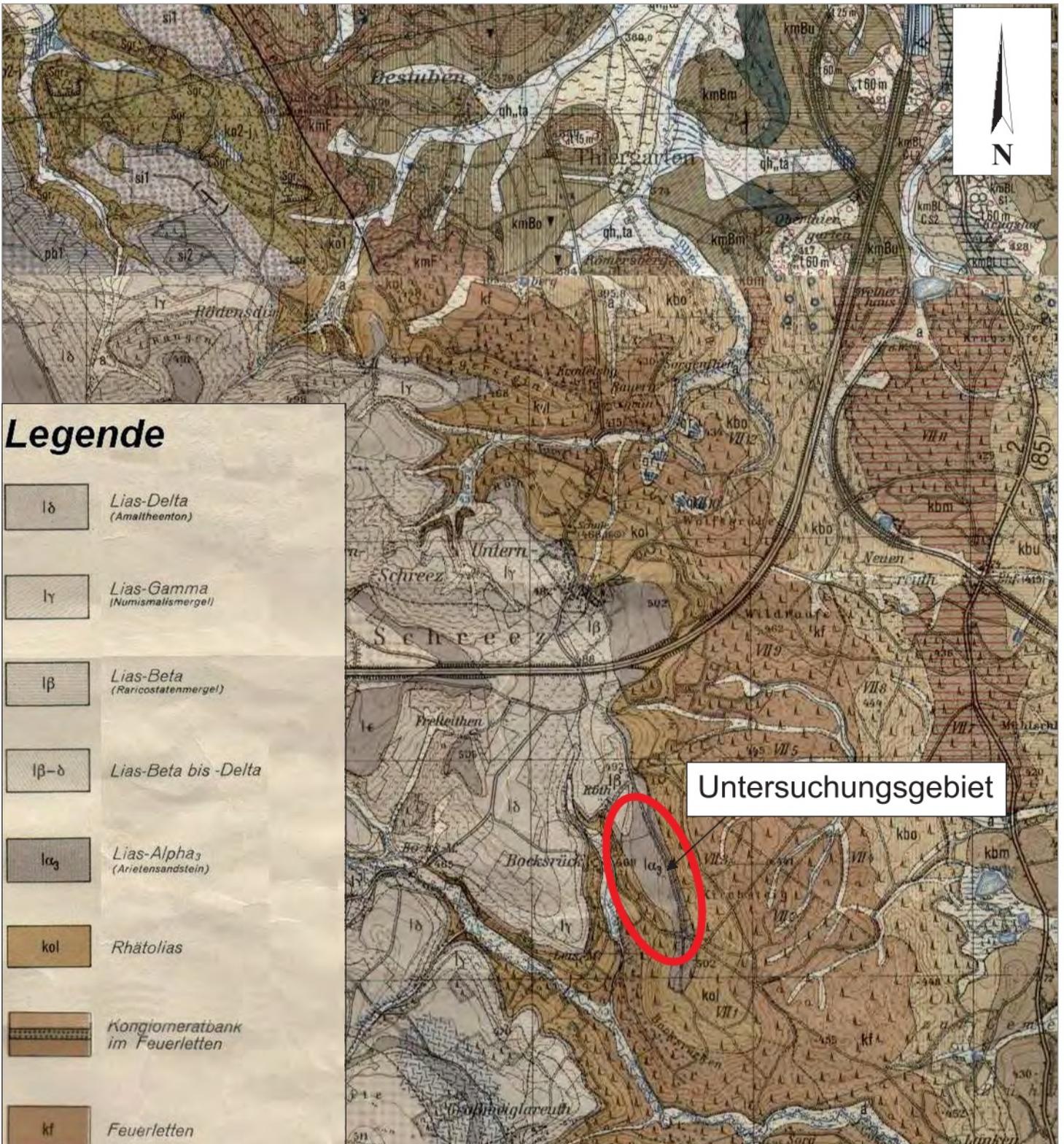


<p align="center"><b>Grube Bocksrück</b>  <b>Standortbeurteilung im nicht verfüllten</b>  <b>südlichen Grubenbereich und der</b>  <b>südlichen Erweiterungsfläche</b></p>		Anlage: 1	
		Projekt-Nr.: 17350	
Maßstab 1 : 25.000	Lage des Untersuchungsgebietes	Tag	Name
		gez. gepr. geänd.	02.04.2020 jk
 <p align="center"><b>Piewak &amp; Partner GmbH</b>          Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz          Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth          Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610</p>		Bayreuth, den 02.04.2020  (Unterschrift)	



## **Anlage 2**

# **Geologische Übersichtskarte, Maßstab 1 : 25.000**



# Legende

- ld *Lias-Delta*  
(Amaltheenton)
- ly *Lias-Gamma*  
(Numismalmergel)
- lb *Lias-Beta*  
(Raricostatenmergel)
- lb-d *Lias-Beta bis -Delta*
- la3 *Lias-Alpha<sub>3</sub>*  
(Arietensandstein)
- kol *Rhätolias*
- kbo *Oberer Burgsandstein*
- kbf *Feuerletten*
- kbo *Konglomeratbank im Feuerletten*
- kfm *Hornsteinfazies des Mittleren Burgsandsteines*
- kkm *Kaolinfazies des Mittleren Burgsandsteines*
- kbu *Unterer Burgsandstein*

Untersuchungsgebiet

<b>Grube Bocksrück</b> Standortbeurteilung im nicht verfüllten südlichen Grubenbereich und der südlichen Erweiterungsfläche		Anlage: 2	
		Projekt-Nr.: 17350	
Maßstab 1 : 25.000	<b>Ausschnitt aus geologischer Karte mit Lage des Untersuchungsgebietes</b>	Tag gez. 02.04.2020 gepr. geänd.	Name jk
 <b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610		Bayreuth, den 02.04.2020 <div style="background-color: black; width: 100px; height: 30px; margin: 5px auto;"></div> ..... (Unterschrift)	



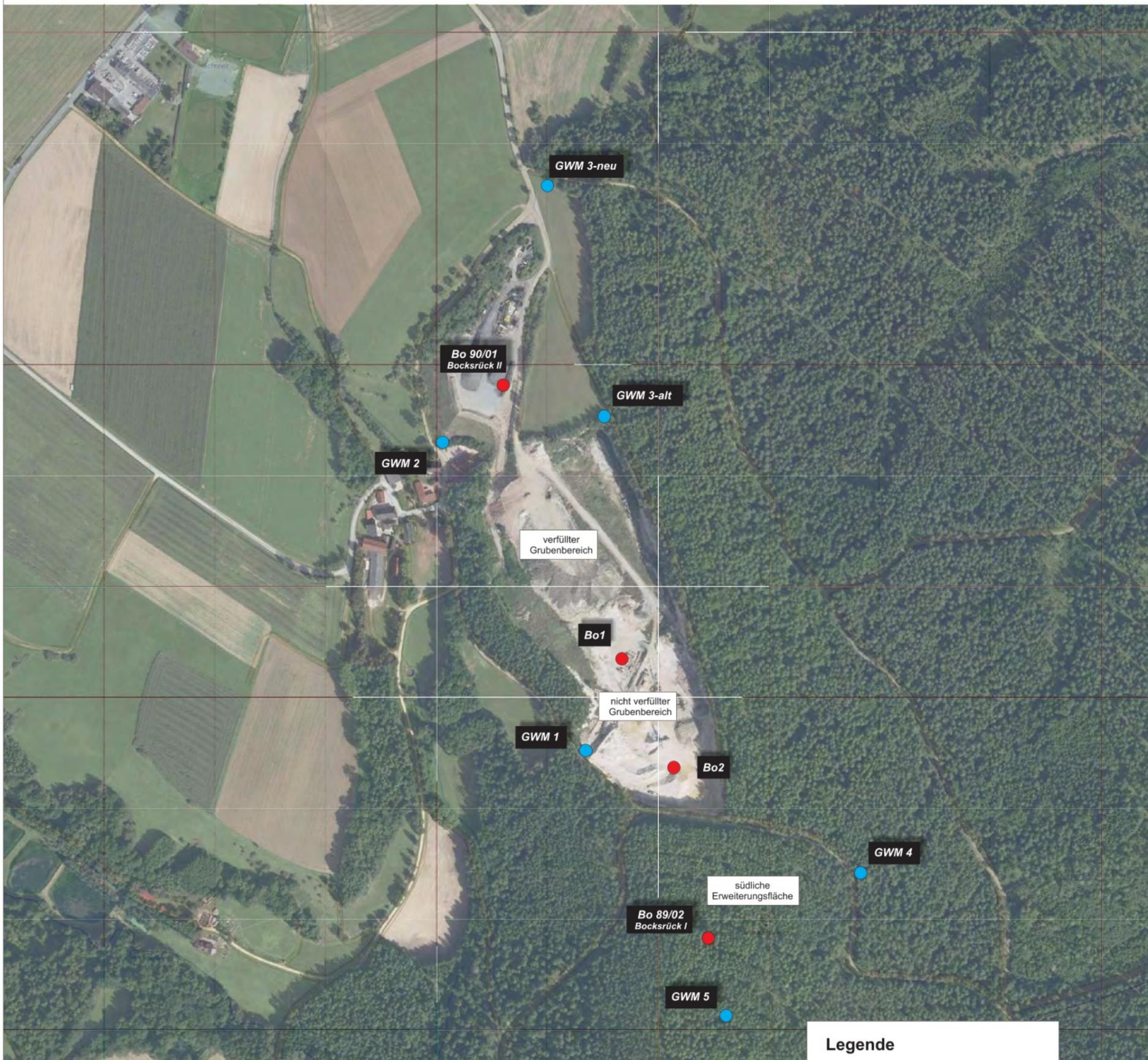
## **Anlage 3**

### **Lagepläne der Bohrungen und Grundwassermessstellen,**



## **Anlage 3.1**

### **Lage der Bohrungen und Grundwassermessstellen, Luftbild, Maßstab 1 : 500**



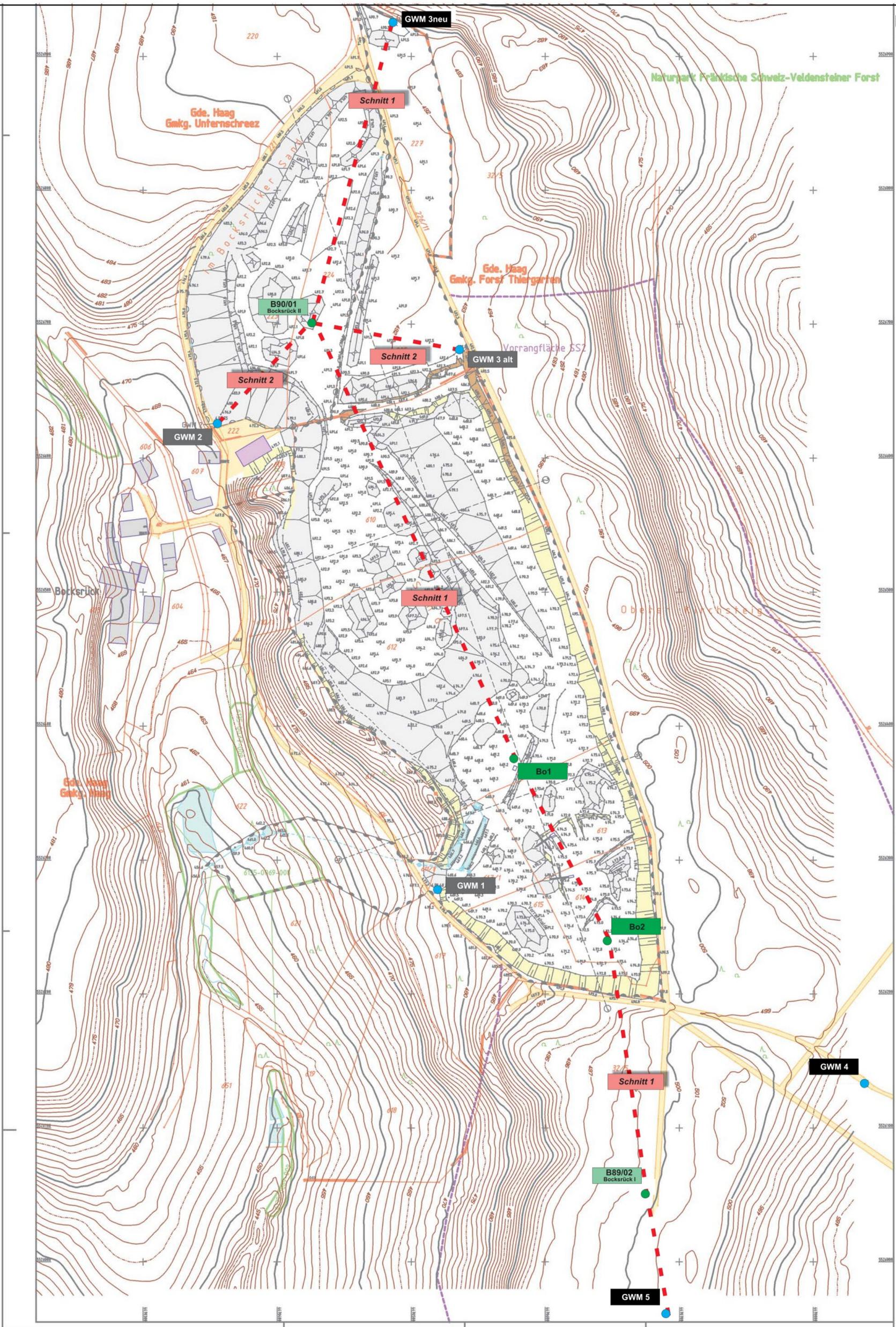
Legende	
GWM 5	Grundwassermessstelle
Bo1	Erkundungsbohrung

<b>Grube Bocksrück</b> Standortbeurteilung im nicht verfüllten südlichen Grubenbereich und der südlichen Erweiterungsfläche		Anlage: 3.1	
		Projekt-Nr.: 17350	
Maßstab: 1:5000	<b>Lage der Bohrungen und          Grundwassermessstellen</b>	Tag	Name
		gez. gepr. geänd.	02.04.2020 jk
 <b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth info@piewak.de - www.piewak.de		Bayreuth, den 02.04.2020  (Unterschrift)	



## **Anlage 3.2**

### **Lage der Bohrungen und Grundwassermessstellen, Grubenriss Maßstab 1 : 2.000**



- Hauptbetriebsplan Bocksrück Sandgrube GmbH & Co.KG
- Hauptbetriebsplan Proß KG
- Gemarkung
- Grundstücksgrenze
- Vorrangfläche
- Bewuchsgrenze
- Straße, Weg
- Biotopkartierung
- Sand
- Abraum
- Halde, Kippe
- Rohr
- Schacht rund
- Schranke

Legende		
GWM 1		Grundwassermessstelle 2003/2004
GWM 4		Grundwassermessstelle 2019
B 1		Bohrung 1989/1990
Bo1		Bohrung 2019

<b>Grube Bocksrück</b> Standortbeurteilung im nicht verfüllten südlichen Grubenbereich und der südlichen Erweiterungfläche		Anlage: 3.2	
		Projekt-Nr.: 17350	
Maßstab 1 : 2.000	Lage der Bohrungen und Grundwassermessstellen	Tag	Name
		gez. gepr. geänd.	03.04.2020 rw
Kartengrundlage: Übersichtsplan Quarzsandtagebau Bocksrück, Abbaustand 09/2019 Ing.-Büro Markscheider Kuhn, 24.09.2019		Bayreuth, den 03.04.2020	
<b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610		 (Unterschrift)	



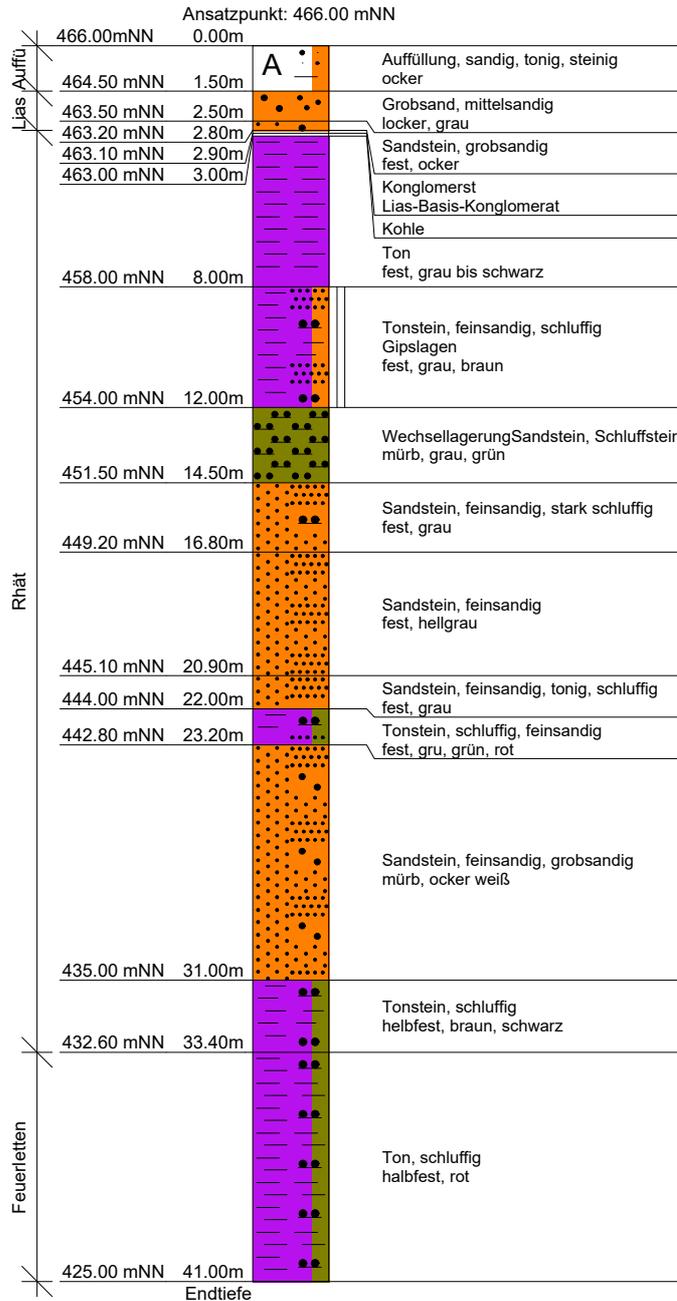


## **Anlage 4**

# **Schichtenprofile und Ausbaupläne der Bohrungen und Grundwassermessstellen**

Piewak & Partner GmbH	Projekt : Grube Bocksrück
Ingenieurbüro	Projektnr.: 17350
für Hydrogeologie und Umweltschutz	Anlage : 4
Bayreuth	Maßstab : 1: 250

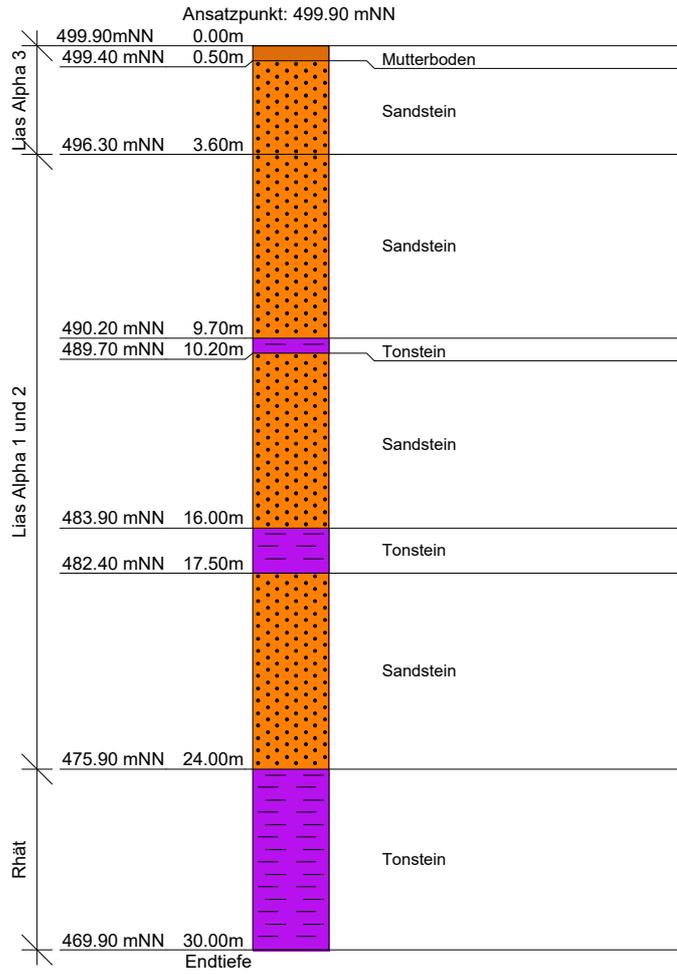
## B 90/01 ... Bocksrück II



NN-Höhe über Annahme der ehemaligen Grubensohle ermittelt

Piewak & Partner GmbH	Projekt : Grube Bocksrück
Ingenieurbüro	Projektnr.: 17350
für Hydrogeologie und Umweltschutz	Anlage : 4
Bayreuth	Maßstab : 1: 250

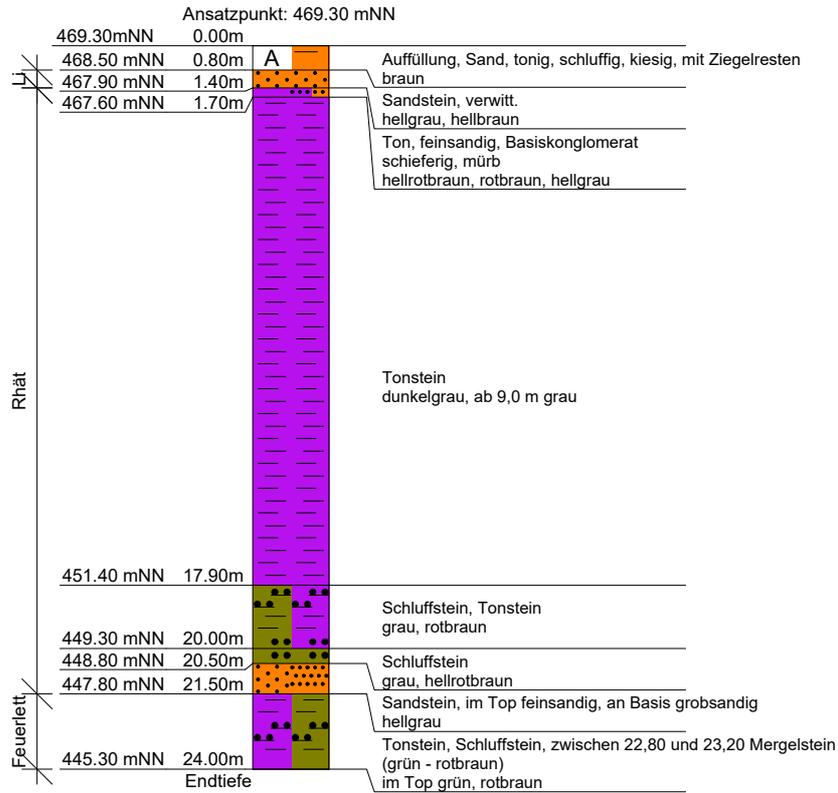
## B89/02 ... Bocksrück I



NN-Höhe wurde über den Höhenplan ermittelt

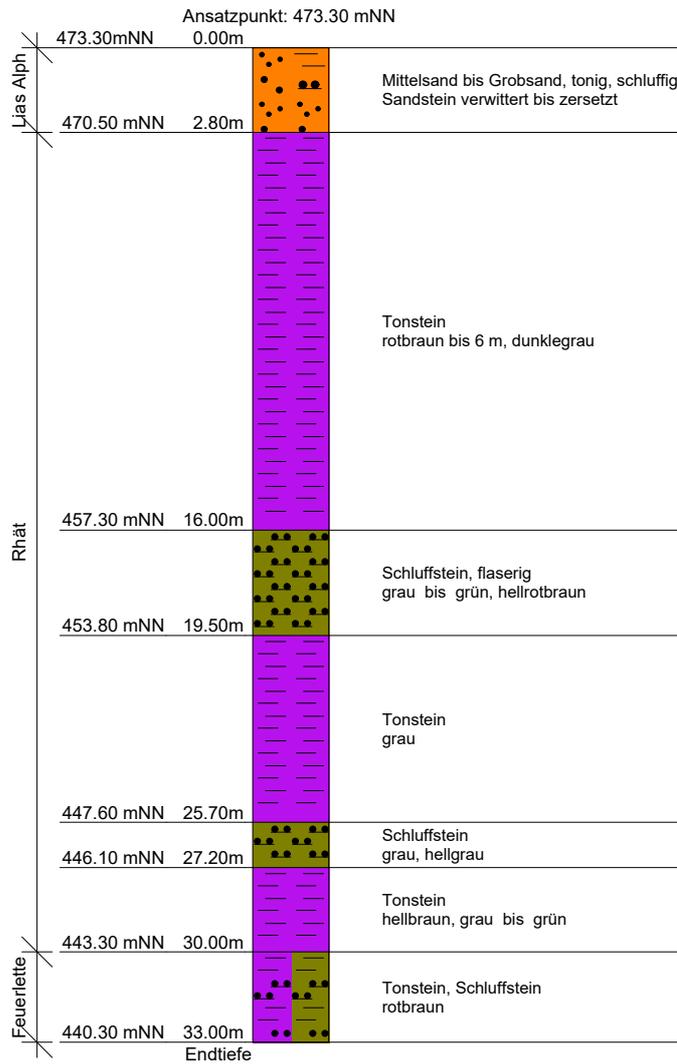
Piewak & Partner GmbH	Projekt : Grube Bocksrück
Ingenieurbüro	Projektnr.: 17350
für Hydrogeologie und Umweltschutz	Anlage : 4
Bayreuth	Maßstab : 1: 250

# Bo1



Piewak & Partner GmbH	Projekt : Grube Bocksrück
Ingenieurbüro	Projektnr.: 17350
für Hydrogeologie und Umweltschutz	Anlage : 4
Bayreuth	Maßstab : 1: 250

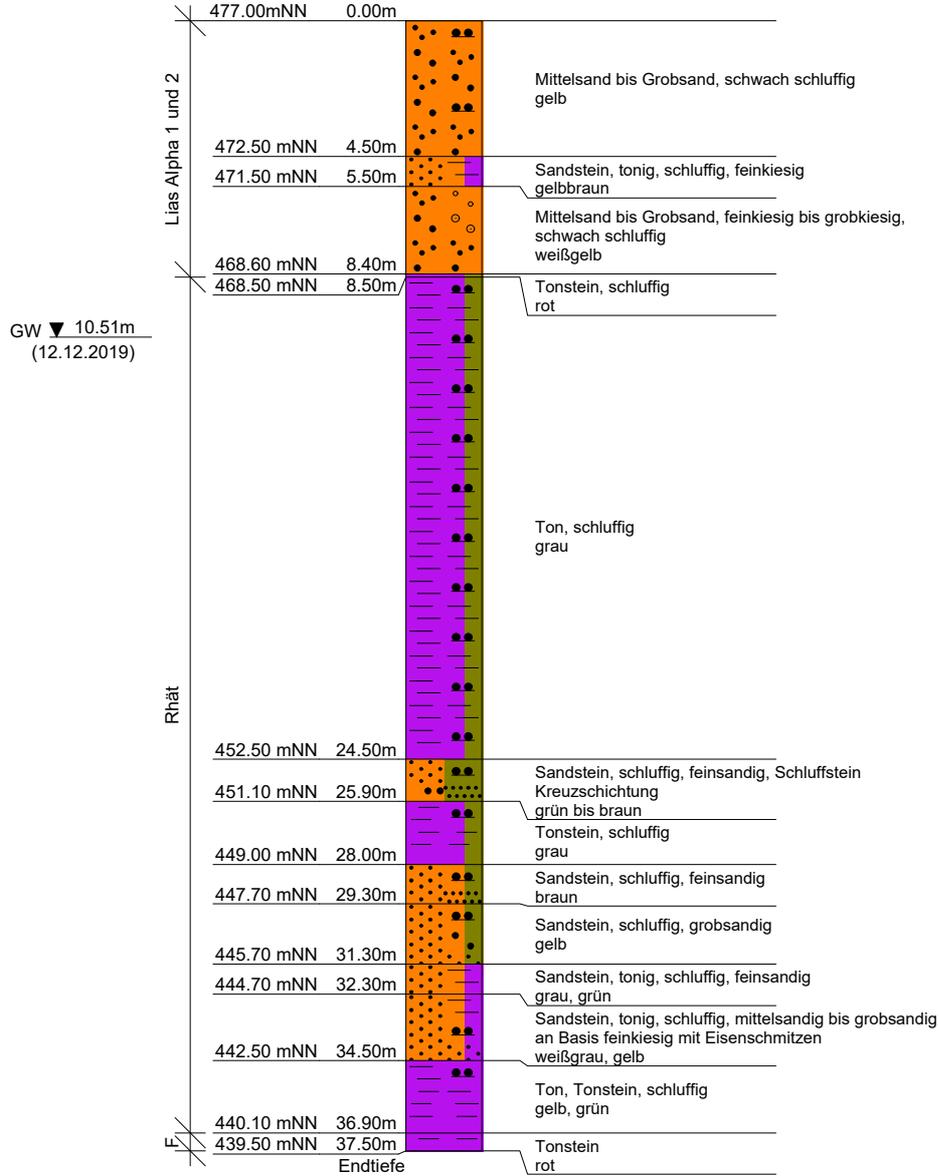
## Bo2



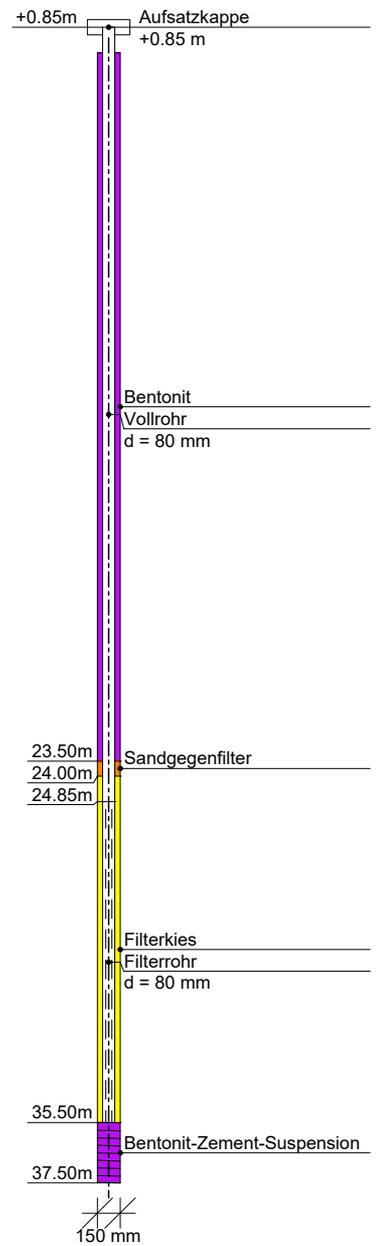
Piewak & Partner GmbH	Projekt : Grube Bocksrück
Ingenieurbüro	Projektnr.: 17350
für Hydrogeologie und Umweltschutz	Anlage : 4
Bayreuth	Maßstab : 1: 250 / 1: 50

## GWM 1

Ansatzpunkt: 477.00 mNN



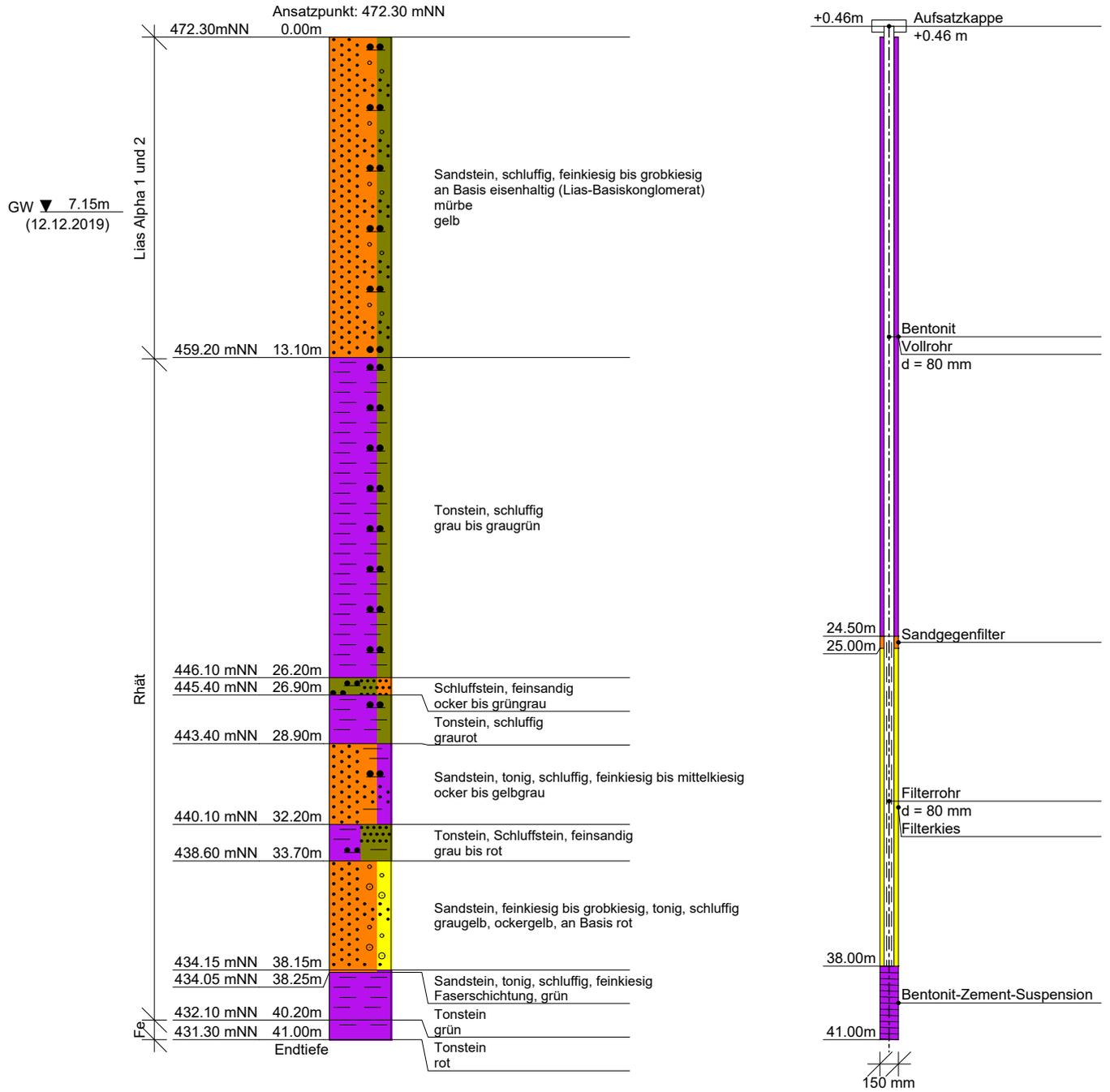
## Pegelausbau



Piewak & Partner GmbH	Projekt : Grube Bocksrück
Ingenieurbüro	Projektnr.: 17350
für Hydrogeologie und Umweltschutz	Anlage : 4
Bayreuth	Maßstab : 1: 250 / 1: 50

## GWM 2

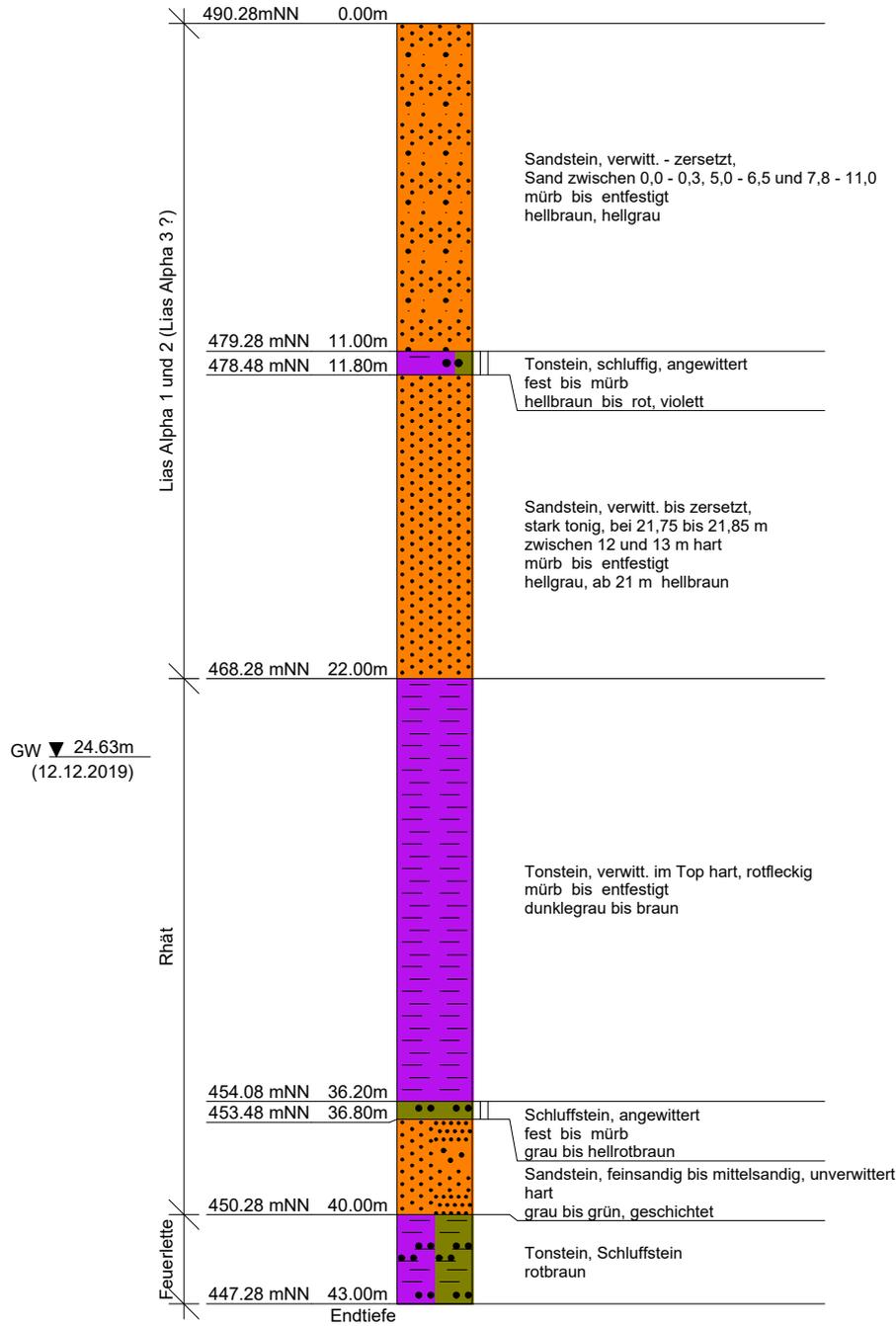
## Pegelausbau



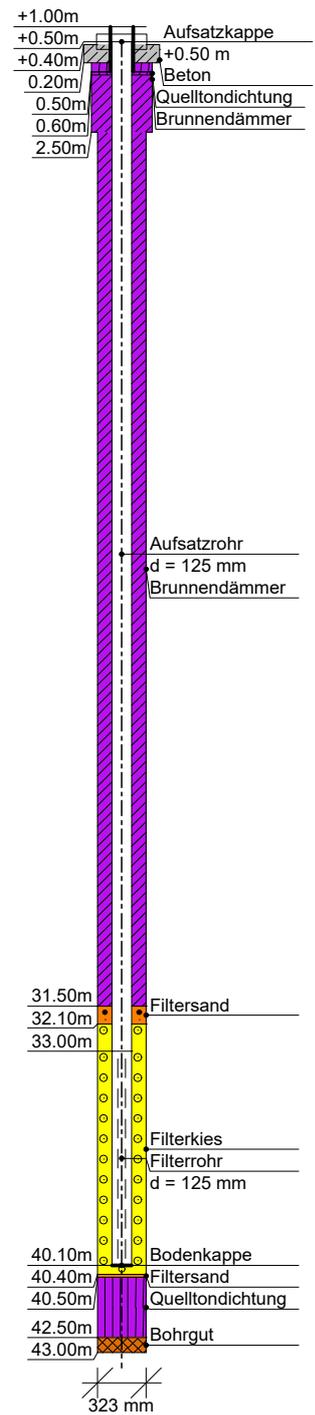
Piewak & Partner GmbH	Projekt : Grube Bocksrück
Ingenieurbüro	Projektnr.: 17350
für Hydrogeologie und Umweltschutz	Anlage : 4
Bayreuth	Maßstab : 1: 250 / 1: 50

## GWM 3 neu

Ansatzpunkt: 490.28 mNN



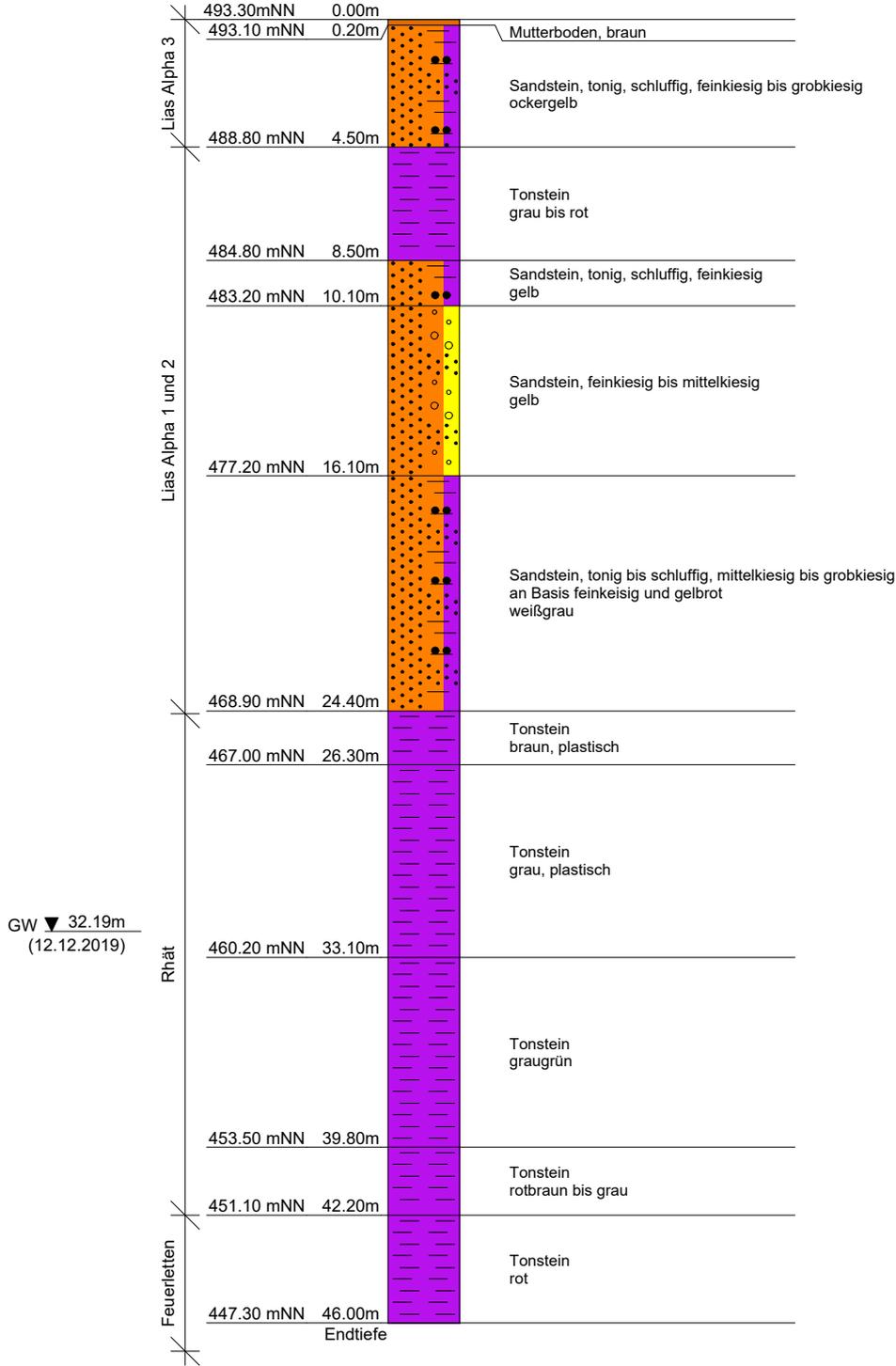
## Pegelausbau



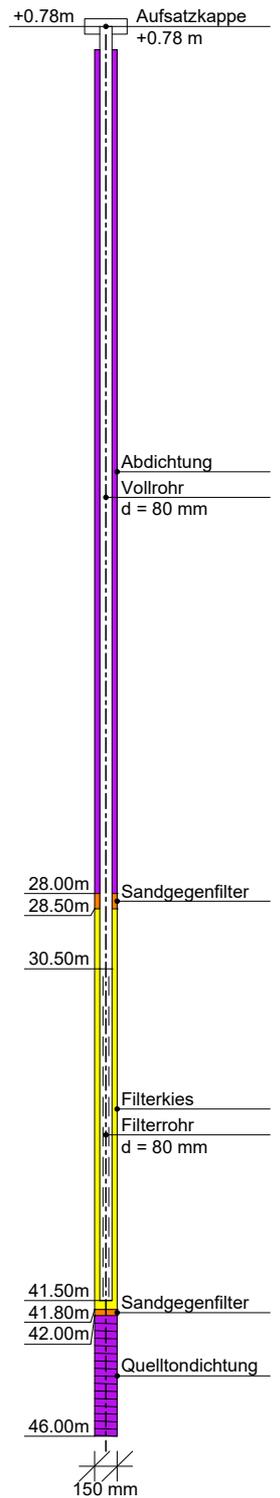
Piewak & Partner GmbH	Projekt : Grube Bocksrück
Ingenieurbüro	Projektnr.: 17350
für Hydrogeologie und Umweltschutz	Anlage : 4
Bayreuth	Maßstab : 1: 250 / 1: 50

## GWM 3alt

Ansatzpunkt: 493.30 mNN



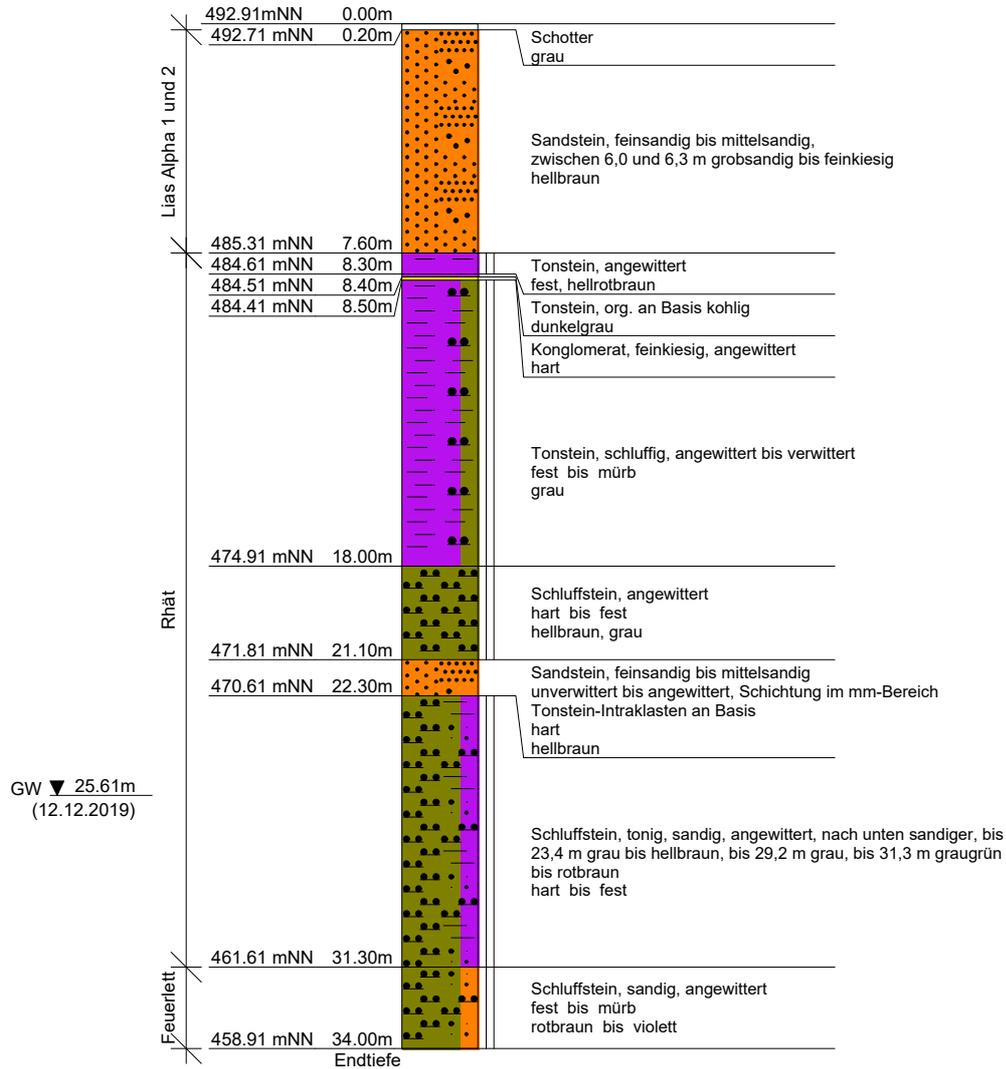
## Pegelausbau



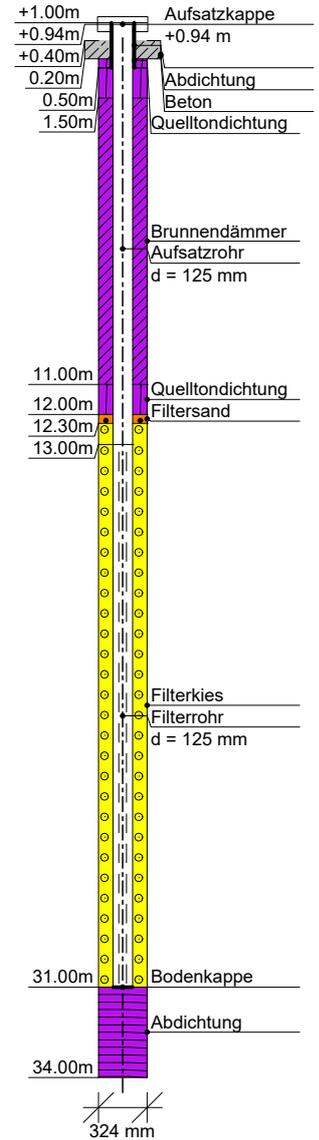
Piewak & Partner GmbH	Projekt : Grube Bocksrück
Ingenieurbüro	Projektnr.: 17350
für Hydrogeologie und Umweltschutz	Anlage : 4
Bayreuth	Maßstab : 1: 250 / 1: 50

## GWM 4

Ansatzpunkt: 492.91 mNN



## Pegelausbau







## **Anlage 5**

# **Fotodokumentation der Bohrkerne**

(m)



0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23



(m)

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

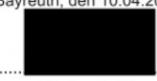
21

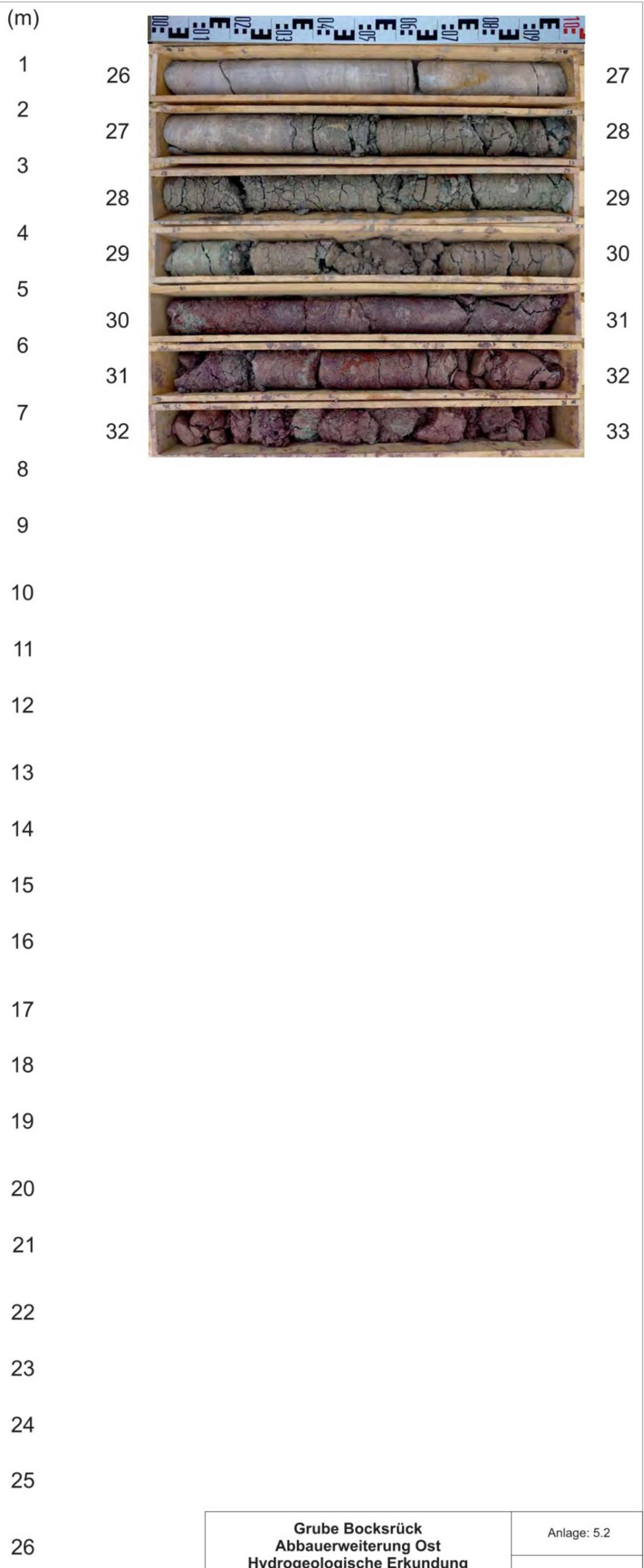
22

23

24

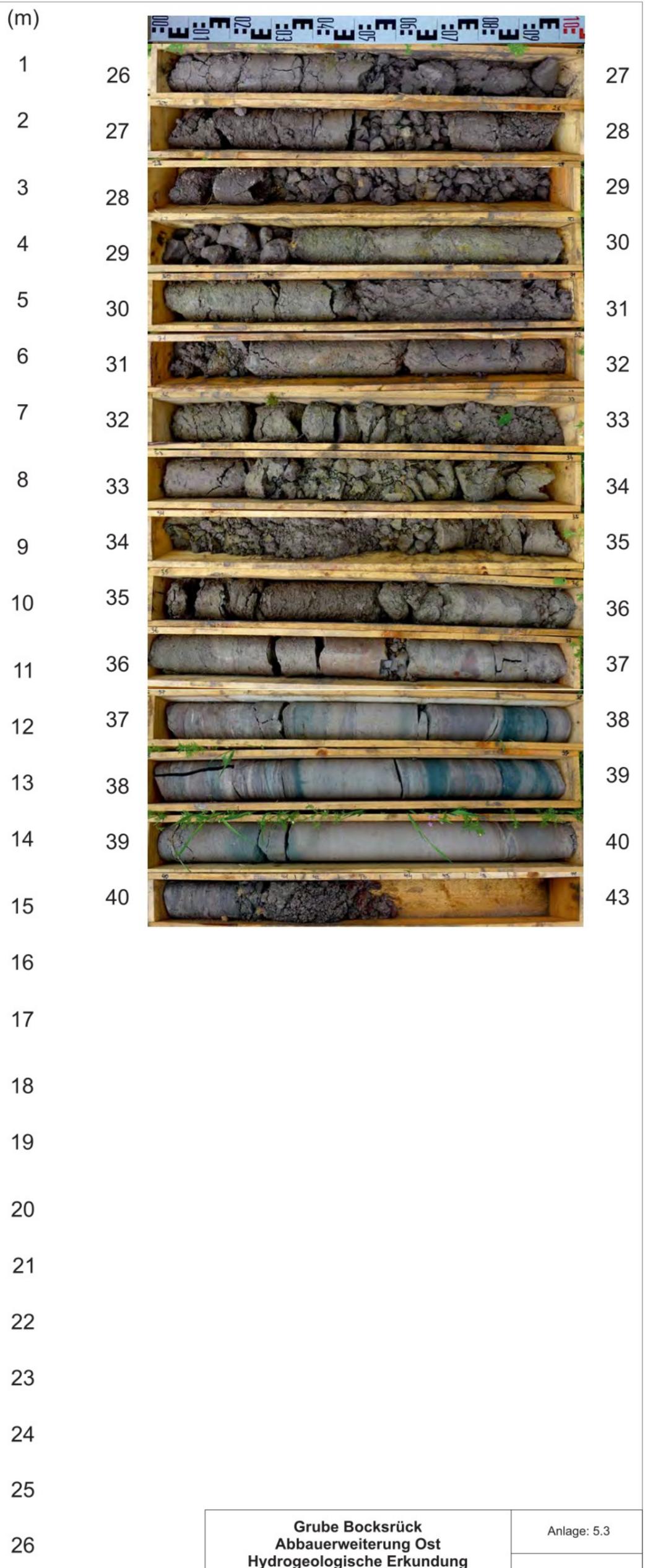
Projekt-Nr.:17350  
Bohrung: Bo1  
Endtiefe: 24,00 m  
Maßstab: 1:10

<b>Grube Bocksrück Abbauerweiterung Ost Hydrogeologische Erkundung</b>		Anlage: 5.1		
		Projekt-Nr.: 17350		
Maßstab 1 : 10	<b>Fotodokumentation der Bohrung Bo1</b>	gez. gepr. geänd.	Tag 04.04.2019	Name lr
 <b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610 info@piewak.de - www.piewak.de		Bayreuth, den 10.04.2019  ..... (Unterschrift)		



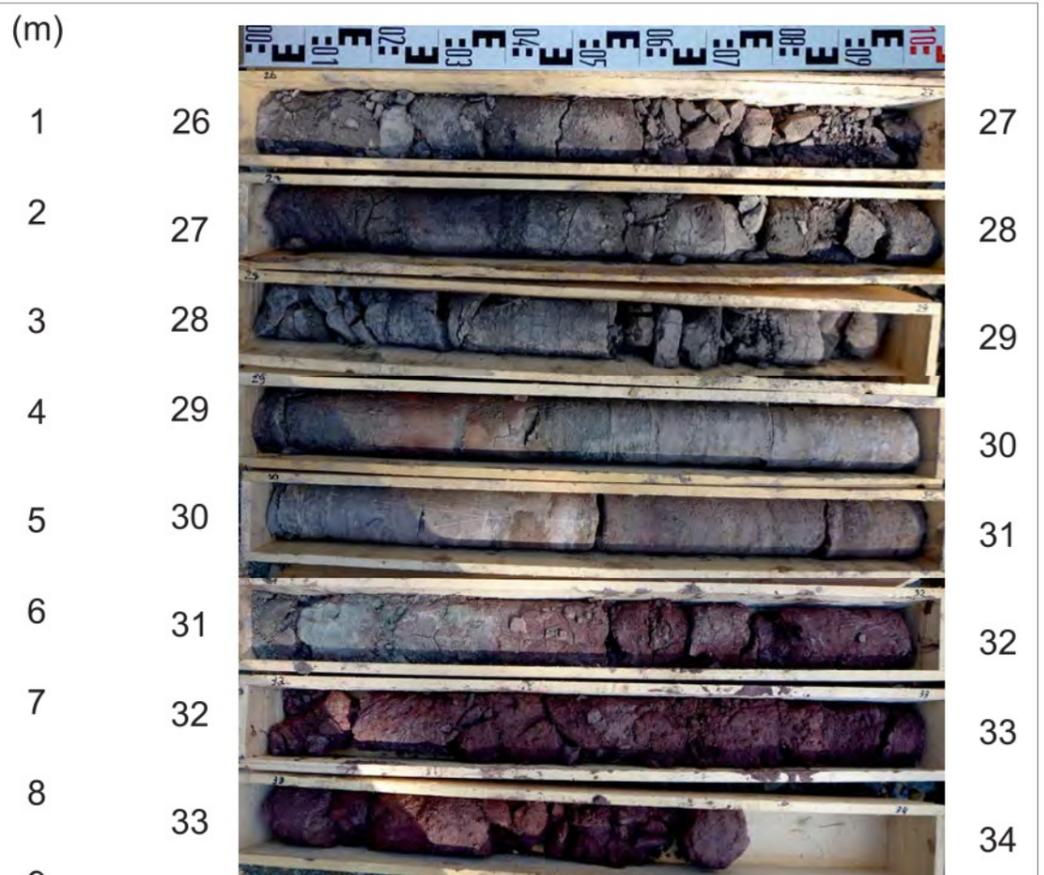
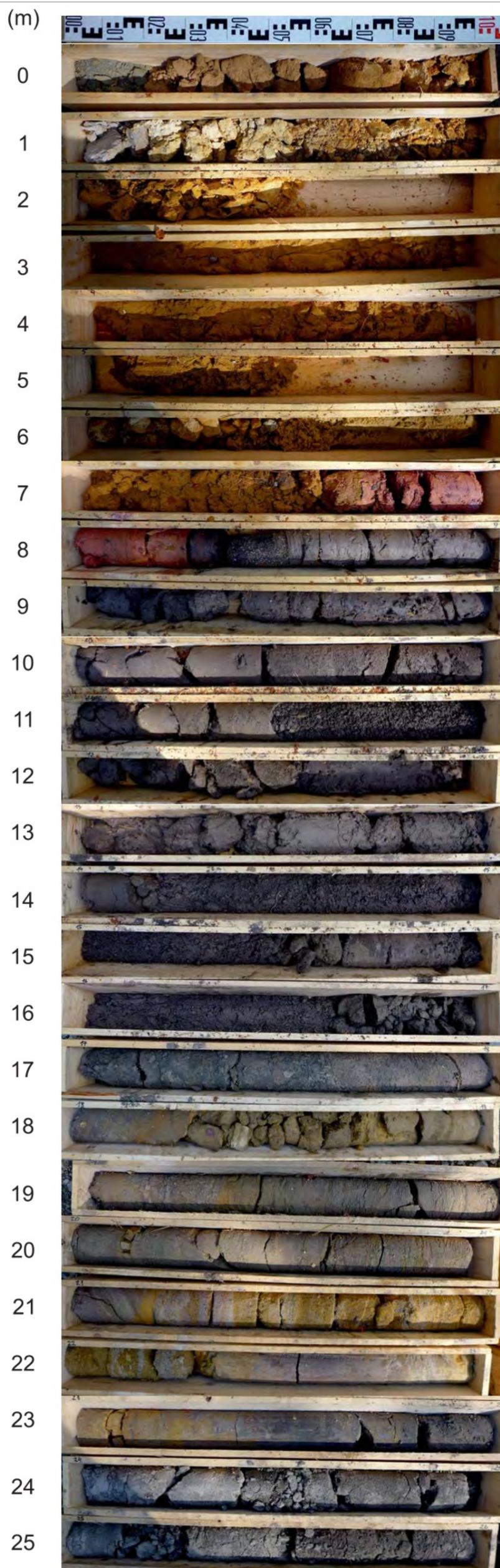
Projekt-Nr.: 17350  
Bohrung: Bo2  
Endtiefe: 33,00 m  
Maßstab: 1:10

<b>Grube Bocksrück</b> <b>Abbauerweiterung Ost</b> <b>Hydrogeologische Erkundung</b>		Anlage: 5.2		
		Projekt-Nr.: 17350		
Maßstab 1 : 10	<b>Fotodokumentation</b> <b>der Bohrung Bo2</b>	gez. gepr. geänd.	Tag 05.04.2019	Name lr
 <b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610 info@piewak.de - www.piewak.de		Bayreuth, den 10.04.2019  ..... (Unterschrift)		



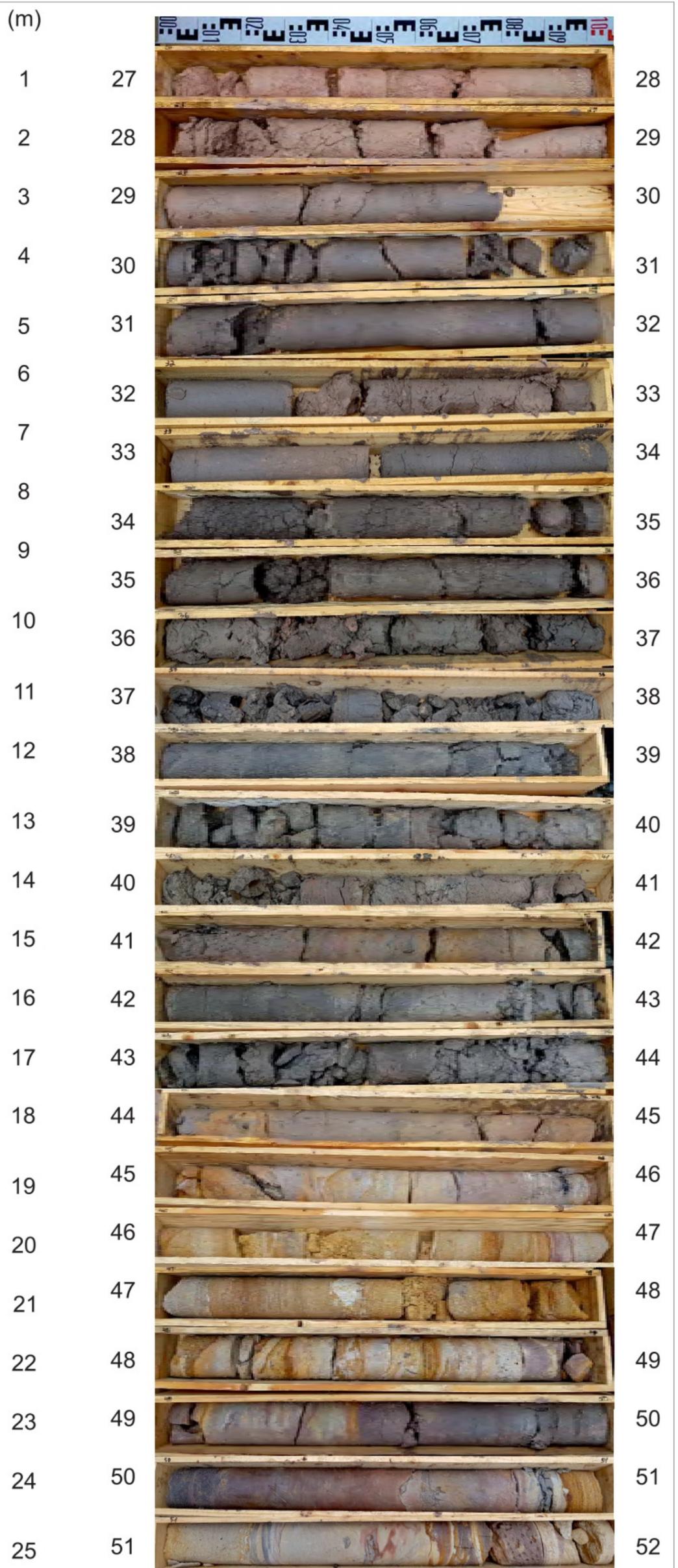
Projekt-Nr.: 17350  
Bohrung: GWM 3 neu  
Endtiefe: 43,00 m  
Maßstab: 1:10

<b>Grube Bocksrück</b> <b>Abbauerweiterung Ost</b> <b>Hydrogeologische Erkundung</b>		Anlage: 5.3		
		Projekt-Nr.: 17350		
Maßstab 1 : 10	<b>Fotodokumentation</b> <b>der Bohrung GWM 3 neu</b>	gez. gepr. geänd.	Tag 22.05.2019	Name lr
 <b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610 info@piewak.de - www.piewak.de		Bayreuth, den 24.05.2019  (Unterschrift)		



Projekt-Nr.: 17350  
Bohrung: GWM 4  
Endtiefe: 34,00 m  
Maßstab: 1:10

<b>Grube Bocksrück</b> <b>Abbauerweiterung Ost</b> <b>Hydrogeologische Erkundung</b>		Anlage: 5.4		
		Projekt-Nr.: 17350		
Maßstab 1 : 10	<b>Fotodokumentation</b> <b>der Bohrung GWM 4</b>	gez. gepr. geänd.	Tag 13.06.2019	Name lr
 <b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610 info@piewak.de - www.piewak.de		Bayreuth, den 18.06.2019  ..... (Unterschrift)		



Projekt-Nr.:17350  
Bohrung: GWM 5  
Endtiefe: 52,00 m  
Maßstab: 1:10

<b>Grube Bocksrück</b> <b>Abbauerweiterung Ost</b> <b>Hydrogeologische Erkundung</b>		Anlage: 5.5		
		Projekt-Nr.: 17350		
Maßstab	<b>Fotodokumentation</b> <b>der Bohrung GWM 5</b>	gez. gepr. geänd.	Tag	Name
1 : 10		geänd.	31.07.2019	lr
 <b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610 info@piewak.de - www.piewak.de		Bayreuth, den 27.04.2020		
		 (Unterschrift)		



## **Anlage 6**

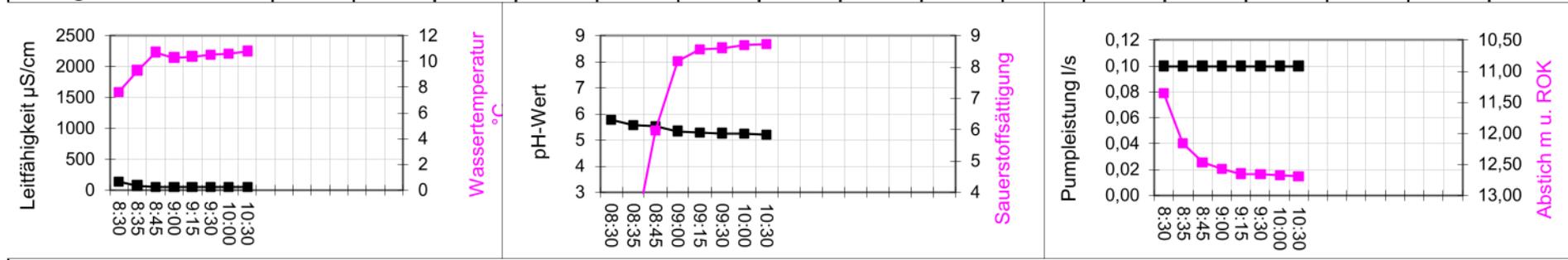
# **Probenahmeprotokolle Grundwasser**



<b>Probenahmeprotokoll</b>	<b>GWM 1</b>	<b>Sandgrube Bocksrück</b>	<b>Datum: 12.12.2019</b>
Lage der Messstelle: siehe Lageplan Probebehälter: Flaschensatz SGS Durchschnittl. Pumpleistung l/s: 0,1 Ruhewasserspiegel m u. ROK: 11,36		Vorwetter u. Lufttemperatur: Schnee, 0°C Einhängtiefe U-Pumpe in m u. ROK: 21,00 Absenkung im u. ROK: 12,70 Endteufe der GWM in m u. ROK: 35,50	Probenahmezeit: 10:30 Art der Probenahme: Pumpprobe Grundwasserleiter: Rhät Gesamtentnahme: 720 l

**Ergebnisse der hydrochemischen Analysen und sonstiger Messungen vor Ort**

Uhrzeit	8:30	8:35	8:45	9:00	9:15	9:30	10:00	10:30							
Leitfähigkeit µS/cm	134	75	56	50	50	49	49	48							
Wassertemperatur °C	7,6	9,3	10,7	10,3	10,4	10,5	10,6	10,8							
pH-Wert	5,76	5,56	5,52	5,34	5,27	5,26	5,23	5,20							
Sauerstoff mg/l	3,44	2,32	5,97	8,18	8,56	8,61	8,69	8,73							
Redoxpotenz. Eh mV															
Pumpleistung l/s	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10							
Abstich m u.ROK	11,36	12,16	12,47	12,58	12,65	12,66	12,68	12,70							
Geruch	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.							
Aussehen	st. trüb	st. trüb	st. trüb	trüb	trüb	trüb	trüb	l. trüb							
Sonstige	-	-	-	-	-	-	-	-							



<b>rH-Wert*</b>															
-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

\*negativer dekadischer Logarithmus des Wasserstoffpartialdrucks  
(nach Merkblatt 3.8/1, Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft)

$$rH = \frac{2 \times Eh}{59,16mV} + 2pH$$

rH 0 bis 17      reduzierendes Mileu  
rH 17 bis 25      indifferent  
rH 25 bis 42      oxidierendes Mileu

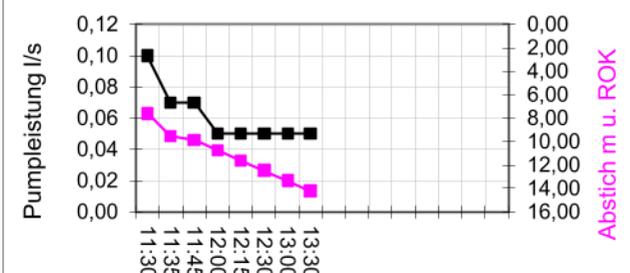
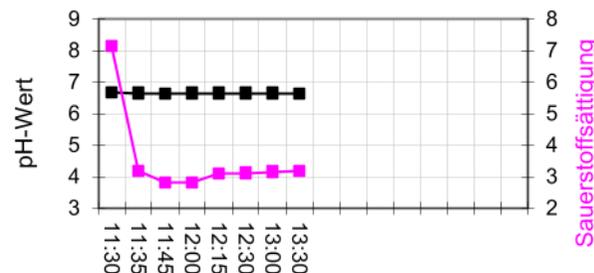
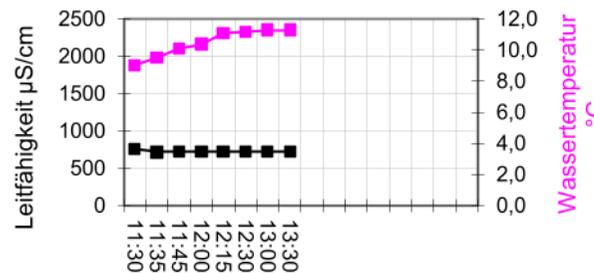
**Unterschrift Probenehmer**



<b>Probenahmeprotokoll</b>	<b>GWM 2</b>	<b>Sandgrube Bocksrück</b>	<b>Datum: 12.12.2019</b>
Lage der Messstelle: siehe Lageplan Probebehälter: Flaschensatz SGS Durchschnittl. Pumpleistung l/s: 0,05 bis 0,07 Ruhewasserspiegel m u. ROK: 7,61		Vorwetter u. Lufttemperatur: Schnee, 2°C Einhängtiefe U-Pumpe in m u. ROK: 34,00 Absenkung im u. ROK: 14,21 Endteufe der GWM in m u. ROK: 38,00	
		Probenahmezeit: 13:30 Art der Probenahme: Pumpprobe Grundwasserleiter: Rhät Gesamtentnahme: 400 l	

**Ergebnisse der hydrochemischen Analysen und sonstiger Messungen vor Ort**

Uhrzeit	11:30	11:35	11:45	12:00	12:15	12:30	13:00	13:30							
Leitfähigkeit µS/cm	758	717	720	719	723	721	719	718							
Wassertemperatur °C	9,0	9,5	10,1	10,4	11,1	11,2	11,3	11,3							
pH-Wert	6,68	6,65	6,63	6,65	6,65	6,64	6,65	6,63							
Sauerstoff mg/l	7,14	3,18	2,81	2,82	3,09	3,12	3,15	3,18							
Redoxpotenz. Eh mV															
Pumpleistung l/s	0,10	0,07	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05							
Abstich m u.ROK	7,61	9,53	9,87	10,76	11,61	12,49	13,37	14,21							
Geruch	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.							
Aussehen	trüb	trüb	trüb	l. trüb	l. trüb	l. trüb	l.trüb	klar							
Sonstige	-	-	-	-	-	-	-	-							



<b>rH-Wert*</b>															
-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

\*negativer dekadischer Logarithmus des Wasserstoffpartialdrucks

$$rH = \frac{2 \times Eh}{59,16mV} + 2pH$$

(nach Merkblatt 3.8/1, Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft)

rH 0 bis 17      reduzierendes Mileu  
rH 17 bis 25      indifferent  
rH 25 bis 42      oxidierendes Mileu

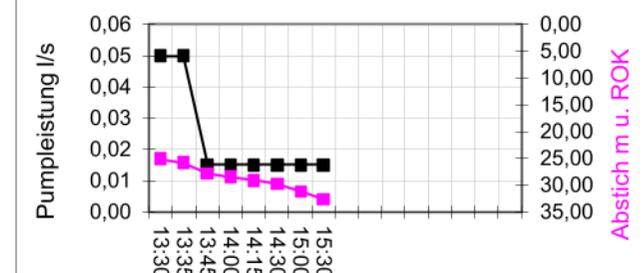
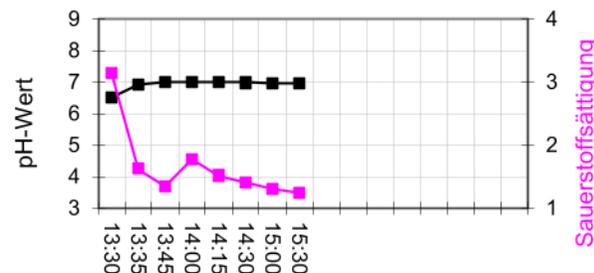
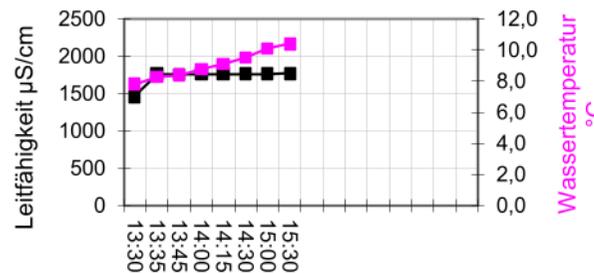
<b>Unterschrift Probenehmer</b>															
---------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



<b>Probenahmeprotokoll</b>	<b>GWM 3neu</b>	<b>Sandgrube Bocksrück</b>	<b>Datum: 11.12.2019</b>
Lage der Messstelle: siehe Lageplan Probebehälter: Flaschensatz SGS Durchschnittl. Pumpleistung l/s: 0,015 Ruhewasserspiegel m u. ROK: 25,13		Vorwetter u. Lufttemperatur: bewölkt, 1°C Einhängtiefe U-Pumpe in m u. ROK: 41,00 Absenkung im u. ROK: 32,73 Endteufe der GWM in m u. ROK: 41,00	
		Probenahmezeit: 15:30 Art der Probenahme: Pumpprobe Grundwasserleiter: Rhät Gesamtentnahme: 133 l	

### Ergebnisse der hydrochemischen Analysen und sonstiger Messungen vor Ort

Uhrzeit	13:30	13:35	13:45	14:00	14:15	14:30	15:00	15:30							
Leitfähigkeit µS/cm	1458	1767	1756	1766	1767	1766	1768	1769							
Wassertemperatur °C	7,8	8,3	8,4	8,8	9,1	9,5	10,1	10,4							
pH-Wert	6,51	6,92	6,99	7,00	7,00	6,98	6,97	6,97							
Sauerstoff mg/l	3,14	1,62	1,34	1,77	1,52	1,41	1,30	1,25							
Redoxpotenz. Eh mV															
Pumpleistung l/s	0,05	0,05	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015							
Abstich m u.ROK	25,13	25,85	27,76	28,42	29,14	29,81	31,18	32,73							
Geruch	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.							
Aussehen	klar	klar	klar	klar	klar	l. trüb	l. trüb	l. trüb							
Sonstige	-	-	-	-	-	-	-	-							



<b>rH-Wert*</b>															
-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

\*negativer dekadischer Logarithmus des Wasserstoffpartialdrucks

$$rH = \frac{2 \times Eh}{59,16mV} + 2pH$$

(nach Merkblatt 3.8/1, Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft)

rH 0 bis 17	reduzierendes Mileu
rH 17 bis 25	indifferent
rH 25 bis 42	oxidierendes Mileu

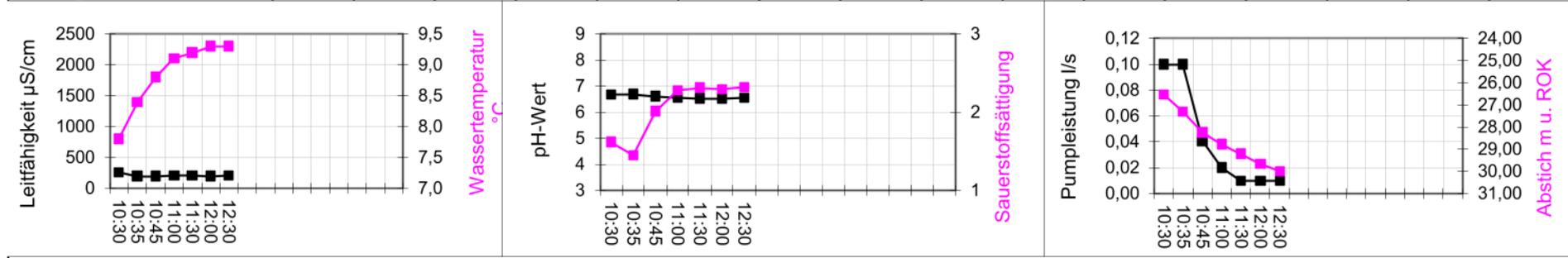
**Unterschrift Probenehmer**



<b>Probenahmeprotokoll</b>	<b>GWM 4</b>	<b>Sandgrube Bocksrück</b>	<b>Datum: 11.12.2019</b>
Lage der Messstelle: siehe Lageplan Probebehälter: Flaschensatz SGS Durchschnittl. Pumpleistung l/s: 0,01 Ruhewasserspiegel m u. ROK: 26,55		Vorwetter u. Lufttemperatur: bewölkt, -1°C Einhängtiefe U-Pumpe in m u. ROK: 31,00 Absenkung im u. ROK: 30,01 Endteufe der GWM in m u. ROK: 32,00	
		Probenahmezeit: 12:30 Art der Probenahme: Pumpprobe Grundwasserleiter: Rhät Gesamtentnahme: 108 l	

**Ergebnisse der hydrochemischen Analysen und sonstiger Messungen vor Ort**

Uhrzeit	10:30	10:35	10:45	11:00	11:30	12:00	12:30								
Leitfähigkeit µS/cm	256	197	197	201	203	199	201								
Wassertemperatur °C	7,8	8,4	8,8	9,1	9,2	9,3	9,3								
pH-Wert	6,68	6,69	6,60	6,56	6,53	6,52	6,54								
Sauerstoff mg/l	1,62	1,45	2,01	2,28	2,31	2,29	2,32								
Redoxpotenz. Eh mV															
Pumpleistung l/s	0,10	0,10	0,040	0,020	0,010	0,010	0,010								
Abstich m u.ROK	26,55	27,31	28,26	28,79	29,21	29,67	30,01								
Geruch	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.								
Aussehen	trüb	trüb	l. trüb	l. trüb	l. trüb	l. trüb	l. trüb								
Sonstige	-	-	-	-	-	-	-								



<b>rH-Wert*</b>															
-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

\*negativer dekadischer Logarithmus des Wasserstoffpartialdrucks

$$rH = \frac{2 \times Eh}{59,16mV} + 2pH$$

(nach Merkblatt 3.8/1, Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft)

	rH 0 bis 17	reduzierendes Mileu
	rH 17 bis 25	indifferent
	rH 25 bis 42	oxidierendes Mileu

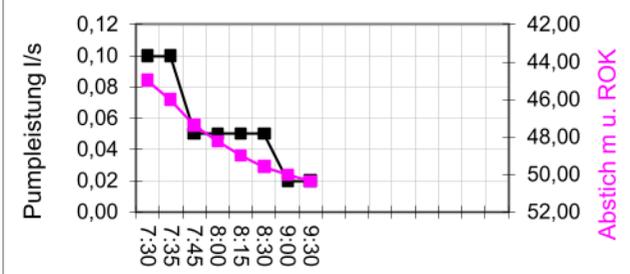
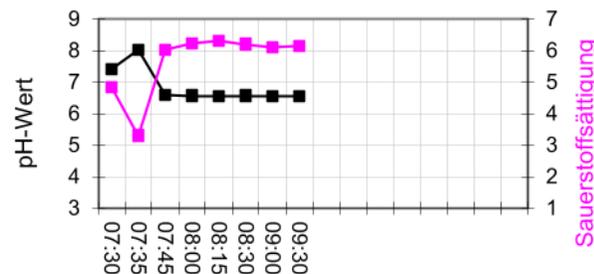
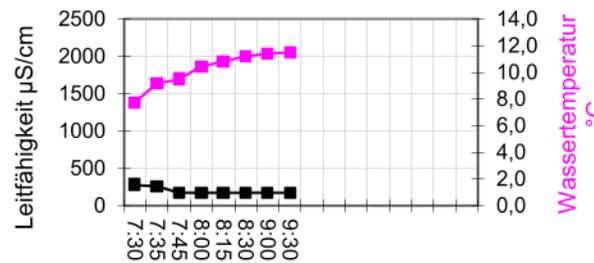
**Unterschrift Probenehmer**



<b>Probenahmeprotokoll</b>	<b>GWM 5</b>	<b>Sandgrube Bocksrück</b>	<b>Datum: 11.12.2019</b>
Lage der Messstelle: siehe Lageplan Probebehälter: Flaschensatz SGS Durchschnittl. Pumpleistung l/s: 0,01 Ruhewasserspiegel m u. ROK: 26,55		Vorwetter u. Lufttemperatur: bewölkt, -1°C Einhängtiefe U-Pumpe in m u. ROK: 31,00 Absenkung im u. ROK: 30,01 Endteufe der GWM in m u. ROK: 32,00	
		Probenahmezeit: 12:30 Art der Probenahme: Pumpprobe Grundwasserleiter: Rhät Gesamtentnahme: 253 l	

### Ergebnisse der hydrochemischen Analysen und sonstiger Messungen vor Ort

Uhrzeit	7:30	7:35	7:45	8:00	8:15	8:30	9:00	9:30							
Leitfähigkeit µS/cm	282	260	176	175	174	174	173	173							
Wassertemperatur °C	7,7	9,2	9,5	10,4	10,8	11,2	11,4	11,5							
pH-Wert	7,41	8,03	6,59	6,57	6,56	6,57	6,55	6,56							
Sauerstoff mg/l	4,84	3,3	6,03	6,22	6,31	6,21	6,09	6,15							
Redoxpotenz. Eh mV															
Pumpleistung l/s	0,10	0,10	0,050	0,050	0,050	0,050	0,020	0,020							
Abstich m u.ROK	44,97	46,00	47,39	48,22	48,98	49,57	50,01	50,39							
Geruch	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.							
Aussehen	l. trüb	trüb	st. trüb	st. trüb	st. trüb	st. trüb	st. trüb	st. trüb							
Sonstige	-	-	-	-	-	-	-	-							



<b>rH-Wert*</b>															
-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

\*negativer dekadischer Logarithmus des Wasserstoffpartialdrucks

$$rH = \frac{2 \times Eh}{59,16mV} + 2pH$$

(nach Merkblatt 3.8/1, Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft)

rH 0 bis 17	reduzierendes Mileu
rH 17 bis 25	indifferent
rH 25 bis 42	oxidierendes Mileu

**Unterschrift Probenehmer**



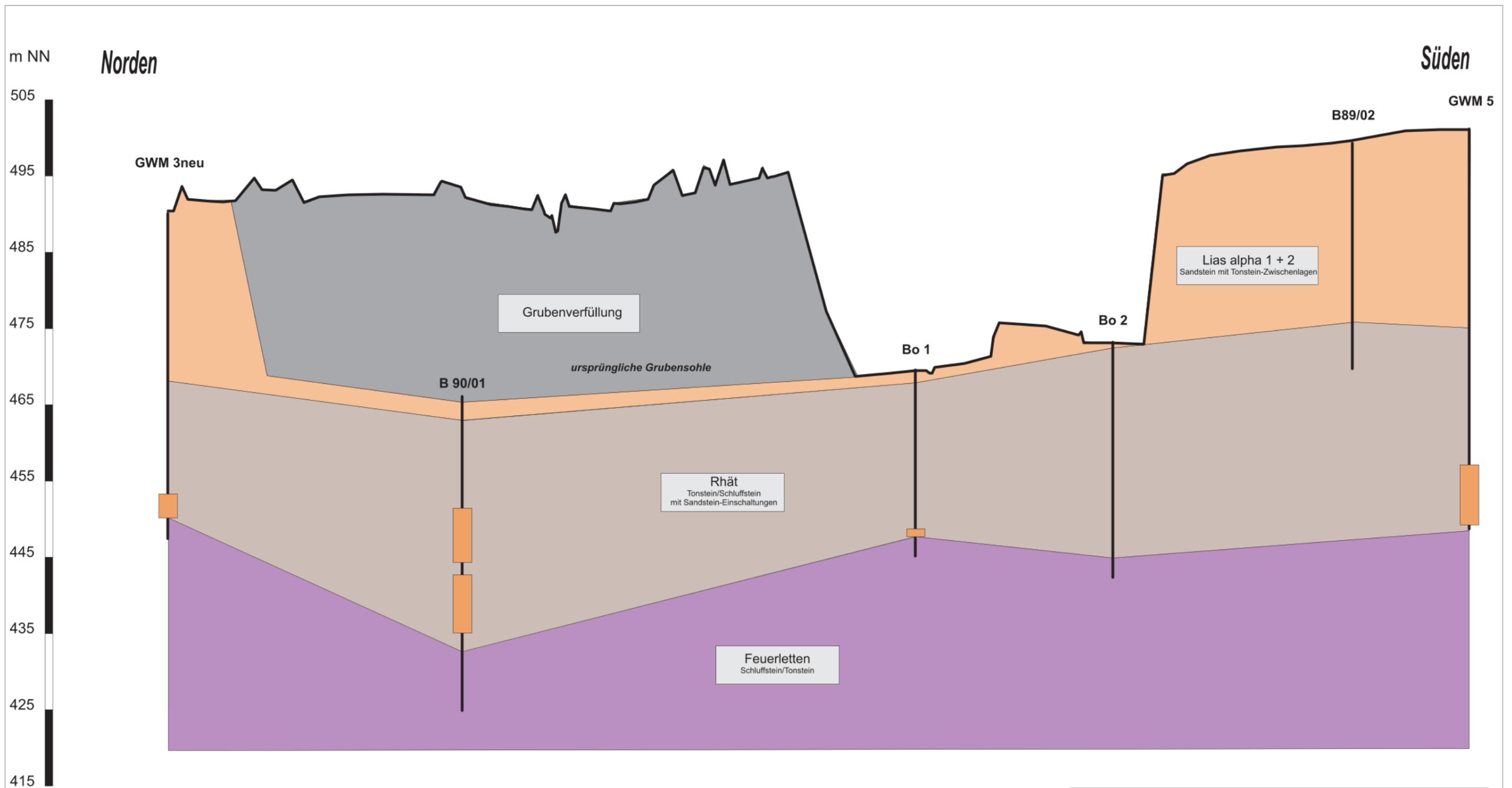
# **Anlage 7**

## **Geologische Schnitte**



# **Anlage 7.1**

## **Geologischer Schnitt 1**



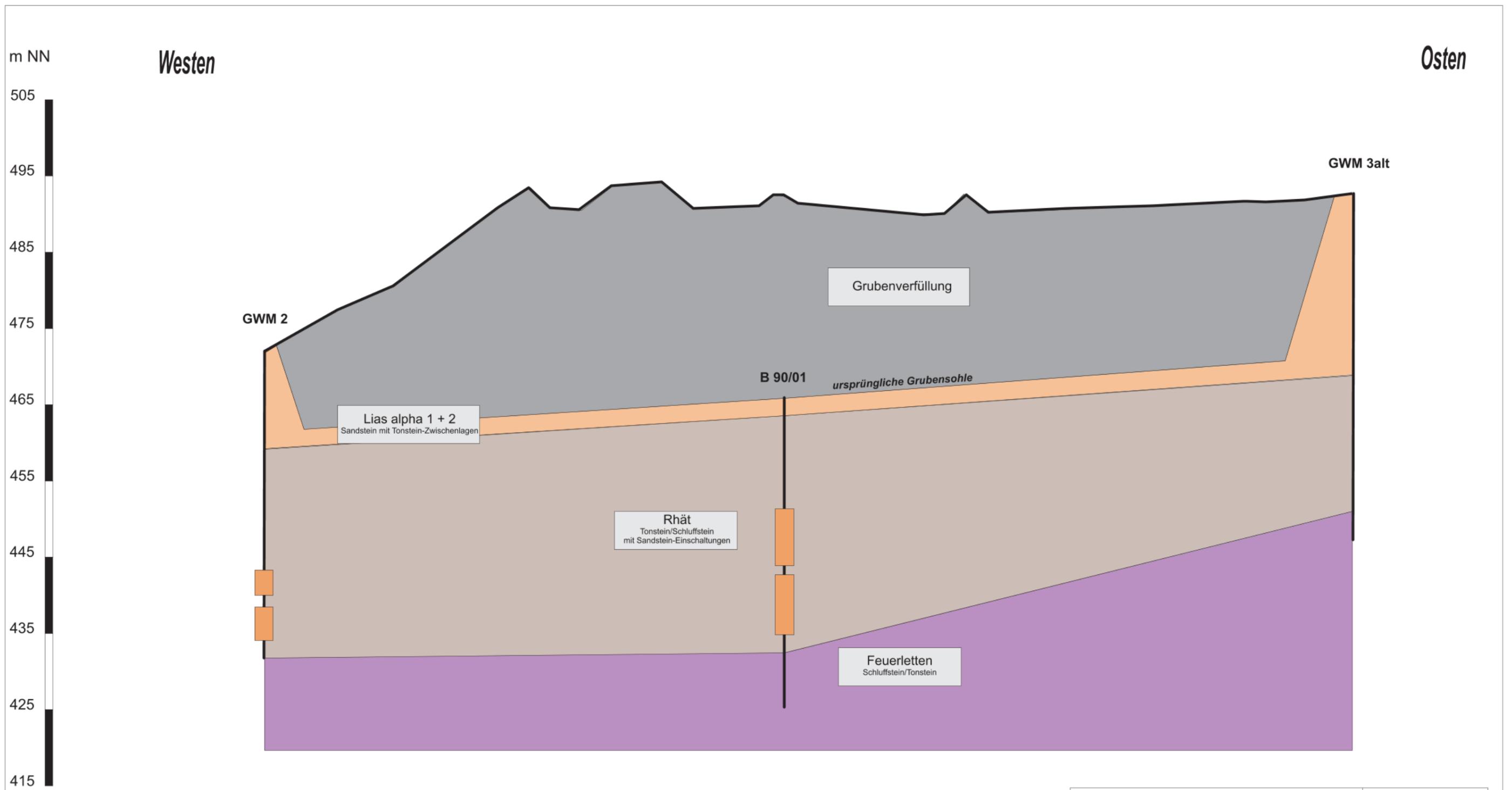
Legende	
	Sandsteinschichten im Rhät

<b>Grube Bocksrück</b> Standortbeurteilung im nicht verfüllten südlichen Grubenbereich und der südlichen Erweiterungsfläche		Anlage: 7.1	
		Projekt-Nr.: 17350	
Maßstab 1:2000 (horiz.)  1:500 (vertik.)	<b>Geologischer Schnitt 1</b>	Tag	Name
		gez. gepr. geänd.	04.05.2020 rw
 <b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95445 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610		Bayreuth, den 04.05.2020	
		 (Unterschrift)	



## **Anlage 7.2**

### **Geologischer Schnitt 2**



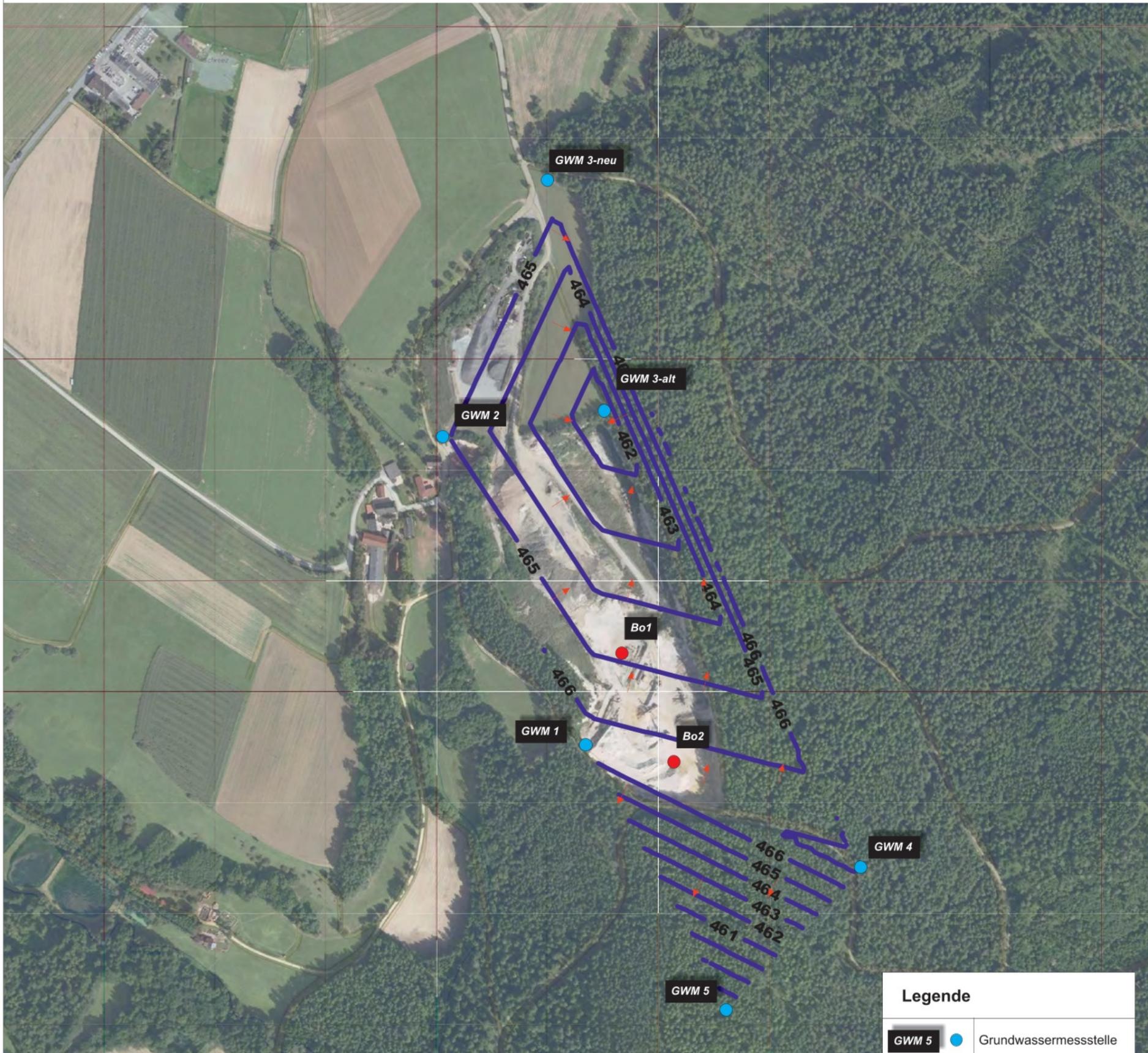
Legende	
	Sandsteinschichten im Rhät

<b>Grube Bocksrück</b> Standortbeurteilung im nicht verfüllten südlichen Grubenbereich und der südlichen Erweiterungsfläche		Anlage: 7.2	
		Projekt-Nr.: 17350	
Maßstab 1:2000 (horiz.)  1:500 (vertik.)	<b>Geologischer Schnitt 2</b>	Tag	Name
		gez. gepr. geänd.	04.05.2020 rw
 <b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95445 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610		Bayreuth, den 04.05.2020	
		 ..... (Unterschrift)	



## **Anlage 8**

### **Grundwassergleichenplan, Maßstab 1 : 5.000**



Legende	
<b>GWM 5</b>	● Grundwassermessstelle
<b>Bo1</b>	● Erkundungsbohrung
	Isolinie Grundwasser

<b>Grube Bocksrück</b> Standortbeurteilung im nicht verfüllten südlichen Grubenbereich und der südlichen Erweiterungsfläche		Anlage: 8	
		Projekt-Nr.: 17350	
Maßstab: 1:5000	<b>Grundwasser-Gleichenplan Rhät</b> Stichtagsmessung 11.12.2019	Tag	Name
		gez. gepr. geänd.	02.04.2020 jk
<b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth info@piewak.de - www.piewak.de		Bayreuth, den 02.04.2020  (Unterschrift)	



## **Anlage 9**

# **Protokoll der chemischen Untersuchungen der entnommenen Wasserproben**

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Oberkonnereutherstr. 3 D-95448 Bayreuth

Piewak & Partner GmbH  
Ingenieurbüro f. Hydrogeologie  
und Umweltschutz  
Jean-Paul-Str. 30  
95444 Bayreuth

**Prüfbericht 4604634**  
**Auftrags Nr. 5202265**  
**Kunden Nr. 5280600**

Frau Waltraud Verhoeven  
Telefon +49 921/53049-34  
Fax +49 921/53049-35  
waltraud.verhoeven@sgs.com



Environment, Health and Safety

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH  
Oberkonnereutherstr. 3  
D-95448 Bayreuth

Bayreuth, den 18.12.2019

Ihr Auftrag/Projekt: 66302 Herr Kaufmann  
Ihr Bestellzeichen: 17350 Bocksrück, Abbauerweiterung  
Ihr Bestelldatum: 11.12.2019

Probeneingang Standort Bayreuth: 11.12.2019 14:20 Uhr

Prüfzeitraum von 12.12.2019 bis 16.12.2019  
erste laufende Probenummer 191052376  
Probeneingang am 11.12.2019

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.V. Waltraud Verhoeven  
Customer Service

i.A. Annegret Lehmann-Melzer  
Customer Service

Seite 1 von 5

66302 Herr Kaufmann  
17350 Bocksrück, Abbauerweiterung

Prüfbericht Nr. 4604634  
Auftrag Nr. 5202265

Seite 2 von 5  
18.12.2019

Proben von Ihnen gebracht		Matrix: Grundwasser					
Probennummer		191052376	191052377	191052378			
Bezeichnung		GWM 3 neu	GWM 4	GWM 5			
Eingangsdatum:		11.12.2019	11.12.2019	11.12.2019			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode -grenze		Lab
<b>Untersuchungsergebnisse :</b>							
Spektraler Absorptionskoeff. bei 254 nm	1/m	0,94	0,24	0,53	0,05	DIN 38404-3	HE
DOC	mg/l	2,4	1,7	2,1	0,5	DIN EN 1484	HE
Chlorid	mg/l	511	6,8	3,7	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	50	39	25	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Nitrat	mg/l	< 0,5	0,7	1,1	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	0,06	< 0,04	0,59	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	1,36	0,92	1,04	0,05	DIN 38409-7	HE
Cyanide, ges.	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 14403-2	HE
Cyanide, l.f.	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 14403-2	HE
<b>Metalle :</b>							
Arsen	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2	HE
Blei	mg/l	< 0,001	0,001	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 17294-2	HE
Bor	mg/l	0,08	0,44	1,1	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0002	DIN EN ISO 17294-2	HE
Calcium	mg/l	119	20,3	15,7	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	< 0,0005	0,012	< 0,0005	0,0005	DIN EN ISO 17294-2	HE
Kalium	mg/l	7,4	3,7	5,5	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	< 0,005	< 0,005	0,006	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Magnesium	mg/l	40,1	7,82	3,72	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
Natrium	mg/l	134	6,7	25,7	0,5	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	0,013	0,010	0,011	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Quecksilber	mg/l	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0001	DIN EN 1483	HE
Zink	mg/l	0,14	0,14	0,08	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
Vanadium	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
AOX	mg/l	0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 9562	HE
KW-Index C10-C40	mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 9377-2	HE

66302 Herr Kaufmann  
17350 Bocksrück, Abbauerweiterung

Prüfbericht Nr. 4604634  
Auftrag Nr. 5202265

Seite 3 von 5  
18.12.2019

Probennummer	191052376	191052377	191052378			
Bezeichnung	GWM 3 neu	GWM 4	GWM 5			

**LHKW Headspace :**

cis-1,2-Dichlorethen	µg/l	< 1	< 1	< 1	1	DIN EN ISO 10301	HE
Dichlormethan	µg/l	< 1	< 1	< 1	1	DIN EN ISO 10301	HE
Tetrachlormethan	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 10301	HE
1,1,1-Trichlorethan	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 10301	HE
Trichlorethen	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	DIN EN ISO 10301	HE
Tetrachlorethen	µg/l	< 0,1	< 0,1	0,1	0,1	DIN EN ISO 10301	HE
Trichlormethan	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,5	DIN EN ISO 10301	HE
1,2-Dichlorethan	µg/l	< 1	< 1	< 1	1	DIN EN ISO 10301	HE
Chlorethen	µg/l	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,3	DIN EN ISO 10301	HE
Summe nachgewiesener LHKW	µg/l	-	-	0,1			HE

**BTEX Headspace :**

Benzol	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	DIN 38407-9-1	HE
Toluol	µg/l	< 1	< 1	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
Ethylbenzol	µg/l	< 1	< 1	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
o-Xylol	µg/l	< 1	< 1	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
m-,p-Xylol	µg/l	< 2	< 2	< 2	2	DIN 38407-9-1	HE
Styrol	µg/l	< 1	< 1	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
iso-Propylbenzol	µg/l	< 1	< 1	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
n-Propylbenzol	µg/l	< 1	< 1	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
p-Cymol	µg/l	< 1	< 1	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
2-Ethyltoluol	µg/l	< 1	< 1	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
3+4-Ethyltoluol	µg/l	< 2	< 2	< 2	2	DIN 38407-9-1	HE
1,3,5-Trimethylbenzol	µg/l	< 1	< 1	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
1,2,4-Trimethylbenzol	µg/l	< 1	< 1	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
1,2,3-Trimethylbenzol	µg/l	< 1	< 1	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
1,2-Diethylbenzol	µg/l	< 1	< 1	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
1,3-Diethylbenzol	µg/l	< 1	< 1	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
1,4-Diethylbenzol	µg/l	< 1	< 1	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
1,2,3,4-Tetramethylbenzol	µg/l	< 1	< 1	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	µg/l	< 1	< 1	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
1,2,4,5-Tetramethylbenzol	µg/l	< 1	< 1	< 1	1	DIN 38407-9-1	HE
Summe nachgewiesener BTEX	µg/l	-	-	-			HE

66302 Herr Kaufmann  
17350 Bocksrück, Abbauerweiterung

Prüfbericht Nr. 4604634  
Auftrag Nr. 5202265

Seite 4 von 5  
18.12.2019

Probennummer		191052376	191052377	191052378			
Bezeichnung		GWM 3 neu	GWM 4	GWM 5			
<b>PAK (EPA)</b>							
Naphthalin	µg/l	0,008	0,004	0,006	0,002	DIN 38407-39	HE
Acenaphthylen	µg/l	0,003	< 0,002	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Acenaphthen	µg/l	0,052	0,018	0,027	0,002	DIN 38407-39	HE
Fluoren	µg/l	0,015	0,008	0,015	0,002	DIN 38407-39	HE
Phenanthren	µg/l	0,003	0,002	0,004	0,002	DIN 38407-39	HE
Anthracen	µg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Fluoranthren	µg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Pyren	µg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Benz(a)anthracen	µg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Chrysen	µg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Benzo(g,h,i)perylen	µg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Summe PAK nach EPA	µg/l	0,081	0,032	0,052			HE
Summe PAK n. BBodSchV	µg/l	0,073	0,028	0,046			HE
<b>PCB :</b>							
PCB 28	µg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	DIN 38407-2	HE
PCB 52	µg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	DIN 38407-2	HE
PCB 101	µg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	DIN 38407-2	HE
PCB 153	µg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	DIN 38407-2	HE
PCB 138	µg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	DIN 38407-2	HE
PCB 180	µg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001	DIN 38407-2	HE
Summe PCB (DIN)	µg/l	-	-	-			HE

**Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethode(n):**

DIN 38404-3	2005-07
DIN 38407-2	1993-02
DIN 38407-39	2011-09
DIN 38407-9-1	1991-05
DIN 38409-7	2005-12
DIN EN 1483	2007-07
DIN EN 1484	1997-08
DIN EN ISO 10301	1997-08
DIN EN ISO 10304-1	2009-07
DIN EN ISO 11732	2005-05
DIN EN ISO 11885	2009-09
DIN EN ISO 14403-2	2012-02
DIN EN ISO 17294-2	2014-12
DIN EN ISO 9377-2	2001-07
DIN EN ISO 9562	2005-02

66302 Herr Kaufmann  
17350 Bocksrück, Abbauerweiterung

Prüfbericht Nr. 4604634  
Auftrag Nr. 5202265

Seite 5 von 5  
18.12.2019

<http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs2.pdf>.

\*\*\* Ende des Berichts \*\*\*

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter [www.sgsgroup.de/agb](http://www.sgsgroup.de/agb) zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbeschränkung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Hinweis: Die Probe(n), auf die sich die hier dargelegten Erkenntnisse (die "Erkenntnisse") beziehen, wurde(n) ggf. durch den Kunden oder durch im Auftrag handelnde Dritte entnommen. In diesem Falle geben die Erkenntnisse keine Garantie für den repräsentativen Charakter der Probe bezüglich irgendwelcher Waren und beziehen sich ausschließlich auf die Probe(n). Die Gesellschaft übernimmt keine Haftung für den Ursprung oder die Quelle, aus der die Probe(n) angeblich/tatsächlich entnommen wurde(n).



## **Anlage 10**

### **Vergleich der Parameter mit den Grenzwerten nach dem Eckpunktepapier**



Projekt-Nr.: 17350  
 Projekt: Bocksrück, Abbauerweiterung Ost, Hydrogeologische Erkundung

**Bewertung der Grundwasseruntersuchungen (Probenahme 12/2019)  
 nach dem Eckpunktepapier zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen**

Basisparameter	Dimension	Differenz zu Oberstrom bzw. Hintergrundwert	GWM 1 12.12.2019	GWM 2 12.12.2019	GWM 3neu 11.12.2019	GWM 4 11.12.2019	GWM 5 11.12.2019
Säurekapazität bis pH 4,3 ( $K_{S4,3}$ )	mmol/l	+ 1 <sup>3)</sup>	0,1	4,22	1,36	0,92	1,04
Calcium ( $Ca^{2+}$ )	mg/l	+ 20 <sup>3)</sup>	3,5	90,6	119	20,3	15,7
Magnesium ( $Mg^{2+}$ )	mg/l	+ 10 <sup>3)</sup>	1,24	8,86	40,1	7,82	3,72
Natrium ( $Na^+$ )	mg/l	+ 20 <sup>3)</sup>	7,1	31,3	134	6,7	25,7
Kalium ( $K^+$ )	mg/l	+ 10 <sup>3)</sup>	<0,5	30,3	7,4	3,7	5,5
Chlorid ( $Cl^-$ )	mg/l	+ 30 <sup>3)</sup>	3,5	40,8	511	6,8	3,7
Sulfat ( $SO_4^{2-}$ )	mg/l	+ 30 <sup>3)</sup>	13	85	50	39	25
Nitrat ( $NO_3^-$ )	mg/l		<0,5	13,2	<0,5	0,7	1,1
Gelöster Organischer Kohlenstoff (DOC)	mg/l	+ 4 <sup>5)</sup>	0,8	5,8	2,4	1,7	2,1
Spektr. Absorptionskoeffizient 254 nm	m <sup>-1</sup>	+ 5	1,04	9,73	0,94	0,24	0,53
Adsorbierbare org. geb. Halogene (AOX)	µg/l	+ 80 <sup>5)</sup>	10	30	10	<10	<10
Bor (B)	mg/l	+ 0,1	0,29	0,1	0,08	0,44	1,1

Anorganische Leitparameter <sup>6)</sup>	Dimension	Vorsorgewert	GWM 1 12.12.2019	GWM 2 12.12.2019	GWM 3neu 11.12.2019	GWM 4 11.12.2019	GWM 5 11.12.2019
Arsen (As)	µg/l	5	<1	1	<1	<1	<1
Blei (Pb)	µg/l	5	<1	<1	<1	<	<1
Cadmium (Cd)	µg/l	2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Chrom, gesamt (Cr)	µg/l	15	0,9	2	<0,5	12	<0,5
Kupfer (Cu)	µg/l	10	<5	<5	<5	<5	6
Nickel (Ni)	µg/l	10	11	5	13	10	11
Quecksilber (Hg)	µg/l	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zink (Zn)	µg/l	100	30	130	140	140	80
Cyanid, gesamt ( $CN^-$ )	µg/l	10	<5	<5	<5	<5	<5
Oganische Leitparameter	Dimension	Vorsorgewert	GWM 1 12.12.2019	GWM 2 12.12.2019	GWM 3neu 11.12.2019	GWM 4 11.12.2019	GWM 5 11.12.2019
PAK <sup>7)</sup>	µg/l	0,1	0,009	0,018	0,081	0,032	0,052
- Benzo(a)pyren	µg/l	0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
LHKW, gesamt <sup>8)</sup>	µg/l	5	0,7	n.n.	n.n.	n.n.	0,1
PCB, gesamt <sup>9)</sup>	µg/l	0,025	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Mineralölkohlenwasserstoffe	µg/l	100	<100	<100	<100	<100	<100
BTEX - Aromaten, gesamt <sup>10)</sup>	µg/l	5	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
- Benzol als Einzelstoff	µg/l	0,5	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2

n.n.: nicht nachweisbar, Konzentrationen aller Einzelparameter liegen unterhalb der jeweiligen Nachweisgrenze

Quelle: Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen; Leitfaden zu den Eckpunkten vom 21.06/13.07.2001 Anlage 4, Tabelle 3 und Anlage 5, Tabelle 4

- 1) Vor-Ort-Parameter; Bestimmung bei jeder Probenahme (Mindestumfang an Basisparametern).
- 2) Bei Grundwassertemperaturänderungen sind ggf. die Einflüsse von Bauwerkgründungen und Oberflächenwasserinfiltration zu berücksichtigen.
- 3) In Grundwasserleitern mit hoher geogener Grundbelastung ist die natürliche Schwankungsbreite zu berücksichtigen.
- 4) pH-Änderungen sind im Zusammenhang mit dem Pufferungsvermögen des Wassers zu bewerten.
- 5) Bei höherer Vorbelastung: + 25 %
- 6) Bei Grundwasserleitern mit hoher geogener Grundbelastung ist die natürliche Schwankungsbreite zu beachten.
- 7) Bestimmung der 16 EPA-PAK
- 8) Summe der halogenierten C1 - und C2-Kohlenwasserstoffe.
- 9) Ist die Summe der 6 PCB-Kongeneren größer als der Prüfwert, so ist der PCB-Typ (techn. Produkt) und die Menge nach DIN 38407-3-2 bzw. -3-3 zu bestimmen
- 10) Summe der Alkylbenzole (alkyl = C1 und C2; falls C3- bis C6-Alkylbenzole auftreten, so sind sie im Einzelfall zu bewerten.)

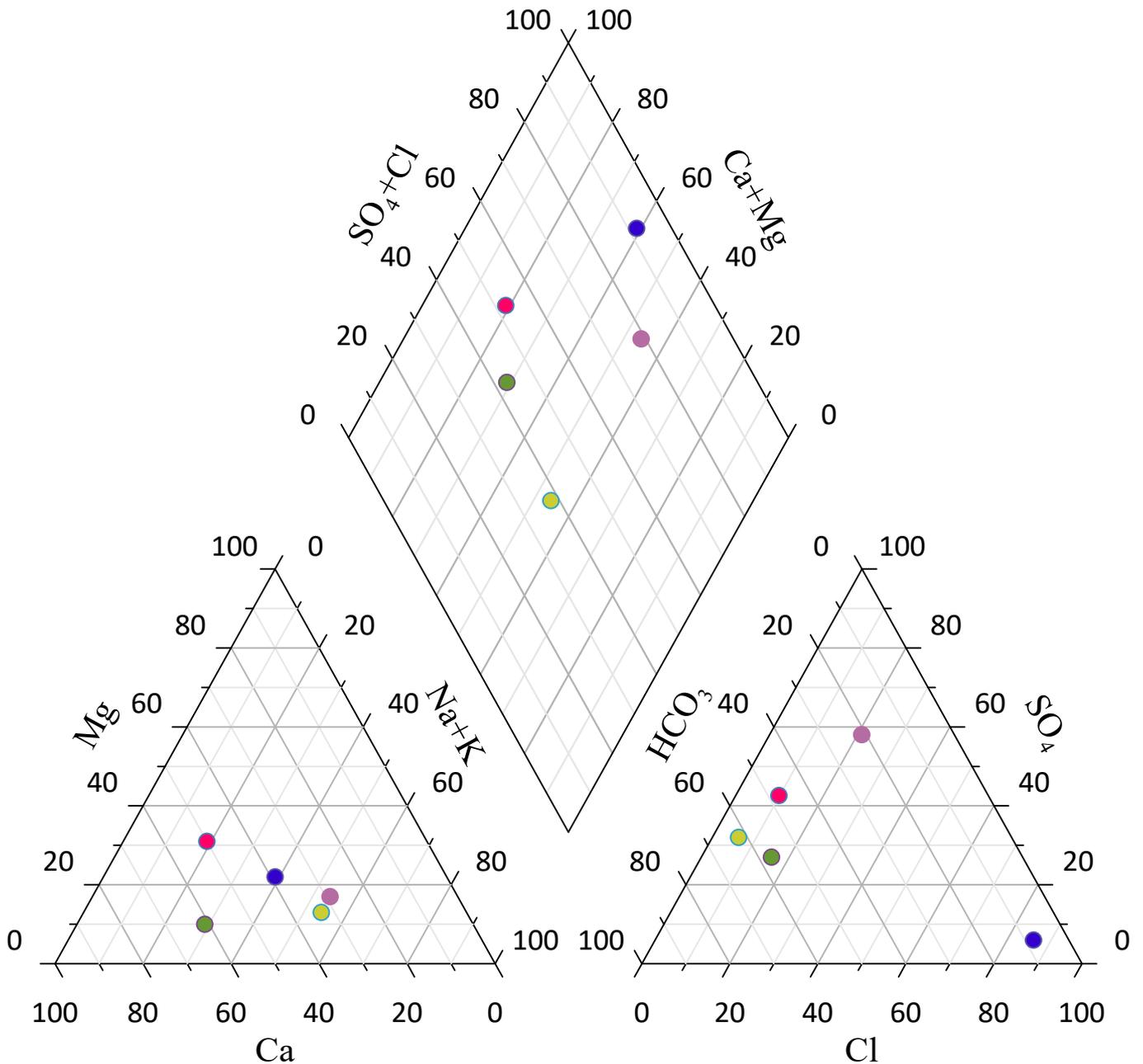


## **Anlage 11**

### **Piper-Diagramm**

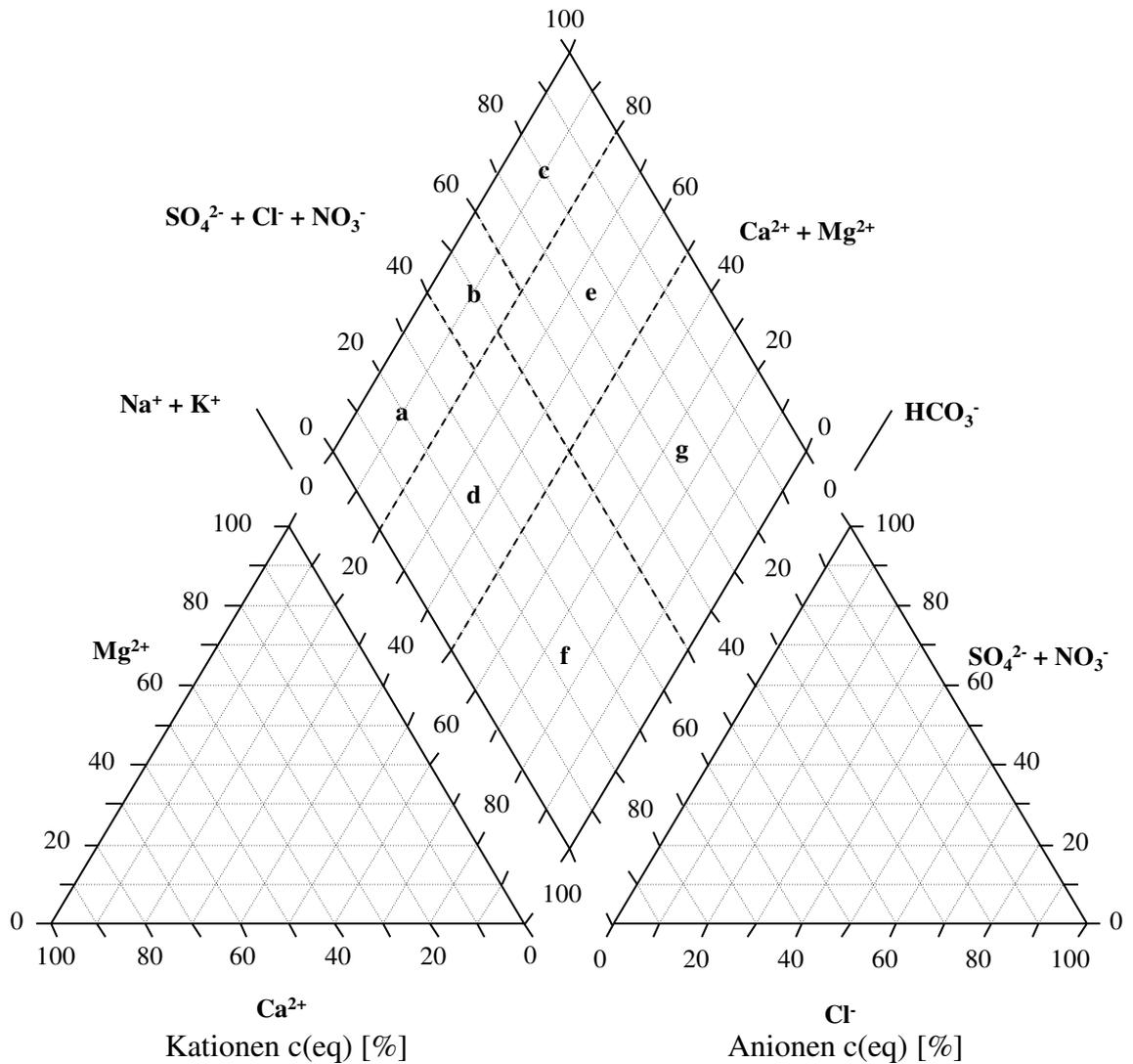


### PIPER-Diagramm Grube Bocksrück





**PIPER-Diagramm**  
**Charakterisierung nach FURTAK & LANGGUTH**



		$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{Cl}^-$
<b>Normal erdalkalische Wässer</b>				
a	überwiegend hydrogencarbonatisch	80 - 100	60 - 100	0 - 10
b	hydrogencarbonatisch-sulfatisch	80 - 100	40 - 60	0 - 10
c	überwiegend sulfatisch	80 - 100	0 - 40	0 - 10
<b>Erdalkalische Wässer mit höherem Alkaligehalt</b>				
d	überwiegend hydrogencarbonatisch	50 - 80	50 - 100	0 - 20
e	überwiegend sulfatisch (e1)	50 - 80	0 - 50	0 - 20
	überwiegend chloridisch (e2)	50 - 80	0 - 50	50 - 100
<b>Alkalische Wässer</b>				
f	überwiegend (hydrogen-) carbonatisch	0 - 50	50 - 100	0 - 50
g	überwiegend sulfatisch - chloridisch (g1)	0 - 50	0 - 50	50 - 100
	überwiegend chloridisch (g2)	0 - 50	0 - 20	70 - 100



## **Anlage 12**

# **Ermittlung der Gesamtschutzfunktion der GW-Überdeckung; südlicher Bereich**



### Ermittlung der Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

**Quelle:** Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen; Leitfaden zu den Eckpunkten vom 21.06./13.07.2001, Stand 11.05.2018, Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

**Projekt:** Sandgrube Bocksrück, Standortbeurteilung im unverfüllten Grubenbereich und der südlichen Erweiterungsfläche

**Datum:** 25.05.2020

**Projekt Nr.:** 17350

**Bearbeiter:** R. Wiegand

**Szenario:** *Jetziger Abbaustand, höchster GW-Stand OK Rhätsandstein bei 448,8 mNN*

$$S = \sum_{i=1}^n G_i \cdot m_i \cdot W$$

nach HÖLTING u.a. (1995)

Eingabe		
<b>Gi =</b>		<b>Gesteinsspezifische Schutzfunktion der Schicht i nach Tab.1 bei Lockergesteinen bzw. Tab.2 bei Festgesteinen</b>
G1 =	90	Sand, tonig, schluffig (Sandsteinersatz bzw. sandige Auffüllung), Gumbelscher Sandstein
G2 =	15	Sandstein, mittel geklüftet, Gumbelscher Sandstein
G3 =	80	Tonstein/Schluffstein wenig geklüftet, Rhät
G4 =		
G5 =		
<b>mi =</b>		<b>Mächtigkeit der Schicht in Meter</b>
m1 =	1,00	Sand, tonig, schluffig (Sandsteinersatz bzw. sandige Auffüllung), Gumbelscher Sandstein
m2 =	1,00	Sandstein, mittel geklüftet, Gumbelscher Sandstein
m3 =	17,20	Tonstein/Schluffstein wenig geklüftet, Rhät
m4 =		
m5 =		
<b>W =</b>	1,75	Faktor der Sickerwasserrate nach Anlage 7, Tab. 3

**S = 2592 Gesamtschutzfunktion (dimensionsloser Relativwert)**

Gesamtschutzfunktion	Gesamtpunktzahl S
Sehr hoch	> 4000
Hoch	> 2000-4000
Mittel	> 1000-2000
Gering	> 500-1000
Sehr gering	< 500

Klasseneinteilung der Gesamtschutzfunktion (Anlage 7, Tab. 4)



**Ermittlung der Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung**

**Quelle:** Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen; Leitfaden zu den Eckpunkten vom 21.06./13.07.2001, Stand 11.05.2018, Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

**Projekt:** Sandgrube Bocksrück, Standortbeurteilung im unverfüllten Grubenbereich und der südlichen Erweiterungsfläche

**Datum:** 25.05.2020

**Projekt Nr.:** 17350

**Bearbeiter:** R. Wiegand

**Szenario:** *Tonabbau bis 464 mNN, höchster GW-Stand OK Rhätsandstein bei 448,8 mNN*

$$S = \sum_{i=1}^n G_i \cdot m_i \cdot W$$

nach HÖLTING u.a. (1995)

<b>Gi =</b>	<b>Eingabe</b>	<b>Gesteinsspezifische Schutzfunktion der Schicht i nach Tab.1 bei Lockergesteinen bzw. Tab.2 bei Festgesteinen</b>
G1 =	90	Sand, tonig, schluffig (Sandsteinersatz bzw. sandige Auffüllung), Gumbelscher Sandstein
G2 =	15	Sandstein, mittel geklüftet, Gumbelscher Sandstein
G3 =	80	Tonstein/Schluffstein wenig geklüftet, Rhät
G4 =		
G5 =		
<b>mi =</b>	<b>Mächtigkeit der Schicht in Meter</b>	
m1 =	0,00	Sand, tonig, schluffig (Sandsteinersatz bzw. sandige Auffüllung), Gumbelscher Sandstein
m2 =	0,00	Sandstein, mittel geklüftet, Gumbelscher Sandstein
m3 =	15,20	Tonstein/Schluffstein wenig geklüftet, Rhät
m4 =		
m5 =		
<b>W =</b>	1,75	Faktor der Sickerwasserrate nach Anlage 7, Tab. 3

**S = 2128 Gesamtschutzfunktion (dimensionsloser Relativwert)**

Gesamtschutzfunktion	Gesamtpunktzahl S
Sehr hoch	> 4000
Hoch	> 2000-4000
Mittel	> 1000-2000
Gering	> 500-1000
Sehr gering	< 500

Klasseneinteilung der Gesamtschutzfunktion (Anlage 7, Tab. 4)



### Ermittlung der Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

**Quelle:** Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen; Leitfaden zu den Eckpunkten vom 21.06./13.07.2001, Stand 11.05.2018, Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

**Projekt:** Sandgrube Bocksrück, Standortbeurteilung im unverfüllten Grubenbereich und der südlichen Erweiterungsfläche

**Datum:** 25.05.2020

**Projekt Nr.:** 17350

**Bearbeiter:** R. Wiegand

**Szenario:** *Tonabbau bis 462 mNN, höchster GW-Stand OK Rhätsandstein bei 448,8 mNN*

$$S = \sum_{i=1}^n G_i \cdot m_i \cdot W$$

nach HÖLTING u.a. (1995)

Eingabe		
<b>Gi =</b>		<b>Gesteinsspezifische Schutzfunktion der Schicht i nach Tab.1 bei Lockergesteinen bzw. Tab.2 bei Festgesteinen</b>
G1 =	90	Sand, tonig, schluffig (Sandsteinersatz bzw. sandige Auffüllung), Gumbelscher Sandstein
G2 =	15	Sandstein, mittel geklüftet, Gumbelscher Sandstein
G3 =	80	Tonstein/Schluffstein wenig geklüftet, Rhät
G4 =		
G5 =		
<b>mi =</b>		<b>Mächtigkeit der Schicht in Meter</b>
m1 =	0,00	Sand, tonig, schluffig (Sandsteinersatz bzw. sandige Auffüllung), Gumbelscher Sandstein
m2 =	0,00	Sandstein, mittel geklüftet, Gumbelscher Sandstein
m3 =	13,20	Tonstein/Schluffstein wenig geklüftet, Rhät
m4 =		
m5 =		
<b>W =</b>	1,75	Faktor der Sickerwasserrate nach Anlage 7, Tab. 3

**S = 1848 Gesamtschutzfunktion (dimensionsloser Relativwert)**

Gesamtschutzfunktion	Gesamtpunktzahl S
Sehr hoch	> 4000
Hoch	> 2000-4000
Mittel	> 1000-2000
Gering	> 500-1000
Sehr gering	< 500

Klasseneinteilung der Gesamtschutzfunktion (Anlage 7, Tab. 4)



## **Anlage 13**

# **Ermittlung der Gesamtschutzfunktion der GW-Überdeckung; südliche Erweiterungsfläche**



### Ermittlung der Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

**Quelle:** Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen; Leitfaden zu den Eckpunkten vom 21.06./13.07.2001, Stand 11.05.2018, Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

**Projekt:** Sandgrube Bocksrück, Standortbeurteilung im unverfüllten Grubenbereich und der südlichen Erweiterungsfläche

**Datum:** 25.05.2020

**Projekt Nr.:** 17350

**Bearbeiter:** R. Wiegand

**Szenario:** *Südliche Erweiterungsfläche, Grundwasserflurabstand 17,0 m*

$$S = \sum_{i=1}^n G_i \cdot m_i \cdot W$$

nach HÖLTING u.a. (1995)

Eingabe		
<b>Gi =</b>		<b>Gesteinsspezifische Schutzfunktion der Schicht i nach Tab.1 bei Lockergesteinen bzw. Tab.2 bei Festgesteinen</b>
G1 =	90	Sand, tonig, schluffig (Sandsteinersatz bzw. sandige Auffüllung), Gumbelscher Sandstein
G2 =	15	Sandstein, mittel geklüftet, Gumbelscher Sandstein
G3 =	80	Tonstein/Schluffstein wenig geklüftet, Rhät
G4 =		
G5 =		
<b>mi =</b>		<b>Mächtigkeit der Schicht in Meter</b>
m1 =	1,00	Sand, tonig, schluffig (Sandsteinersatz bzw. sandige Auffüllung), Gumbelscher Sandstein
m2 =	1,00	Sandstein, mittel geklüftet, Gumbelscher Sandstein
m3 =	17,00	Tonstein/Schluffstein wenig geklüftet, Rhät
m4 =		
m5 =		
<b>W =</b>	1,75	Faktor der Sickerwasserrate nach Anlage 7, Tab. 3

**S = 2564 Gesamtschutzfunktion (dimensionsloser Relativwert)**

Gesamtschutzfunktion	Gesamtpunktzahl S
Sehr hoch	> 4000
Hoch	> 2000-4000
Mittel	> 1000-2000
Gering	> 500-1000
Sehr gering	< 500

Klasseneinteilung der Gesamtschutzfunktion (Anlage 7, Tab. 4)



### Ermittlung der Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

**Quelle:** Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen; Leitfaden zu den Eckpunkten vom 21.06./13.07.2001, Stand 11.05.2018, Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

**Projekt:** Sandgrube Bocksrück, Standortbeurteilung im unverfüllten Grubenbereich und der südlichen Erweiterungsfläche

**Datum:** 25.05.2020

**Projekt Nr.:** 17350

**Bearbeiter:** R. Wiegand

**Szenario:** *Südliche Erweiterungsfläche, Grundwasserflurabstand 20,5 m*

$$S = \sum_{i=1}^n G_i \cdot m_i \cdot W$$

nach HÖLTING u.a. (1995)

Eingabe		
<b>Gi =</b>		<b>Gesteinsspezifische Schutzfunktion der Schicht i nach Tab.1 bei Lockergesteinen bzw. Tab.2 bei Festgesteinen</b>
G1 =	90	Sand, tonig, schluffig (Sandsteinersatz bzw. sandige Auffüllung), Gumbelscher Sandstein
G2 =	15	Sandstein, mittel geklüftet, Gumbelscher Sandstein
G3 =	80	Tonstein/Schluffstein wenig geklüftet, Rhät
G4 =		
G5 =		
<b>mi =</b>		<b>Mächtigkeit der Schicht in Meter</b>
m1 =	1,00	Sand, tonig, schluffig (Sandsteinersatz bzw. sandige Auffüllung), Gumbelscher Sandstein
m2 =	1,00	Sandstein, mittel geklüftet, Gumbelscher Sandstein
m3 =	20,50	Tonstein/Schluffstein wenig geklüftet, Rhät
m4 =		
m5 =		
<b>W =</b>	1,75	Faktor der Sickerwasserrate nach Anlage 7, Tab. 3

**S = 3054 Gesamtschutzfunktion (dimensionsloser Relativwert)**

Gesamtschutzfunktion	Gesamtpunktzahl S
Sehr hoch	> 4000
Hoch	> 2000-4000
Mittel	> 1000-2000
Gering	> 500-1000
Sehr gering	< 500

Klasseneinteilung der Gesamtschutzfunktion (Anlage 7, Tab. 4)



### Ermittlung der Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

**Quelle:** Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen; Leitfaden zu den Eckpunkten vom 21.06./13.07.2001, Stand 11.05.2018, Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

**Projekt:** Sandgrube Bocksrück, Standortbeurteilung im unverfüllten Grubenbereich und der südlichen Erweiterungsfläche

**Datum:** 25.05.2020

**Projekt Nr.:** 17350

**Bearbeiter:** R. Wiegand

**Szenario:** *Südliche Erweiterungsfläche, minimaler Grundwasserflurabstand für C2-Standort*

$$S = \sum_{i=1}^n G_i \cdot m_i \cdot W$$

nach HÖLTING u.a. (1995)

Eingabe		
<b>Gi =</b>		<b>Gesteinsspezifische Schutzfunktion der Schicht i nach Tab.1 bei Lockergesteinen bzw. Tab.2 bei Festgesteinen</b>
G1 =	90	Sand, tonig, schluffig (Sandsteinersatz bzw. sandige Auffüllung), Gumbelscher Sandstein
G2 =	15	Sandstein, mittel geklüftet, Gumbelscher Sandstein
G3 =	80	Tonstein/Schluffstein wenig geklüftet, Rhät
G4 =		
G5 =		
<b>mi =</b>		<b>Mächtigkeit der Schicht in Meter</b>
m1 =	1,00	Sand, tonig, schluffig (Sandsteinersatz bzw. sandige Auffüllung), Gumbelscher Sandstein
m2 =	1,00	Sandstein, mittel geklüftet, Gumbelscher Sandstein
m3 =	13,00	Tonstein/Schluffstein wenig geklüftet, Rhät
m4 =		
m5 =		
<b>W =</b>	1,75	Faktor der Sickerwasserrate nach Anlage 7, Tab. 3

**S = 2004 Gesamtschutzfunktion (dimensionsloser Relativwert)**

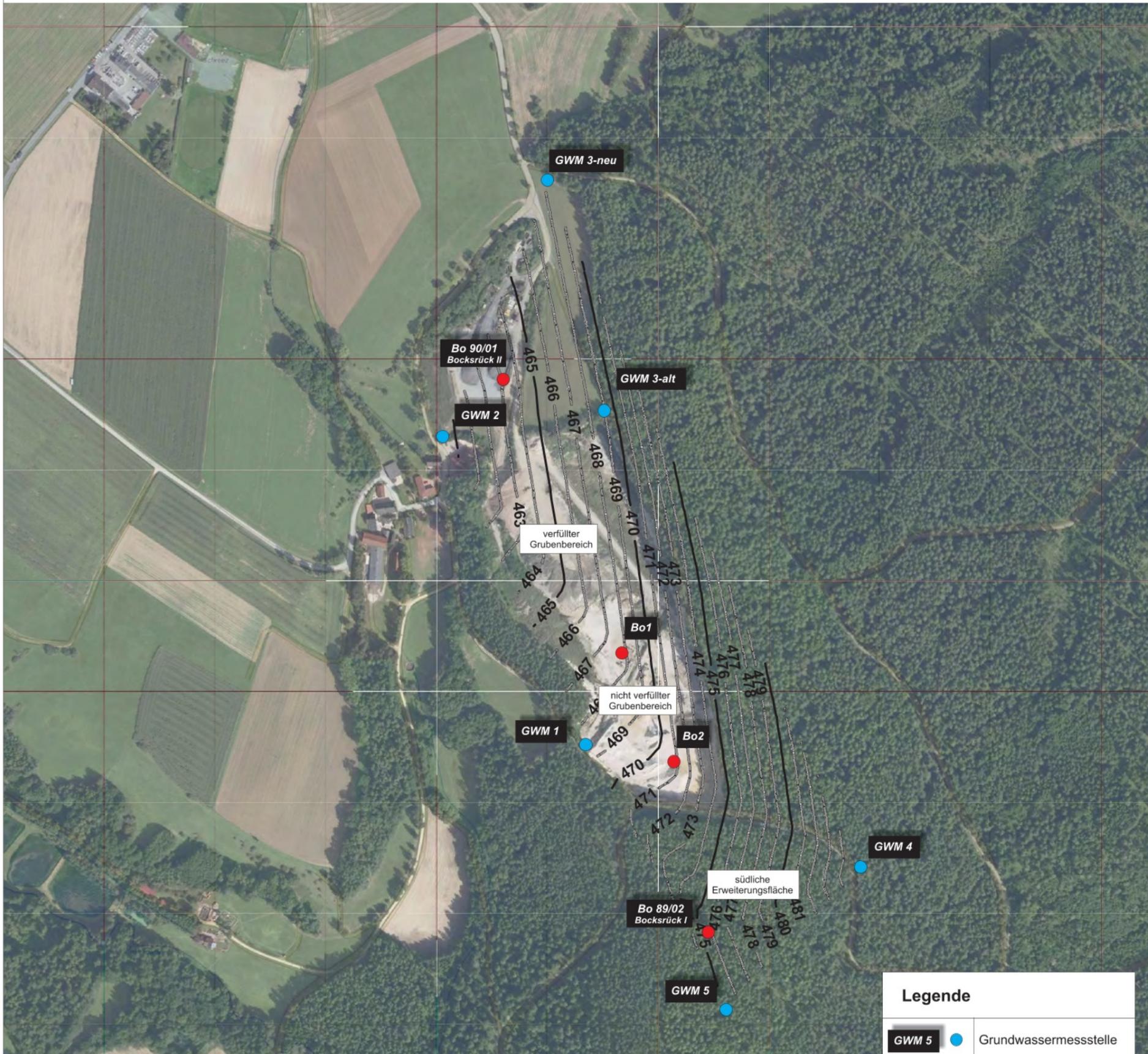
Gesamtschutzfunktion	Gesamtpunktzahl S
Sehr hoch	> 4000
Hoch	> 2000-4000
Mittel	> 1000-2000
Gering	> 500-1000
Sehr gering	< 500

Klasseneinteilung der Gesamtschutzfunktion (Anlage 7, Tab. 4)



## **Anlage 14**

### **Streichlinienkarte Oberkante Rhät, Maßstab 1 : 5.000**



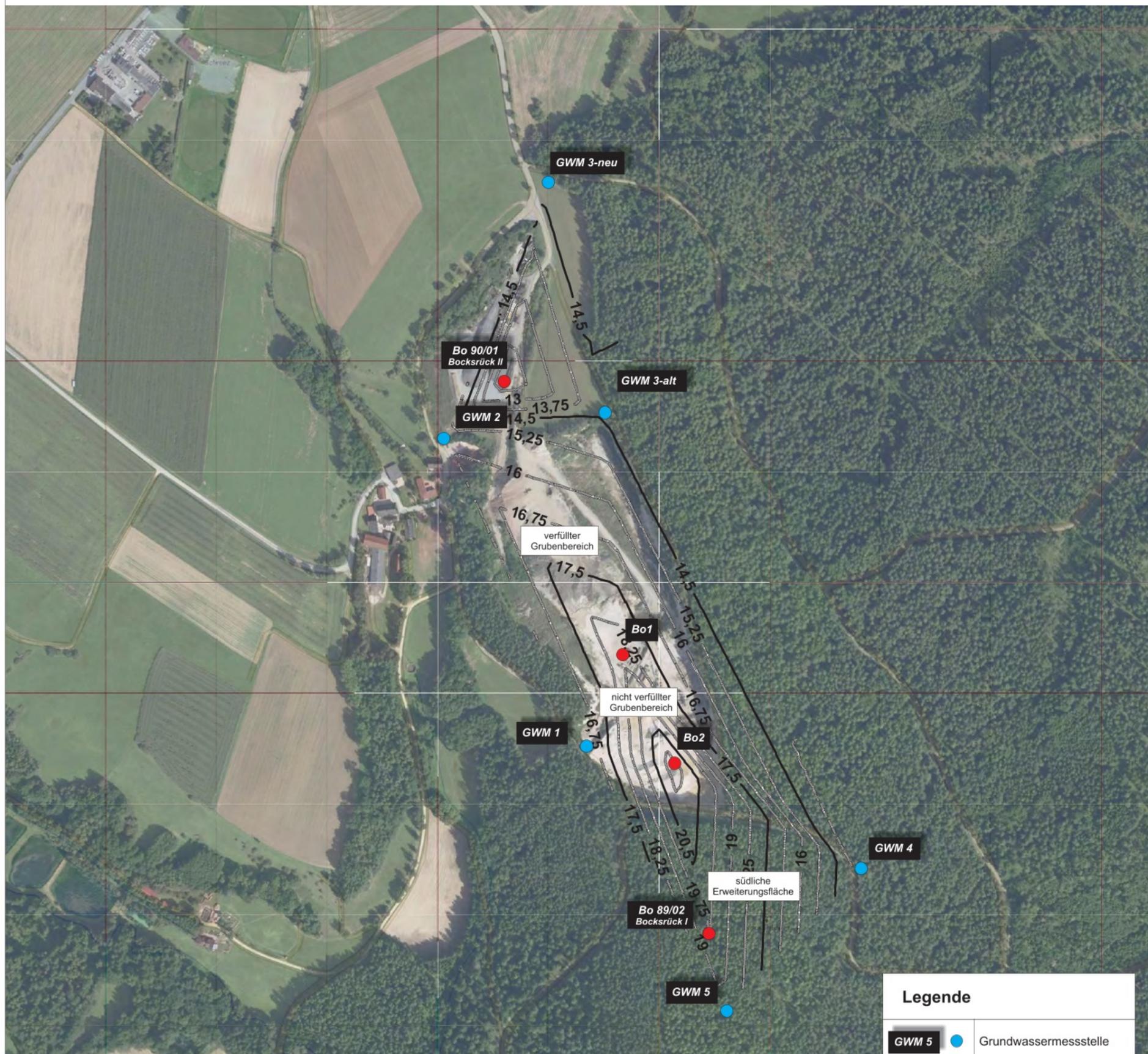
Legende	
<b>GWM 5</b>	Grundwassermessstelle
<b>Bo1</b>	Erkundungsbohrung
	Isolinie Oberkante Rhät (mNN)

<b>Grube Bocksrück</b> Standortbeurteilung im nicht verfüllten südlichen Grubenbereich und der südlichen Erweiterungsfläche		Anlage: 14	
		Projekt-Nr.: 17350	
Maßstab: 1:5000	<b>Streichlinienkarte</b> <b>Oberkante Rhät</b>	Tag	Name
		gez. gepr. geänd.	02.04.2020 jk
<b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth info@piewak.de - www.piewak.de		Bayreuth, den 02.04.2020  (Unterschrift)	



## **Anlage 15**

### **Karte Grundwasserflurabstand im Abbauzustand, Maßstab 1 : 5.000**



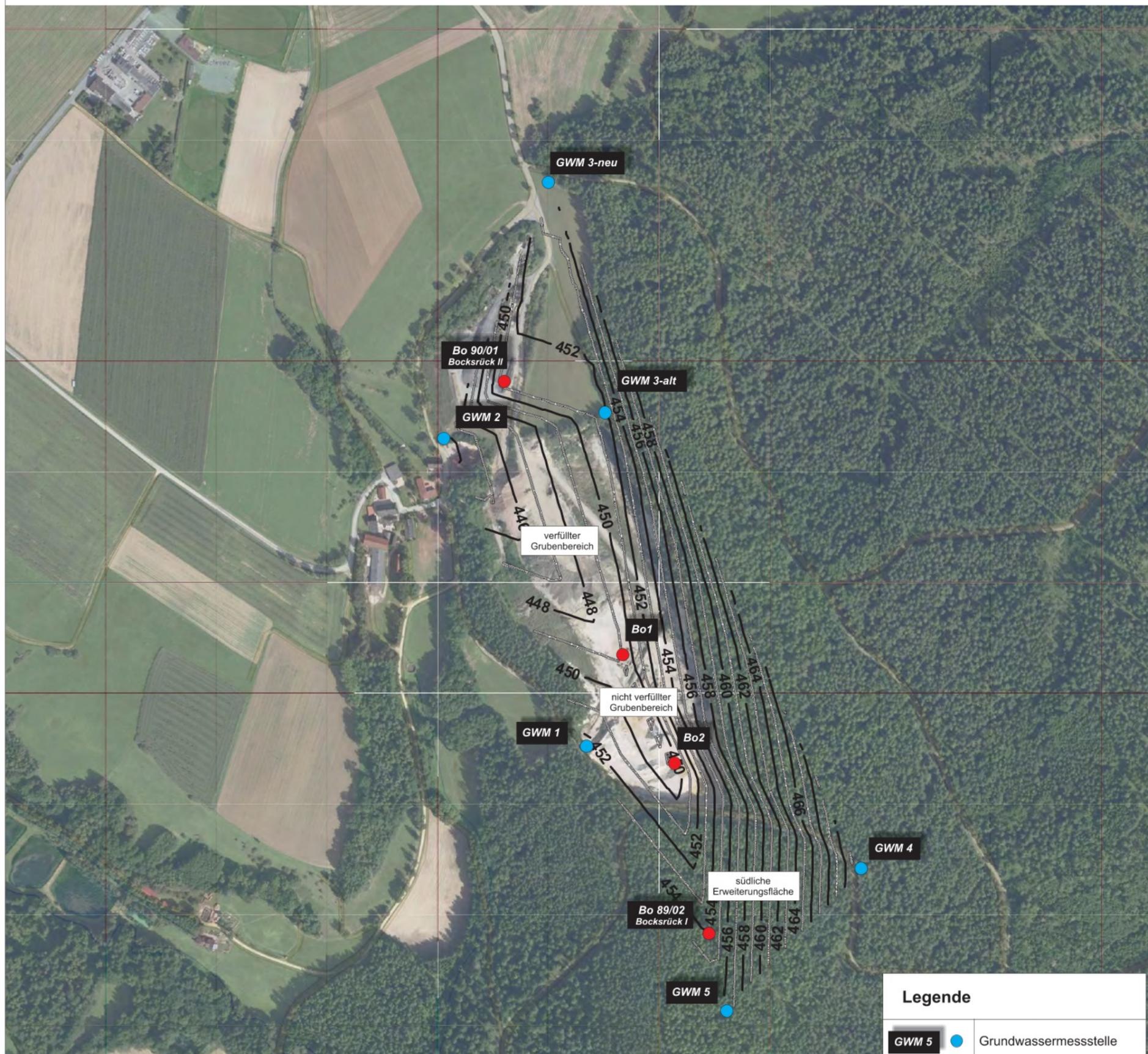
Legende	
<b>GWM 5</b>	Grundwassermessstelle
<b>Bo1</b>	Erkundungsbohrung
	Isolinie Grundwasserflurabstand (in m)

<b>Grube Bocksrück</b> Standortbeurteilung im nicht verfüllten südlichen Grubenbereich und der südlichen Erweiterungsfläche		Anlage: 15	
		Projekt-Nr.: 17350	
Maßstab: 1:5000	<b>Karte</b> <b>Grundwasserflurabstand im</b> <b>Abbauzustand</b> (Abstand OK Rhät zum obersten Rhät-Sandstein)	Tag	Name
		gez. 02.04.2020	jk
<b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth info@piewak.de - www.piewak.de		Bayreuth, den 02.04.2020  (Unterschrift)	



## **Anlage 16**

# **Streichlinienkarte Oberster Rhät-Sandstein, Maßstab 1 : 5.000**



Legende	
<b>GWM 5</b>	Grundwassermessstelle
<b>Bo1</b>	Erkundungsbohrung
	Isolinie Oberkante oberster Rhät-Sandstein (mNN)

<b>Grube Bocksrück</b> Standortbeurteilung im nicht verfüllten südlichen Grubenbereich und der südlichen Erweiterungsfläche		Anlage: 16	
		Projekt-Nr.: 17350	
Maßstab: 1:5000	<b>Streichlinienkarte</b> Oberkante oberster Rhät-Sandstein	Tag	Name
		gez. 02.04.2020	jk
		Bayreuth, den 02.04.2020	
<b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth info@piewak.de - www.piewak.de		 (Unterschrift)	



## **Anlage 4**

**Piewak & Partner GmbH:  
Messtechnische und analytische Untersuchungen  
im Rahmen der Beantragung zur  
Verfüllung, 07.12.2022**



**P I E W A K &  
PARTNER GmbH**  
INGENIEURBÜRO FÜR  
HYDROGEOLOGIE  
UND UMWELTSCHUTZ

Piewak & Partner GmbH • Jean-Paul-Straße 30 • 95444 Bayreuth

**Bocksrück SandGrube GmbH & Co. KG**  
**Herr Golo Winkel**  
Neuenreuther Str. 6  
95473 Haag  
Deutschland

Jean - Paul - Straße 30  
95444 Bayreuth  
Telefon (0921) 50 70 36 - 0  
Telefax (0921) 50 70 36 - 10  
E-Mail: info@piewak.de  
http://www.piewak.de

Geschäftsführer  
Dipl.-Geologe Manfred Piewak  
Dipl.-Geologe Ralf Wiegand  
HRB Bayreuth 1792

Sachverständige und  
Untersuchungsstelle  
gem. § 18 BBodSchG

Unsere Zeichen  
**Bitte immer angeben!**  
17350/rw

Datum  
07.12.2022

**Bocksrück, Abbauerweiterung, Standorteinstufung und gutachterliche Beratung  
Messtechnische und analytische Untersuchungen im Rahmen der Beantragung zur Verfüllung**

Sehr geehrter Herr Winkel,

beiliegend erhalten Sie die Ergebnisse der am 11.10.2022 entnommenen Bodenproben im Rahmen der Standortkategorisierung zur geplanten Verfüllung gemäß dem Verfüll-Leitfaden (Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen) in der Sandgrube Bocksrück. Ziel der durchgeführten Untersuchungen ist, die Anerkennung der im Süden bestehenden Standortbeurteilung (Z2) auf den östlichen und nördlichen Erweiterungsbereich der Sandgrube Bocksrück auszuweiten.

Im nicht verfüllten Grubenbereich der Sandgrube Bocksrück wurden am 11.10.2022 unter lagemäßiger Vorgabe des Auftraggebers sechs Aufschlüsse mit einer maximalen Tiefe von ca. 2,2 m mittels Baggerschurf erstellt. Die Lage der Aufschlusspunkte ist unter Anlage 1 ersichtlich. Aus den erstellten Baggerschürfen wurden insgesamt acht Bodenproben entnommen. Drei Proben wurden aus dem anstehenden Gumbelschen Sandstein sowie fünf Proben aus dem unterlagernden Rhätton gewonnen. Zusätzlich zu diesen Laborproben wurde jeweils eine Rückstellprobe für eventuelle weitere Analysen aus dem Gumbelschen Sandstein (Aufschluss 1) und dem Rhätton (Aufschluss 2) entnommen. Die Probenahmeprotokolle der gewonnenen Bodenproben sind unter Anlage 2 hinterlegt. Die Verteilung der Schichtproben je Aufschluss (A1, A2 etc.) ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Erkundung • Beratung • Planung • Gutachten

Grundwassererschließung • Trinkwassersanierung • Bohrungen • Tiefbrunnen • Grundwassermessstellen • Grundwassermodellierung  
Wasserschutzgebiete • Altlasten • Deponiestandorte • Schadenanalysen • Schadensfallmanagement • Baugrund- und Bodenuntersuchung  
Bodenmechanik • Gründungsberatung • Lagerstättenerschließung • Rohstoffsicherung • Geothermie • Strahlenschutz



A1	A2	A3	A4	A5	A6
Gümbelscher Sandstein	--	Gümbelscher Sandstein	--	Gümbelscher Sandstein	--
--	Rhätton	Rhätton	Rhätton	Rhätton	Rhätton

**Tabelle 1:** Entnommene Schichtproben je Aufschluss

Die Bezeichnung der aus den erstellten Baggerschürfen gewonnenen Schichtproben wurde wie folgt festgelegt:

- **A1** = Aufschluss 1, **A2** = Aufschluss 2 usw.
- **S** = Gümbelscher Sandstein / **T** = Rhätton
- **P1** = Probe 1 / **P2** = Probe 2

Daraus ergibt sich folgende Probenbezeichnung je Aufschluss und untersuchter Bodenschicht:

Aufschluss 1	Aufschluss 2	Aufschluss 3	Aufschluss 4	Aufschluss 5	Aufschluss 6
A1SP1 + A1SP2 (RP)	--	A3SP1	--	A5SP1	--
--	A2TP1 + A2TP2 (RP)	A3TP1	A4TP1	A5TP1	A6TP1

**Tabelle 2:** Probenbezeichnung je Aufschluss und Bodenschicht

RP = Rückstellprobe für evtl. Nachanalysen

Für die chemische Analyse wurden die entnommenen Schichtproben ins akkreditierte Prüflabor *SGS Institut Fresenius GmbH* verbracht. Die Laborproben wurden dabei auf folgende Parameter analysiert:

Probenbez.:	A1SP1	A2TP1	A3SP1	A3TP1
<b>Parameter:</b>	KAK	KAK	KAK	KAK
	--	k <sub>f</sub> -Wert *	k <sub>f</sub> -Wert **	--
	Sulfat im Feststoff und Eluat	--	Sulfat im Feststoff und Eluat	--
Probenbez.:	A4TP1	A5SP1	A5TP1	A6TP1
<b>Parameter:</b>	KAK	KAK	KAK	KAK
	k <sub>f</sub> -Wert *	--	--	k <sub>f</sub> -Wert *
	Sulfat im Feststoff und Eluat	Sulfat im Feststoff und Eluat	--	--

**Tabelle 3:** Analytierte Parameter der untersuchten Laborproben

KAK = Kationenaustauschkapazität; k<sub>f</sub>-Wert = Wasserdurchlässigkeitsbeiwert

\* über kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse

\*\* durch Herstellung eines Probenkörpers (Erzeugung einer ungestörten Probe)

Die chemischen bzw. labortechnischen Analysen der *SGS Institut Fresenius GmbH* ergaben folgende Ergebnisse:

Probenbez.:	A1SP1	A2TP1	A3SP1	A3TP1
<b>Effektive KAK [mmol*z/100 g]:</b>	-0,3	16,3	-1,5	13,3
<b>k<sub>f</sub>-Wert [m/s]:</b>	--	n.b. *	6,2 x 10 <sup>-6</sup> **	--
<b>Sulfat im Feststoff [mg/kg]:</b>	30	--	40	--
<b>Sulfat im Eluat [mg/l]:</b>	1	--	1	--
Probenbez.:	A4TP1	A5SP1	A5TP1	A6TP1
<b>Effektive KAK [mmol*z/100 g]:</b>	14,9	-1,2	12,8	10,6
<b>k<sub>f</sub>-Wert [m/s]:</b>	4,03 x 10 <sup>-7</sup> * (Seelheim) 4,39 x 10 <sup>-9</sup> * (Mallet & Pacquant) 8,38 x 10 <sup>-9</sup> * (Mallet & Pacquant)	--	--	n.b. *
<b>Sulfat im Feststoff [mg/kg]:</b>	150	30	--	--
<b>Sulfat im Eluat [mg/l]:</b>	5	< 1	--	--

**Tabelle 4:** Ergebnisse der chemischen bzw. labortechnischen Analysen der *SGS Institut Fresenius GmbH*

KAK = Kationenaustauschkapazität; k<sub>f</sub>-Wert = Wasserdurchlässigkeitsbeiwert; n.b. = nicht bestimmbar

\* über kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse

\*\* durch Herstellung eines Probenkörpers (Erzeugung einer ungestörten Probe)

#### Effektive Kationenaustauschkapazität (KAK)

Die Kationenaustauschkapazität (KAK) stellt die Menge der austauschbar gebundenen Kationen (insbesondere Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, H<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup>) eines Bodens dar, die von Art und Menge der Tonminerale sowie Huminstoffen im Boden abhängt. Die KAK der Tonminerale ist unabhängig vom pH-Wert, während bei Huminstoffen die KAK mit dem pH-Wert zunimmt.

Die effektive Kationenaustauschkapazität wurde nach DIN ISO 11260 bestimmt. Die chemischen Analysen der untersuchten Bodenproben ergaben für den Gumbelschen Sandstein eine effektive Kationenaustauschkapazität von -0,3 bis -1,5 mmol\*z/100 g. Für den Rhätton wurden Werte von 10,6 bis 16,3 mmol\*z/100 g ermittelt.



Die gemäß dem Verfüll-Leitfaden Bayern geforderte effektive Kationenaustauschkapazität von  $\geq 5$  cmol+/kg wird für den Rhätton mit im Mittel 13,58 mmol\*/z/100 g eingehalten. Der den Gumbelschen Sandstein unterlagernde Rhätton weist mit dieser laborchemisch nachgewiesenen effektiven Kationenaustauschkapazität ein hohes Schadstoffrückhaltepotenzial und damit einhergehend ein hohes Grundwasserschutzpotenzial auf. Die Vorgaben zur Sorptionsschicht nach dem Verfüll-Leitfaden Bayern werden damit für den Rhätton erfüllt.

#### Korngrößenverteilung

Die Rhättonprobe **A2TP1** ist gemäß der Bodenart als Ton, schluffig zu bezeichnen. Der Feinkornanteil  $< 0,063$  mm (Ton- und Schluffanteil) wurde mit 99,64 Gew.-% angegeben.

Die Probe **A4TP1** ist nach der Kornverteilung als Schluff, schwach tonig zu bewerten. Der Feinkornanteil  $< 0,063$  mm beträgt gemäß der Analyse 99,77 Gew.-%.

Die untersuchte Rhättonprobe **A6TP1** ist nach der Bodenart ein reiner Ton (95,40 Gew.-%). Der Feinkornanteil  $< 0,063$  mm wurde mit 99,69 Gew.-% analysiert.

#### Wasserdurchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ -Wert)

Der  $k_f$ -Wert ist der Durchlässigkeitsbeiwert, der die Versickerungsfähigkeit von Böden beschreibt. Je größer der Wert, desto besser die Versickerungsfähigkeit. Folgende Einteilungen werden nach DIN 18130 vorgenommen:

- Sehr stark durchlässig:  $k_f > 10^{-2}$  m/s
- Stark durchlässig:  $k_f 10^{-2} - 10^{-4}$  m/s
- Durchlässig:  $k_f 10^{-4} - 10^{-6}$  m/s
- Schwach durchlässig:  $k_f 10^{-6} - 10^{-8}$  m/s
- Sehr schwach durchlässig:  $k_f 10^{-8} - 10^{-9}$  m/s
- Nahezu völlig wasserundurchlässig:  $k_f < 10^{-9}$  m/s

Aus der gestörten Probe des Gumbelschen Sandstein (A3SP1) wurde im akkreditierten Prüflabor *SGS Institut Fresenius GmbH* ein ungestörter Probenkörper zur  $k_f$ -Wert-Bestimmung erzeugt. Dabei wurde der Probenkörper aus 3 Schichten aufgebaut, wobei mehr als 25 Verdichtungsschläge pro Schicht vorgenommen wurden. Anschließend wurde der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert nach DIN EN ISO 17892-11 für diese ungestörte Probe bestimmt. Die Analyse des  $k_f$ -Wertes ergab einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von  $6,2 \times 10^{-6}$  m/s. Der Gumbelsche Sandstein ist damit auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen als durchlässig bis schwach durchlässig einzustufen. Der nach dem Verfüll-Leitfaden Bayern geforderte Durchlässigkeitsbeiwert von  $10^{-6}$  bis  $10^{-7}$  m/s wird für den Gumbelschen Sandstein eingehalten.

Die  $k_f$ -Wert-Bestimmung des Rhätton sollte durch die *SGS Institut Fresenius GmbH* über eine kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse nach DIN EN ISO 17892-4 durchgeführt werden. Dazu wurde durch das akkreditierte Prüflabor die Kornverteilung nach DIN 18123 bestimmt. Aus der Kornverteilung sollte anschließend der  $k_f$ -Wert berechnet werden. Allerdings konnten aufgrund der Undurchlässigkeit des Materials für die Rhättonproben A2TP1 und A6TP1 keine  $k_f$ -Werte durch die *SGS Institut Fresenius GmbH* ermittelt werden.



Die durch das Prüflabor ermittelte Kornsummenkurve der Probe A4TP1 zeigt eine Kornverteilung aus dem Übergangsbereich vom Gümbelschen Sandstein zum Rhätton (oberer Rhättonbereich). Gemäß der Kornverteilung ist diese Probe als Schluff, schwach tonig anzusprechen. Aus dem Übergangsbereich vom Gümbelschem Sandstein zum Rhätton konnten  $k_f$ -Werte von  $10^{-7}$  m/s (nach Seelheim) bis  $10^{-9}$  m/s (nach Mallet & Pacquant) ermittelt werden. Der obere Rhättonbereich zeigt damit eine schwache bis sehr schwache Versickerungsfähigkeit.

Eine durch unser Büro vorgenommene Berechnung des  $k_f$ -Wertes für die Rhättonproben A2TP1 und A6TP1 nach BIALAS (1970) ergab bei einem abgeleiteten  $d_{20}$ -Wert von 0,001 mm einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von  $4,53 \times 10^{-10}$  m/s für den Rhätton. Die Rhättonschicht, welche durch die entnommenen Proben A2TP1 und A6TP1 repräsentiert wird, ist daher nach gutachterlicher Einschätzung als sehr schwach durchlässig bis nahezu völlig wasserundurchlässig zu charakterisieren. Der Rhätton stellt damit eine geologische Barriere gegenüber Sickerwassertransport dar. Als natürliche Grundwasserüberdeckung hat die Rhättonschicht eine erhebliche Schutzfunktion für das Grundwasser in Bezug auf den Transport möglicher Schadstoffe im Sickerwasser.

#### Sulfat im Feststoff und Eluat

Die laborchemischen Untersuchungen der analysierten Proben des Gümbelschen Sandstein ergaben einen Sulfatgehalt von 30 bis 40 mg/kg im Feststoff sowie < 1 bis 1 mg/l im Eluat. Die Sulfatkonzentration der untersuchten Rhättonprobe zeigt einen Wert von 150 mg/kg im Feststoff und 5 mg/l im Eluat.

Durch die chemische Analytik der *SGS Institut Fresenius GmbH* konnte damit weder im Gümbelschen Sandstein noch im unterlagernden Rhätton ein erhöhter Sulfatgehalt im Feststoff sowie im Eluat nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse der labortechnischen Analytik der *SGS Institut Fresenius GmbH*, die Sieb- und Schlämmanalysen sowie die Kornsummenkurven der untersuchten Rhättonproben sind unter Anlage 3 dargestellt. Eine Fotodokumentation der mittels Baggerschurf erstellten Aufschlüsse ist diesem Bericht als Anlage 4 beigelegt.

Sollten sich zu den durchgeführten Untersuchungen Fragen ergeben, stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen



Piewak & Partner GmbH  
Michael Fischer  
Diplom-Geoökologe



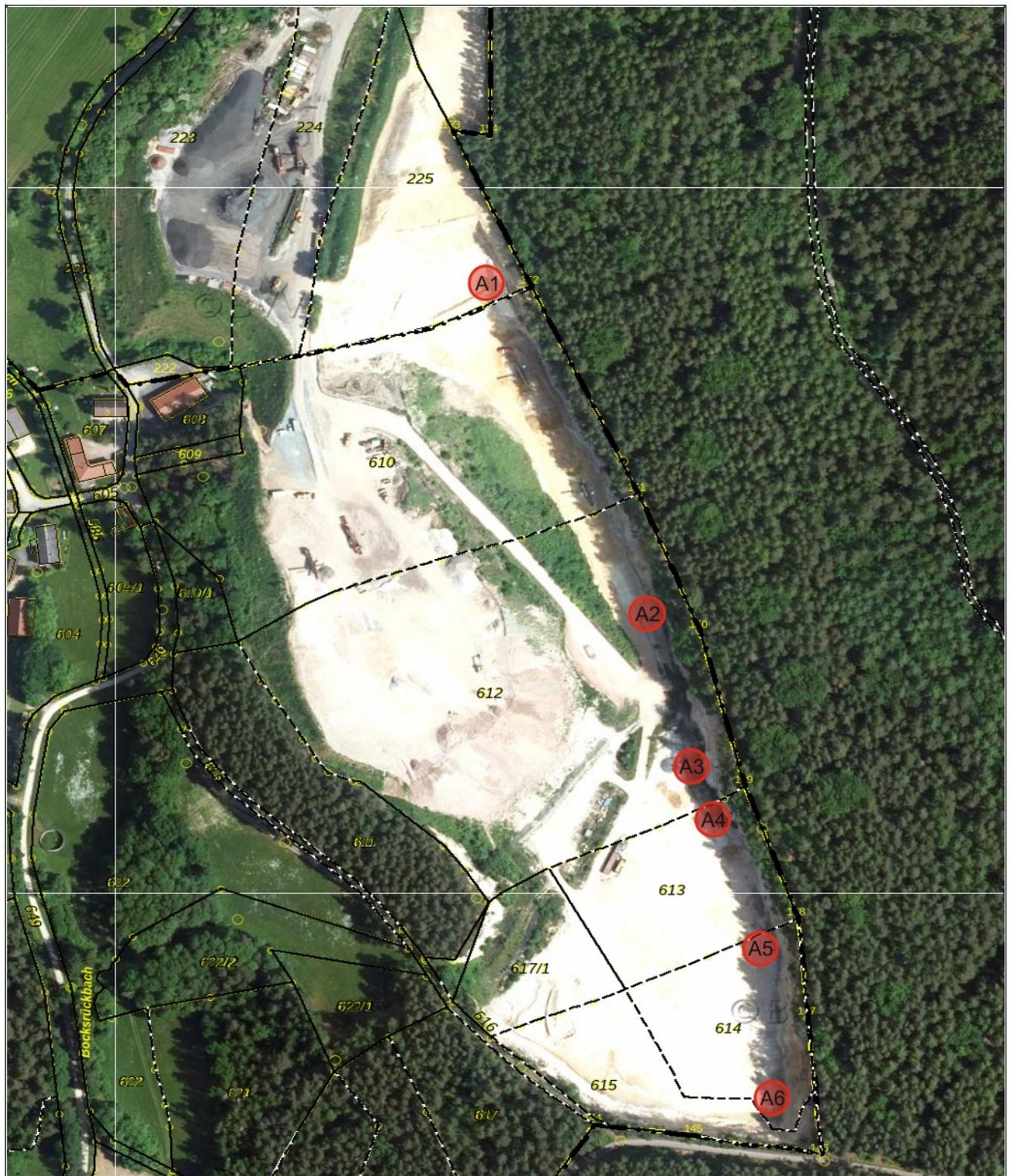
## **Anlagen**

- Anlage 1 Lageplan der Aufschlusspunkte
- Anlage 2 Probenahmeprotokolle der Bodenproben
- Anlage 3 Protokolle der labortechnischen Analytik der *SGS Institut Fresenius GmbH*
- Anlage 4 Fotodokumentation



## **Anlage 1**

### **Lageplan der Aufschlusspunkte**



**Bocksrück, Abbauerweiterung,  
Standorteinstufung und gutachterliche Beratung**

Messtechnische und analytische Untersuchungen im Rahmen  
der Beantragung zur Verfüllung

Anlage: 1

Projekt-Nr.: 17350

Maßstab  
1:2.500

**Lageplan  
der Aufschlusspunkte**

Bildquelle: BayernAtlas-plus, Bayerische Vermessungsverwaltung 2022,  
Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung, EuroGeographics

gez. gepr. geänd.	Tag 17.10.2022	Name mf
-------------------------	-------------------	------------

**Legende**

**A1** Aufschluss 1



**Piewak & Partner GmbH**  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und  
Umweltschutz  
Jean-Paul-Straße 30 - 95445 Bayreuth  
Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610

Bayreuth, den 17.10.2022

  
.....  
(Unterschrift)



## **Anlage 2**

# **Probenahmeprotokolle der Bodenproben**



## Probenahmeprotokoll - Boden

Anlage	2
Projekt	Bocksrück, Abbauerweiterung, Standorteinstufung und gutachterliche Beratung Messtechnische und analytische Untersuchungen im Rahmen der Beantragung zur Verfüllung
Projektnummer	17350
Probenehmer	Michael Fischer
Datum der Probenahme	11.10.2022
Proben-Nr.	A1SP1, A1SP2 (Rückstellprobe)

### Lagedaten

Ort	Sandgrube Bocksrück	Flur-Nr.	225
Stadt/Gemeinde	Haag	Eigentümer	Bocksrück SandGrube GmbH & Co.KG
Landkreis/Stadt	Bayreuth	Rechtswert	32 U 0685978
		Hochwert	UTM 5528023

### Probenahme

Lage Probenahmepunkt	nördlicher Bereich östliche Steilwand (siehe Koordinaten)		
Probenbezeichnung	Gümbelscher Sandstein		
Probenahme	Einzelprobe <input type="checkbox"/>	Mischprobe <input checked="" type="checkbox"/>	Anzahl Einzelproben: je 8 EP
Entnahmegesetz	Schaufel <input checked="" type="checkbox"/>	RKS <input type="checkbox"/>	Sonstiges <input checked="" type="checkbox"/> Beschreib.: aus Baggerschurf
Probenart (Boden, Schlacke, etc.)	Boden		
Bodenart (nach DIN 18196)	Sandstein, schwach tonig, schwach schluffig		
Probenahmetiefe	0,5 - 1,0 m		
Farbe	weißgrau, vereinzelt gelb		
Geruch	ohne Befund		
Feuchtigkeit, Konsistenz	feucht, locker bis halbfest		
Oranolept. Auffälligkeiten	keine		
Probenmenge	5,6 l		
Probenbehälter	PE-Eimer		
Probenkonservierung	gekühlt		

### Wetter

allg. Bedingungen	bewölkt
Temperatur	11°C

Unterschrift Probenehmer





## Probenahmeprotokoll - Boden

Anlage	2
Projekt	Bocksrück, Abbauerweiterung, Standorteinstufung und gutachterliche Beratung Messtechnische und analytische Untersuchungen im Rahmen der Beantragung zur Verfüllung
Projektnummer	17350
Probenehmer	Michael Fischer
Datum der Probenahme	11.10.2022
Proben-Nr.	A2TP1, A2TP2 (Rückstellprobe)

### Lagedaten

Ort	Sandgrube Bocksrück	Flur-Nr.	612
Stadt/Gemeinde	Haag	Eigentümer	Bocksrück SandGrube GmbH & Co.KG
Landkreis/Stadt	Bayreuth	Rechtswert	32 U 0686063
		Hochwert	UTM 5527857

### Probenahme

Lage Probenahmepunkt	nördlicher Bereich östliche Steilwand (siehe Koordinaten)		
Probenbezeichnung	Rhätton		
Probenahme	Einzelprobe <input type="checkbox"/>	Mischprobe <input checked="" type="checkbox"/>	Anzahl Einzelproben: je 8 EP
Entnahmegesetz	Schaufel <input checked="" type="checkbox"/>	RKS <input type="checkbox"/>	Sonstiges <input checked="" type="checkbox"/> Beschreib.: aus Baggerschurf
Probenart (Boden, Schlacke, etc.)	Boden		
Bodenart (nach DIN 18196)	Tonstein (oberer Bereich schwach sandig)		
Probenahmetiefe	1,5 - 2,0 m		
Farbe	hellgrau bis dunkelgrau, vereinzelt rotbraun		
Geruch	ohne Befund		
Feuchtigkeit, Konsistenz	feucht, plastisch, vereinzelt schieferig, stark bindig		
Oranolept. Auffälligkeiten	keine		
Probenmenge	5,6 l		
Probenbehälter	PE-Eimer		
Probenkonservierung	gekühlt		

### Wetter

allg. Bedingungen	bewölkt
Temperatur	11°C

Unterschrift Probenehmer





## Probenahmeprotokoll - Boden

Anlage	2
Projekt	Bocksrück, Abbauerweiterung, Standorteinstufung und gutachterliche Beratung Messtechnische und analytische Untersuchungen im Rahmen der Beantragung zur Verfüllung
Projektnummer	17350
Probenehmer	Michael Fischer
Datum der Probenahme	11.10.2022
Proben-Nr.	A3SP1

### Lagedaten

Ort	Sandgrube Bocksrück	Flur-Nr.	612
Stadt/Gemeinde	Haag	Eigentümer	Bocksrück SandGrube GmbH & Co.KG
Landkreis/Stadt	Bayreuth	Rechtswert	32 U 0686088
		Hochwert	UTM 5527774

### Probenahme

Lage Probenahmepunkt	mittlerer Bereich östliche Steilwand (siehe Koordinaten)		
Probenbezeichnung	Gümbelscher Sandstein		
Probenahme	Einzelprobe <input type="checkbox"/>	Mischprobe <input checked="" type="checkbox"/>	Anzahl Einzelproben: 8 EP
Entnahmegesetz	Schaufel <input checked="" type="checkbox"/>	RKS <input type="checkbox"/>	Sonstiges <input checked="" type="checkbox"/> Beschreib.: aus Baggerschurf
Probenart (Boden, Schlacke, etc.)	Boden		
Bodenart (nach DIN 18196)	Sandstein, schwach tonig, schwach schluffig (verwittert)		
Probenahmetiefe	0,2 - 0,5 m		
Farbe	ockergelb bis weißgrau		
Geruch	ohne Befund		
Feuchtigkeit, Konsistenz	feucht, locker bis fest		
Oranolept. Auffälligkeiten	keine		
Probenmenge	5,6 l		
Probenbehälter	PE-Eimer		
Probenkonservierung	gekühlt		

### Wetter

allg. Bedingungen	bewölkt
Temperatur	11°C

Unterschrift Probenehmer





## Probenahmeprotokoll - Boden

Anlage	2
Projekt	Bocksrück, Abbauerweiterung, Standorteinstufung und gutachterliche Beratung Messtechnische und analytische Untersuchungen im Rahmen der Beantragung zur Verfüllung
Projektnummer	17350
Probenehmer	Michael Fischer
Datum der Probenahme	11.10.2022
Proben-Nr.	A3TP1

### Lagedaten

Ort	Sandgrube Bocksrück	Flur-Nr.	612
Stadt/Gemeinde	Haag	Eigentümer	Bocksrück SandGrube GmbH & Co.KG
Landkreis/Stadt	Bayreuth	Rechtswert	32 U 0686088
		Hochwert	UTM 5527774

### Probenahme

Lage Probenahmepunkt	mittlerer Bereich östliche Steilwand (siehe Koordinaten)		
Probenbezeichnung	Rhätton		
Probenahme	Einzelprobe <input type="checkbox"/>	Mischprobe <input checked="" type="checkbox"/>	Anzahl Einzelproben: je 8 EP
Entnahmeggerät	Schaufel <input checked="" type="checkbox"/>	RKS <input type="checkbox"/>	Sonstiges <input checked="" type="checkbox"/> Beschreib.: aus Baggerschurf
Probenart (Boden, Schlacke, etc.)	Boden		
Bodenart (nach DIN 18196)	Tonstein (oberer Bereich schwach sandig)		
Probenahmetiefe	1,2 - 1,7 m		
Farbe	dunkelgrau, oberer Bereich rotbraun		
Geruch	ohne Befund		
Feuchtigkeit, Konsistenz	feucht, plastisch, vereinzelt schieferig, stark bindig		
Oranolept. Auffälligkeiten	keine		
Probenmenge	5,6 l		
Probenbehälter	PE-Eimer		
Probenkonservierung	gekühlt		

### Wetter

allg. Bedingungen	bewölkt
Temperatur	11°C

Unterschrift Probenehmer





## Probenahmeprotokoll - Boden

Anlage	2
Projekt	Bocksrück, Abbauerweiterung, Standorteinstufung und gutachterliche Beratung Messtechnische und analytische Untersuchungen im Rahmen der Beantragung zur Verfüllung
Projektnummer	17350
Probenehmer	Michael Fischer
Datum der Probenahme	11.10.2022
Proben-Nr.	A4TP1

### Lagedaten

Ort	Sandgrube Bocksrück	Flur-Nr.	613
Stadt/Gemeinde	Haag	Eigentümer	Bocksrück SandGrube GmbH & Co.KG
Landkreis/Stadt	Bayreuth	Rechtswert	32 U 0686099
		Hochwert	UTM 5527747

### Probenahme

Lage Probenahmepunkt	mittlerer Bereich östliche Steilwand (siehe Koordinaten)		
Probenbezeichnung	Rhätton		
Probenahme	Einzelprobe <input type="checkbox"/>	Mischprobe <input checked="" type="checkbox"/>	Anzahl Einzelproben: je 8 EP
Entnahmegesetz	Schaufel <input checked="" type="checkbox"/>	RKS <input type="checkbox"/>	Sonstiges <input checked="" type="checkbox"/> Beschreib.: aus Baggerschurf
Probenart (Boden, Schlacke, etc.)	Boden		
Bodenart (nach DIN 18196)	Tonstein (oberer Bereich schwach sandig)		
Probenahmetiefe	0,8 - 1,3 m		
Farbe	dunkelgrau, oberer Bereich rotbraun		
Geruch	ohne Befund		
Feuchtigkeit, Konsistenz	feucht, plastisch, vereinzelt schieferig, stark bindig		
Oranolept. Auffälligkeiten	keine		
Probenmenge	5,6 l		
Probenbehälter	PE-Eimer		
Probenkonservierung	gekühlt		

### Wetter

allg. Bedingungen	bewölkt
Temperatur	11°C

Unterschrift Probenehmer





## Probenahmeprotokoll - Boden

Anlage	2
Projekt	Bocksrück, Abbauerweiterung, Standorteinstufung und gutachterliche Beratung Messtechnische und analytische Untersuchungen im Rahmen der Beantragung zur Verfüllung
Projektnummer	17350
Probenehmer	Michael Fischer
Datum der Probenahme	11.10.2022
Proben-Nr.	A5SP1

### Lagedaten

Ort	Sandgrube Bocksrück	Flur-Nr.	614
Stadt/Gemeinde	Haag	Eigentümer	Bocksrück SandGrube GmbH & Co.KG
Landkreis/Stadt	Bayreuth	Rechtswert	32 U 0686122
		Hochwert	UTM 5527680

### Probenahme

Lage Probenahmepunkt	südlicher Bereich östliche Steilwand (siehe Koordinaten)		
Probenbezeichnung	Gümbelscher Sandstein		
Probenahme	Einzelprobe <input type="checkbox"/>	Mischprobe <input checked="" type="checkbox"/>	Anzahl Einzelproben: 8 EP
Entnahmegesetz	Schaufel <input checked="" type="checkbox"/>	RKS <input type="checkbox"/>	Sonstiges <input checked="" type="checkbox"/> Beschreib.: aus Baggerschurf
Probenart (Boden, Schlacke, etc.)	Boden		
Bodenart (nach DIN 18196)	Sandstein, schwach tonig, schwach schluffig (verwittert bis zersetzt)		
Probenahmetiefe	0,2 - 0,5 m		
Farbe	ockergelb bis weißgrau		
Geruch	ohne Befund		
Feuchtigkeit, Konsistenz	feucht, locker bis halbfest		
Oranolept. Auffälligkeiten	keine		
Probenmenge	5,6 l		
Probenbehälter	PE-Eimer		
Probenkonservierung	gekühlt		

### Wetter

allg. Bedingungen	bewölkt
Temperatur	12°C

Unterschrift Probenehmer





## Probenahmeprotokoll - Boden

Anlage	2
Projekt	Bocksrück, Abbauerweiterung, Standorteinstufung und gutachterliche Beratung Messtechnische und analytische Untersuchungen im Rahmen der Beantragung zur Verfüllung
Projektnummer	17350
Probenehmer	Michael Fischer
Datum der Probenahme	11.10.2022
Proben-Nr.	A5TP1

### Lagedaten

Ort	Sandgrube Bocksrück	Flur-Nr.	614
Stadt/Gemeinde	Haag	Eigentümer	Bocksrück SandGrube GmbH & Co.KG
Landkreis/Stadt	Bayreuth	Rechtswert	32 U 0686122
		Hochwert	UTM 5527680

### Probenahme

Lage Probenahmepunkt	südlicher Bereich östliche Steilwand (siehe Koordinaten)		
Probenbezeichnung	Rhätton		
Probenahme	Einzelprobe <input type="checkbox"/>	Mischprobe <input checked="" type="checkbox"/>	Anzahl Einzelproben: je 8 EP
Entnahmeggerät	Schaufel <input checked="" type="checkbox"/>	RKS <input type="checkbox"/>	Sonstiges <input checked="" type="checkbox"/> Beschreib.: aus Baggerschurf
Probenart (Boden, Schlacke, etc.)	Boden		
Bodenart (nach DIN 18196)	Tonstein (oberer Bereich schwach sandig)		
Probenahmetiefe	1,1 - 1,6 m		
Farbe	graubraun, vereinzelt dunkelgrau, oberer Bereich rotbraun		
Geruch	ohne Befund		
Feuchtigkeit, Konsistenz	feucht, plastisch, vereinzelt schieferig, stark bindig		
Oranolept. Auffälligkeiten	keine		
Probenmenge	5,6 l		
Probenbehälter	PE-Eimer		
Probenkonservierung	gekühlt		

### Wetter

allg. Bedingungen	bewölkt
Temperatur	12°C

Unterschrift Probenehmer





## Probenahmeprotokoll - Boden

Anlage	2
Projekt	Bocksrück, Abbauerweiterung, Standorteinstufung und gutachterliche Beratung Messtechnische und analytische Untersuchungen im Rahmen der Beantragung zur Verfüllung
Projektnummer	17350
Probenehmer	Michael Fischer
Datum der Probenahme	11.10.2022
Proben-Nr.	A6TP1

### Lagedaten

Ort	Sandgrube Bocksrück	Flur-Nr.	614
Stadt/Gemeinde	Haag	Eigentümer	Bocksrück SandGrube GmbH & Co.KG
Landkreis/Stadt	Bayreuth	Rechtswert	32 U 0686134
		Hochwert	UTM 5527594

### Probenahme

Lage Probenahmepunkt	südlicher Bereich östliche Steilwand (siehe Koordinaten)		
Probenbezeichnung	Rhätton		
Probenahme	Einzelprobe <input type="checkbox"/>	Mischprobe <input checked="" type="checkbox"/>	Anzahl Einzelproben: je 8 EP
Entnahmegesetz	Schaufel <input checked="" type="checkbox"/>	RKS <input type="checkbox"/>	Sonstiges <input checked="" type="checkbox"/> Beschreib.: aus Baggerschurf
Probenart (Boden, Schlacke, etc.)	Boden		
Bodenart (nach DIN 18196)	Tonstein (oberer Bereich schwach sandig)		
Probenahmetiefe	1,3 - 1,8 m		
Farbe	graubraun bis dunkelgrau, oberer Bereich rotbraun		
Geruch	ohne Befund		
Feuchtigkeit, Konsistenz	feucht, plastisch, vereinzelt schieferig, stark bindig		
Oranolept. Auffälligkeiten	keine		
Probenmenge	5,6 l		
Probenbehälter	PE-Eimer		
Probenkonservierung	gekühlt		

### Wetter

allg. Bedingungen	bewölkt
Temperatur	12°C

Unterschrift Probenehmer





## **Anlage 3**

### **Protokolle der labortechnischen Analytik der *SGS Institut Fresenius GmbH***



SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH · Oberkonnersreutherstr. 3 · 95448 Bayreuth

Tanja Mayr-Kießling

**Piewak & Partner GmbH**  
**Ingenieurbüro f. Hydrogeologie  
und Umweltschutz**  
**Jean-Paul-Str. 30**  
**95444 Bayreuth**

Tel. +49 921/53049-34  
Fax +49 89/1250 406 4468  
[tanja.mayr-kiessling@sgs.com](mailto:tanja.mayr-kiessling@sgs.com)



Industries & Environment

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH  
Oberkonnersreutherstr. 3  
95448 Bayreuth

**Bayreuth, den** 03.11.2022

**SGS/IF-Prüfberichts-Nr.** BT76839\_1b  
**SGS/IF-Auftrags-Nr.** 6359229  
**SGS/IF-Probennummern** 221051527 ff

**Probeneingang** 12.10.2022  
**Prüfzeitraum** 12.10.2022 - 03.11.2022

**Eingangsart** überbracht  
**Probennahme** -

**Ihr Auftrag/Projekt** 17350 Sandgrube Bocksrück  
**Ihr Bestelldatum** 12.10.2022

**Prüfgegenstand** 8 Bodenproben  
**Prüfziel** Bestimmung von effektiver Kationenaustauschkapazität  
**Prüfverfahren** siehe Seite 2 - 3

**Ergebnisse** siehe Seite 2 - 3

**Bemerkungen** Die Analysen wurden in der SGS Institut Fresenius GmbH -  
Labor Taunusstein - durchgeführt.

**SGS Institut Fresenius GmbH**

**i.V. Tanja Mayr-Kießling**  
**Customer Service**

**i.A. Irena Bock**  
**Customer Service**

<b>SGS/IF-Prüfberichts-Nr.</b>	BT76839_1b
<b>SGS/IF-Auftrags-Nr.</b>	6359229
<b>Ihr Auftrag/Projekt</b>	17350 Sandgrube Bocksrück
<b>Datum des Berichts</b>	03.11.2022

<b>SGS/IF -Probennummer</b>		<b>221051527</b>	
<b>Probenbezeichnung</b>		<b>A1SP1</b> <b>11.10.2022</b>	
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Analysenergebnis</b>	<b>Methode</b>
Effektive Kationenaustausch-kapazität (KAK)	mmol*z/100 g	-0,3	DIN ISO 11260

<b>SGS/IF -Probennummer</b>		<b>221051529</b>	
<b>Probenbezeichnung</b>		<b>A2TP1</b> <b>11.10.2022</b>	
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Analysenergebnis</b>	<b>Methode</b>
Effektive Kationenaustausch-kapazität (KAK)	mmol*z/100 g	16,3	DIN ISO 11260

<b>SGS/IF -Probennummer</b>		<b>221051531</b>	
<b>Probenbezeichnung</b>		<b>A3SP1</b> <b>11.10.2022</b>	
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Analysenergebnis</b>	<b>Methode</b>
Effektive Kationenaustausch-kapazität (KAK)	mmol*z/100 g	-1,5	DIN ISO 11260

<b>SGS/IF -Probennummer</b>		<b>221051532</b>	
<b>Probenbezeichnung</b>		<b>A3TP1</b> <b>11.10.2022</b>	
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Analysenergebnis</b>	<b>Methode</b>
Effektive Kationenaustausch-kapazität (KAK)	mmol*z/100 g	13,3	DIN ISO 11260

<b>SGS/IF-Prüfberichts-Nr.</b>	BT76839_1b
<b>SGS/IF-Auftrags-Nr.</b>	6359229
<b>Ihr Auftrag/Projekt</b>	17350 Sandgrube Bocksrück
<b>Datum des Berichts</b>	03.11.2022

<b>SGS/IF -Probennummer</b>		<b>221051533</b>	
<b>Probenbezeichnung</b>		<b>A4TP1</b> <b>11.10.2022</b>	
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Analysenergebnis</b>	<b>Methode</b>
Effektive Kationenaustausch-kapazität (KAK)	mmol*z/100 g	14,9	DIN ISO 11260

<b>SGS/IF -Probennummer</b>		<b>221051534</b>	
<b>Probenbezeichnung</b>		<b>A5SP1</b> <b>11.10.2022</b>	
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Analysenergebnis</b>	<b>Methode</b>
Effektive Kationenaustausch-kapazität (KAK)	mmol*z/100 g	-1,2	DIN ISO 11260

<b>SGS/IF -Probennummer</b>		<b>221051535</b>	
<b>Probenbezeichnung</b>		<b>A5TP1</b> <b>11.10.2022</b>	
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Analysenergebnis</b>	<b>Methode</b>
Effektive Kationenaustausch-kapazität (KAK)	mmol*z/100 g	12,8	DIN ISO 11260

<b>SGS/IF -Probennummer</b>		<b>221051536</b>	
<b>Probenbezeichnung</b>		<b>A6 TP1</b> <b>11.10.2022</b>	
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Analysenergebnis</b>	<b>Methode</b>
Effektive Kationenaustausch-kapazität (KAK)	mmol*z/100 g	10,6	DIN ISO 11260

- Ende des Prüfberichts -

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter [www.sgsgroup.de/agb](http://www.sgsgroup.de/agb) zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH · Oberkonnersreutherstr. 3 · 95448 Bayreuth

Tanja Mayr-Kießling

**Piewak & Partner GmbH**  
**Ingenieurbüro f. Hydrogeologie**  
**und Umweltschutz**  
**Jean-Paul-Str. 30**  
**95444 Bayreuth**

Tel. +49 921/53049-34  
 Fax +49 89/1250 406 4468  
[tanja.mayr-kiessling@sgs.com](mailto:tanja.mayr-kiessling@sgs.com)

Industries & Environment

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH  
 Oberkonnersreutherstr. 3  
 95448 Bayreuth

**Bayreuth, den** 01.12.2022

**SGS/IF-Prüfberichts-Nr.** BT76839\_2  
**SGS/IF-Auftrags-Nr.** 6359229  
**SGS/IF-Probennummern** 221051531

**Probeneingang** 12.10.2022  
**Prüfzeitraum** 12.10.2022 - 01.12.2022

**Eingangsart** überbracht  
**Probennahme** -

**Ihr Auftrag/Projekt** 17350 Sandgrube Bocksrück  
**Ihr Bestelldatum** 12.10.2022

**Prüfgegenstand** 1 Bodenprobe  
**Prüfziel** K<sub>F</sub>-Wert Bestimmung  
**Prüfverfahren** DIN EN ISO 17892-11

**Ergebnisse** siehe Seite 2

**Bemerkungen** Die Analysen wurden in einem Partnerlabor durchgeführt.

Dieser Prüfbericht annulliert und ersetzt den von SGS Institut Fresenius GmbH ausgefertigten Prüfbericht Nr. BT76839\_1 vom 07.11.2022. (Hinweise zur Probenvorbereitung ergänzt)

**SGS Institut Fresenius GmbH**

**i.V. Tanja Mayr-Kießling**  
**Customer Service**

**i.A. Irena Bock**  
**Customer Service**

<b>SGS/IF-Prüfberichts-Nr.</b>	BT76839_2
<b>SGS/IF-Auftrags-Nr.</b>	6359229
<b>Ihr Auftrag/Projekt</b>	17350 Sandgrube Bocksrück
<b>Datum des Berichts</b>	01.12.2022

<b>SGS/IF -Probennummer</b>	221051531
<b>Probenbezeichnung</b>	A3SP1
<b>Bodenart</b>	Sand, schwach schluffig
<b>Probenart</b>	gestört, mit mehr als Proctorenergie <sup>1</sup> verdichtet, eingebaut
<b>Durchströmung</b>	von oben nach unten

### Versuchsergebnisse

Masse der Probe $m_f$ [kg]	<b>1,907</b>		
Länge des Probekörpers $l_0$ [m]	<b>0,12</b>		
Querschnittsfläche A [m <sup>2</sup> ]	<b>7,85x10<sup>-03</sup></b>		
Feuchtdichte $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	<b>2,02</b>		
Trockendichte $\rho_d$ [g/cm <sup>3</sup> ]	<b>1,9</b>		
Korndichte $\rho_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	<b>2,650</b>		
Porenanteil n	<b>0,28</b>		
Porenzahl e	<b>0,40</b>		
Wassergehalt vor Versuch w [%]	<b>6,6</b>		
Hydraulisches Gefälle max. i	<b>3,33</b>		
Hydraulisches Gefälle min. i	<b>1,67</b>		
Temperatur [°C]	<b>23,5</b>		
Anzahl der durchgeführten Wiederholungsversuche	<b>5</b>	Niedrigster Wert:	Höchster Wert:
Durchlässigkeitsbeiwert $k_r$ [m/s]		<b>9,2x10<sup>-06</sup></b>	<b>8,3x10<sup>-06</sup></b>
Durchlässigkeitsbeiwert $k_{10}$ [m/s]		<b>6,4x10<sup>-06</sup></b>	<b>6,0x10<sup>-06</sup></b>
Mittelwert aus allen Versuchen $k_{10}$ [m/s]		<b>6,2x10<sup>-06</sup></b>	

<sup>1</sup> Proctorenergie = 25 Schläge pro Schicht  
 Herstellung des Probekörpers mit mehr als 25 Schlägen pro Schicht, insgesamt 3 Schichten

- Ende des Prüfberichts -

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter [www.sgsgroup.de/agb](http://www.sgsgroup.de/agb) zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH · Oberkonnorsreutherstr. 3 · 95448 Bayreuth

Tanja Mayr-Kießling

**Piewak & Partner GmbH**  
**Ingenieurbüro f. Hydrogeologie**  
**und Umweltschutz**  
**Jean-Paul-Str. 30**  
**95444 Bayreuth**Tel. +49 921/53049-34  
Fax +49 89/1250 406 4468  
[tanja.mayr-kiessling@sgs.com](mailto:tanja.mayr-kiessling@sgs.com)

Industries &amp; Environment

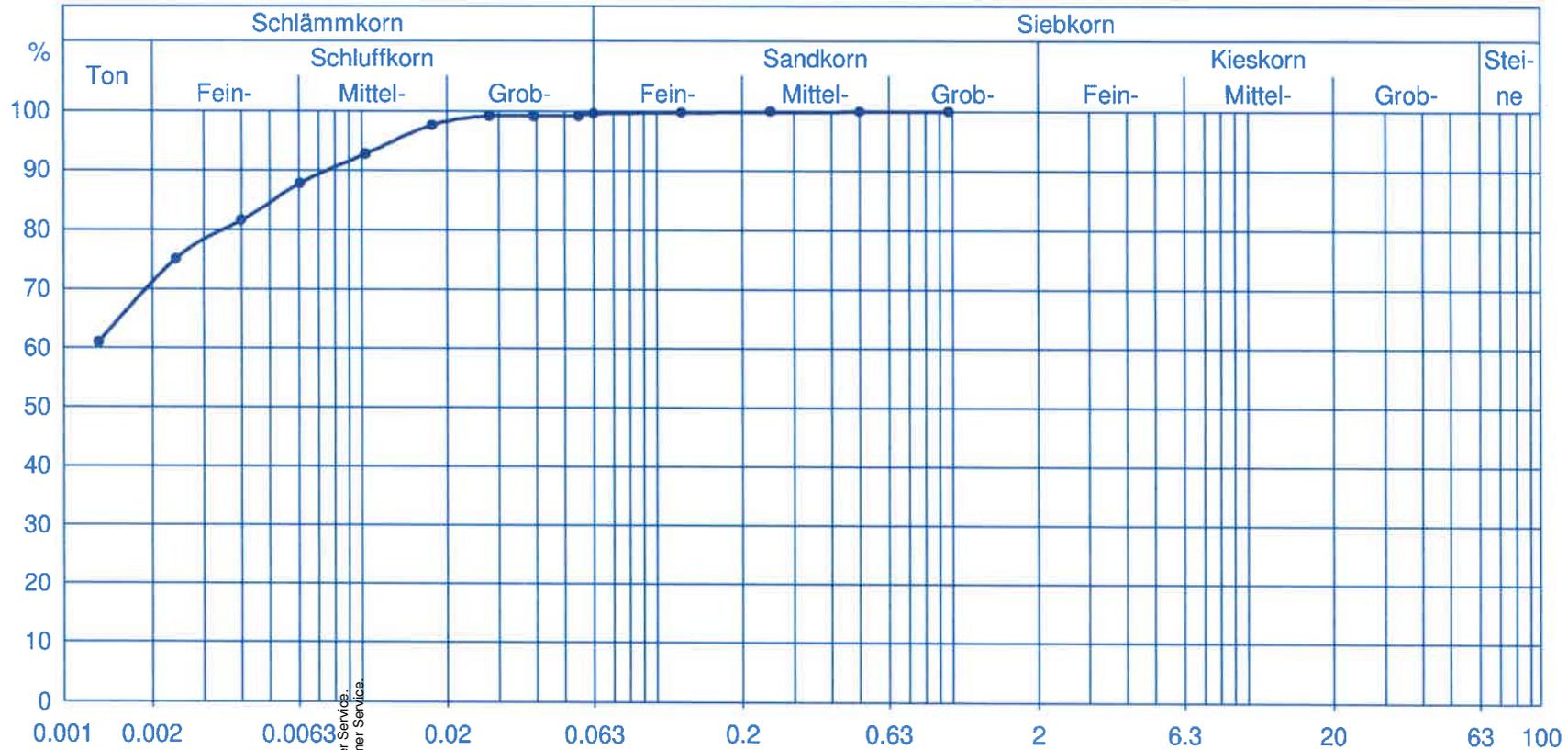
SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH  
Oberkonnorsreutherstr. 3  
95448 Bayreuth**Bayreuth, den** 02.11.2022**SGS/IF-Prüfberichts-Nr.** BT76839\_1a  
**SGS/IF-Auftrags-Nr.** 6359229  
**SGS/IF-Probennummern** 221051529 ff**Probeneingang** 12.10.2022  
**Prüfzeitraum** 12.10.2022 - 02.11.2022**Eingangsart** überbracht  
**Probennahme** -**Ihr Auftrag/Projekt** 17350 Sandgrube Bocksrück  
**Ihr Bestelldatum** 12.10.2022**Prüfgegenstand** 3 Bodenproben  
**Prüfziel** Sieb-Schlämmanalyse  
**Prüfverfahren** DIN EN ISO 17892-4**Ergebnisse** siehe Anhang**Bemerkungen** Die Analysen wurden in der SGS Insittut Fesenius GmbH - Labor Berlin B1 - durchgeführt.**SGS Institut Fresenius GmbH****i.V. Tanja Mayr-Kießling**  
**Customer Service****i.A. Irena Bock**  
**Customer Service**

# SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

Kornsummenkurve nach DIN 18123

Projekt: 6359229 / 17350 Sandgrube Bocksrück  
 Probenbez.: 221051529 / A2TP1

Datum: 11.10.2022  
 Tiefe:



Erstellt: 04.11.2022 i.A. Carolina Spies Customer Service.  
 Freigegeben: 07.11.2022 i.A. Irina Bogdan Customer Service.

Bodenart

T, u

Ud-Gruppe

n.b.

U

n.b.

C

T

71

U

29

S

-

G

-

[Gew%]

Kf(Beyer)

n.b.

### Siebung der Probe

Korngröße [mm]	Masse der Rückstände [g]	Siebrückstände [Gew.-%]	Summe der Siebdurchgänge [Gew.-%]
125	-	-	-
63	-	-	-
31,5	-	-	-
16	-	-	-
8	-	-	-
4	-	-	-
2	-	-	-
1	-	-	100,00
0,5	0,31	0,03	99,97
0,25	0,42	0,05	99,92
0,125	0,66	0,07	99,85
0,063	1,84	0,20	99,64
< 0,063	902,16	99,64	-

Gesamtrockenmasse: 905,39 g  
 Summe: 905,39 g  
 Siebverlust:  
 Art der Siebung: nass

### Bestimmung der Korngrößenverteilung durch Sedimentation

Trockenmasse: 49,56 g  
 Korndichte: 2,670 g/cm<sup>3</sup>

Dispergierungsmittel: 0,5g Natriumpyrophosphat  
 Meniskuskorrektur: 1,4 g/cm<sup>3</sup>

Uhrzeit	Zeit bis zur Ablesung [h:min:s]	R' [g/cm <sup>3</sup> ]	R=R'+C <sub>m</sub> [g/cm <sup>3</sup> ]	d [mm]	T [°C]	C <sub>T</sub> [g/cm <sup>3</sup> ]	R+C <sub>T</sub> [g/cm <sup>3</sup> ]	a [Gew.-%]	a <sub>tot</sub> [Gew.-%]
	00:00:30	29,0	30,4	0,0555	22,3	0,46	30,9	99,6	99,3
	00:01:00	29,0	30,4	0,0393	22,3	0,46	30,9	99,6	99,2
	00:02:00	29,0	30,4	0,0278	22,3	0,46	30,9	99,6	99,2
	00:05:00	28,5	29,9	0,0178	22,3	0,46	30,4	97,9	97,6
	00:15:00	27,0	28,4	0,0106	22,3	0,46	28,9	93,1	92,8
	00:45:00	25,5	26,9	0,0063	22,0	0,40	27,3	88,1	87,7
	02:00:00	23,5	24,9	0,0040	22,3	0,46	25,4	81,8	81,5
	06:00:00	21,5	22,9	0,0024	22,2	0,44	23,3	75,3	75,0
	24:00:00	17,5	18,9	0,0013	20,4	0,08	19,0	61,2	61,0

### Beiwerte

Bodenart:	Ton, schluffig		
Kürzel:	T, u	Anteil	[Gew %]
Bodengruppe:		T	71,12
Frostempfindlichkeitsklasse:	(n.b.)	U	28,53
Verdichtungsfähigkeit:	(n.b.)	S	0,36
U (Ungleichförmigkeitszahl):	n.b.	G	-
C (Krümmungszahl):	n.b.		

Schüttkorn (n. Bieske, 1961): n.b.  
 Filterschlitzweite (n. Bieske, 1961): n.b.

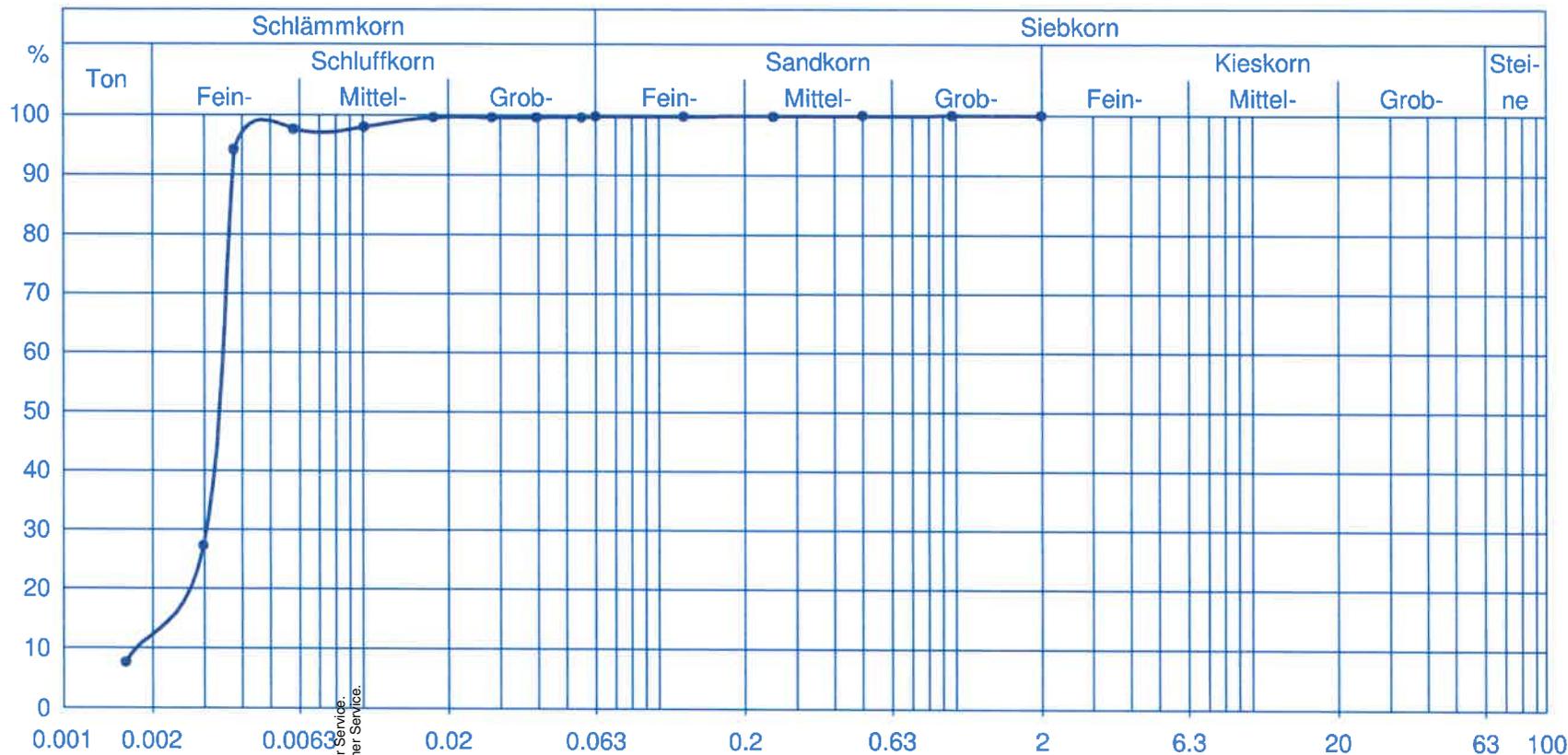
Kf nach Beyer, 1964 (kein d60-Wert)  
 Kf nach Hazen, 1893 (kein d10-Wert)  
 Kf nach Zieschang, 1964 (kein d60-Wert)  
 Kf nach Seelheim, 1880 (kein d50-Wert)  
 Kf nach Mallet & Pacquant, 1954 <sup>1</sup> (kein d20-Wert)  
 Kf nach Mallet & Pacquant, 1954 <sup>2</sup> (kein d20-Wert)

# SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

## Kornsummenkurve nach DIN 18123

Projekt: 6359229 / 17350 Sandgrube Bocksrück  
 Probenbez.: 221051533 / A4TP1

Datum: 11.10.2022  
 Tiefe:



Erstellt: 04.11.2022 i.A. Carolina Spies Customer Service.  
 Freigegeben: 07.11.2022 i.A. Irina Bock Customer Service.

Bodenart

U, t'

Bod-Gruppe

2,0

U

C

1,5

T

12

U

88

S

-

G

-

[Gew%]

Kf(Beyer)

n.b.

**Siebung der Probe**

Korngröße [mm]	Masse der Rückstände [g]	Siebrückstände [Gew.-%]	Summe der Siebdurchgänge [Gew.-%]
125	-	-	-
63	-	-	-
31,5	-	-	-
16	-	-	-
8	-	-	-
4	-	-	-
2	-	-	100,00
1	0,34	0,04	99,96
0,5	0,26	0,03	99,94
0,25	0,35	0,04	99,90
0,125	0,36	0,04	99,86
0,063	0,8	0,09	99,77
< 0,063	929,53	99,77	-

Gesamtrockenmasse: 931,64 g  
 Summe: 931,64 g  
 Siebverlust:  
 Art der Siebung: nass

**Bestimmung der Korngrößenverteilung durch Sedimentation**

Trockenmasse: 48,66 g  
 Korndichte: 2,670 g/cm<sup>3</sup>

Dispergierungsmittel: 0,5g Natriumpyrophosphat  
 Meniskuskorrektur: 1,4 g/cm<sup>3</sup>

Uhrzeit	Zeit bis zur Ablesung [h:min:s]	R' [g/cm <sup>3</sup> ]	R=R'+C <sub>m</sub> [g/cm <sup>3</sup> ]	d [mm]	T [°C]	C <sub>T</sub> [g/cm <sup>3</sup> ]	R+C <sub>T</sub> [g/cm <sup>3</sup> ]	a [Gew.-%]	a <sub>tot</sub> [Gew.-%]
	00:00:30	28,5	29,9	0,0561	22,4	0,48	30,4	99,9	99,7
	00:01:00	28,5	29,9	0,0397	22,4	0,48	30,4	99,9	99,7
	00:02:00	28,5	29,9	0,0281	22,4	0,48	30,4	99,9	99,6
	00:05:00	28,5	29,9	0,0178	22,4	0,48	30,4	99,8	99,6
	00:15:00	28,0	29,4	0,0104	22,4	0,48	29,9	98,2	98,0
	00:45:00	28,0	29,4	0,0060	22,0	0,40	29,8	97,9	97,7
	02:00:00	27,0	28,4	0,0038	21,8	0,36	28,8	94,5	94,3
	06:00:00	6,5	7,9	0,0030	22,0	0,40	8,3	27,3	27,2
	24:00:00	1,0	2,4	0,0016	19,7	-0,06	2,3	7,7	7,7

**Beiwerte**

Bodenart:	Schluff, schwach tonig		
Kürzel:	U, t'	Anteil	[Gew %]
Bodengruppe:		T	12,30
Frostempfindlichkeitsklasse:	(n.b.)	U	87,47
Verdichtungsfähigkeit:	(n.b.)	S	0,23
U (Ungleichförmigkeitszahl):	2,0	G	-
C (Krümmungszahl):	1,5		

Schütt Korn (n. Bieske, 1961): n.b.  
 Filterschlitzweite (n. Bieske, 1961): n.b.

Kf nach Beyer, 1964 (d10 <= 0.06)  
 Kf nach Hazen, 1893 (d10 zu klein)  
 Kf nach Zieschang, 1964 (d10 < 0.1)  
 Kf nach Seelheim, 1880 4,03 E-07 (m/s) schwach durchlässig  
 Kf nach Mallet & Pacquant, 1954 <sup>1</sup> 4,39 E-09 (m/s) sehr schwach durchlässig  
 Kf nach Mallet & Pacquant, 1954 <sup>2</sup> 8,38 E-09 (m/s) sehr schwach durchlässig

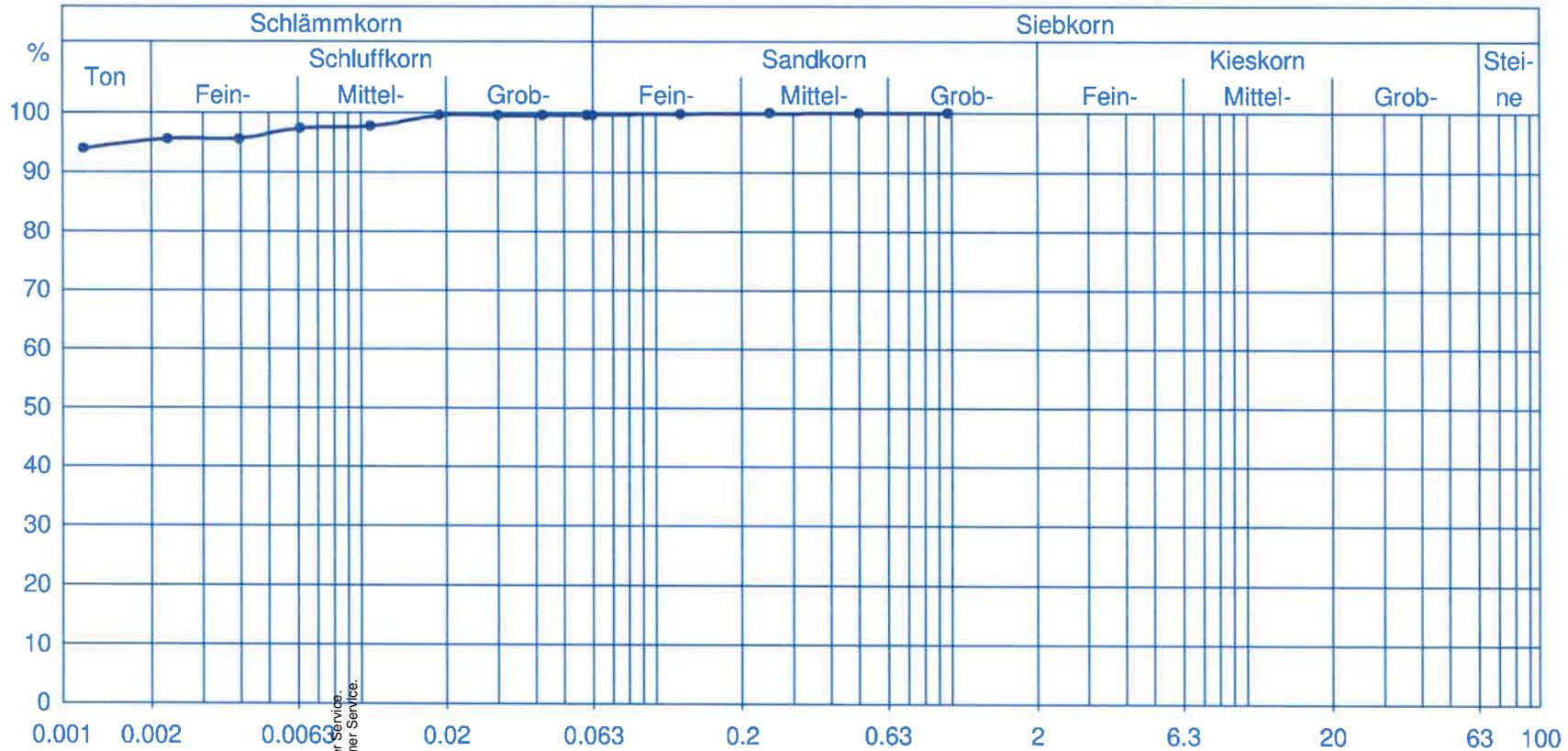
# SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

## Kornsummenkurve nach DIN 18123

Projekt: 6359229 / 17350 Sandgrube Bocksrück  
 Probenbez.: 221051536 / A6TP1

Ort:

Datum: 11.10.2022  
 Tiefe:



Erstellt: 04.11.2022 i.A. Carolina Spies Customer Service.  
 Freigegeben: 07.11.2022 i.A. Irina Bock Customer Service.

Bodenart

T

Bd-Gruppe

n.b.

U

n.b.

C

96

T

4

U

-

S

-

G

[Gew%]

Kf(Beyer)

n.b.

**Siebung der Probe**

Korngröße [mm]	Masse der Rückstände [g]	Siebrückstände [Gew.-%]	Summe der Siebdurchgänge [Gew.-%]
125	-	-	-
63	-	-	-
31,5	-	-	-
16	-	-	-
8	-	-	-
4	-	-	-
2	-	-	-
1	-	-	100,00
0,5	0,24	0,03	99,97
0,25	0,3	0,03	99,94
0,125	0,77	0,08	99,86
0,063	1,52	0,17	99,69
< 0,063	907,72	99,69	-

Gesamtrockenmasse: 910,55 g  
 Summe: 910,55 g  
 Siebverlust:  
 Art der Siebung: nass

**Bestimmung der Korngrößenverteilung durch Sedimentation**

Trockenmasse: 43,85 g  
 Korndichte: 2,670 g/cm<sup>3</sup>

Dispergierungsmittel: 0,5g Natriumpyrophosphat  
 Meniskuskorrektur: 1,4 g/cm<sup>3</sup>

Uhrzeit	Zeit bis zur Ablesung [h:min:s]	R' [g/cm <sup>3</sup> ]	R=R'+C <sub>m</sub> [g/cm <sup>3</sup> ]	d [mm]	T [°C]	C <sub>T</sub> [g/cm <sup>3</sup> ]	R+C <sub>T</sub> [g/cm <sup>3</sup> ]	a [Gew.-%]	a <sub>tot</sub> [Gew.-%]
	00:00:30	25,5	26,9	0,0599	22,4	0,48	27,4	99,9	99,6
	00:01:00	25,5	26,9	0,0423	22,4	0,48	27,4	99,9	99,6
	00:02:00	25,5	26,9	0,0299	22,4	0,48	27,4	99,9	99,6
	00:05:00	25,5	26,9	0,0189	22,4	0,48	27,4	99,8	99,5
	00:15:00	25,0	26,4	0,0110	22,4	0,48	26,9	98,1	97,7
	00:45:00	25,0	26,4	0,0064	22,0	0,40	26,8	97,7	97,4
	02:00:00	24,5	25,9	0,0040	22,0	0,40	26,3	96,0	95,7
	06:00:00	24,5	25,9	0,0023	22,0	0,40	26,3	95,9	95,6
	24:00:00	24,5	25,9	0,0012	19,7	-0,06	25,8	94,2	93,9

**Beiwerte**

Bodenart:	Ton		
Kürzel:	T	Anteil	[Gew %]
Bodengruppe:		T	95,40
Frostempfindlichkeitsklasse:	(n.b.)	U	4,29
Verdichtungsfähigkeit:	(n.b.)	S	0,31
U (Ungleichförmigkeitszahl):	n.b.	G	-
C (Krümmungszahl):	n.b.		

Schüttkorn (n. Bieske, 1961): n.b.  
 Filterschlitzweite (n. Bieske, 1961): n.b.

Kf nach Beyer, 1964 (kein d60-Wert)  
 Kf nach Hazen, 1893 (kein d10-Wert)  
 Kf nach Zieschang, 1964 (kein d60-Wert)  
 Kf nach Seelheim, 1880 (kein d50-Wert)  
 Kf nach Mallet & Pacquant, 1954 <sup>1</sup> (kein d20-Wert)  
 Kf nach Mallet & Pacquant, 1954 <sup>2</sup> (kein d20-Wert)

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Oberkonnersreutherstr. 3 D-95448 Bayreuth

Piewak & Partner GmbH  
Ingenieurbüro f. Hydrogeologie  
und Umweltschutz  
Jean-Paul-Str. 30  
95444 Bayreuth

**Prüfbericht 6047624**  
**Auftrags Nr. 6359229**  
**Kunden Nr. 5280600**

Frau Tanja Mayr-Kießling  
Telefon +49 921/53049-34  
Fax +49 89 1250 4064468  
TANJA.MAYR-KIESSLING@SGS.COM



Industries & Environment

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH  
Oberkonnersreutherstr. 3  
D-95448 Bayreuth

Bayreuth, den 02.11.2022

Ihr Auftrag/Projekt: 17350 Sandgrube Bocksrück  
Ihr Bestellzeichen: .  
Ihr Bestelldatum: 12.10.2022

Probeneingang Standort Bayreuth: 12.10.2022 11:00 Uhr  
Ansprechpartner: Herr M. Fischer

Prüfzeitraum von 13.10.2022 bis 28.10.2022  
erste laufende Probenummer 221051527  
Probeneingang am 12.10.2022

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.V. Tanja Mayr-Kießling  
Customer Service

i.A. Irena Bock  
Customer Service

Seite 1 von 3

17350 Sandgrube Bocksrück

Prüfbericht Nr. 6047624  
Auftrag Nr. 6359229

Seite 2 von 3  
02.11.2022

Proben von Ihnen gebracht		Matrix: Boden					
Probennummer		221051527	221051531	221051533			
Bezeichnung		A1SP1	A3SP1	A4TP1			
		11.10.2022	11.10.2022	11.10.2022			
Eingangsdatum:		12.10.2022	12.10.2022	12.10.2022			
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode -grenze	Lab	
<b>Feststoffuntersuchungen :</b>							
Trockensubstanz	Masse-%	95,0	93,6	87,1	0,1	DIN EN 14346	HE
<b>Bodenuntersuchung n. DIN 4030 :</b>							
Sulfat	mg/kg	30	40	150	20	DIN 4030-2	TS
<b>Eluatuntersuchungen :</b>							
Eluatansatz						DIN EN 12457-4	HE
Sulfat	mg/l	1	1	5	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Proben von Ihnen gebracht		Matrix: Boden					
Probennummer		221051534					
Bezeichnung		A5SP1					
		11.10.2022					
Eingangsdatum:		12.10.2022					
Parameter	Einheit				Bestimmungs Methode -grenze	Lab	
<b>Feststoffuntersuchungen :</b>							
Trockensubstanz	Masse-%	93,8			0,1	DIN EN 14346	HE
<b>Bodenuntersuchung n. DIN 4030 :</b>							
Sulfat	mg/kg	30			20	DIN 4030-2	TS
<b>Eluatuntersuchungen :</b>							
Eluatansatz						DIN EN 12457-4	HE
Sulfat	mg/l	< 1			1	DIN EN ISO 10304-1	HE
<b>Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethode:</b>							
DIN 4030-2		2008-06					
DIN EN 12457-4		2003-01					
DIN EN 14346		2007-03					

17350 Sandgrube Bocksrück

**Prüfbericht Nr. 6047624**  
**Auftrag Nr. 6359229**

Seite 3 von 3  
02.11.2022

DIN EN ISO 10304-1 2009-07

Die Laborstandorte mit den entsprechenden Akkreditierungsverfahrensnummern der SGS-Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter <http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs.pdf>.

\*\*\* Ende des Berichts \*\*\*

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter [www.sgsgroup.de/agb](http://www.sgsgroup.de/agb) zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Hinweis: Die Probe(n), auf die sich die hier dargelegten Erkenntnisse (die "Erkenntnisse") beziehen, wurde(n) ggf. durch den Kunden oder durch im Auftrag handelnde Dritte entnommen. In diesem Falle geben die Erkenntnisse keine Garantie für den repräsentativen Charakter der Probe bezüglich irgendwelcher Waren und beziehen sich ausschließlich auf die Probe(n). Die Gesellschaft übernimmt keine Haftung für den Ursprung oder die Quelle, aus der die Probe(n) angeblich/tatsächlich entnommen wurde(n).



## **Anlage 4**

### **Fotodokumentation**



Anlage	4
Projekt	Bocksrück, Abbauerweiterung, Standorteinstufung und gutachterliche Beratung
Projektnr.	17350

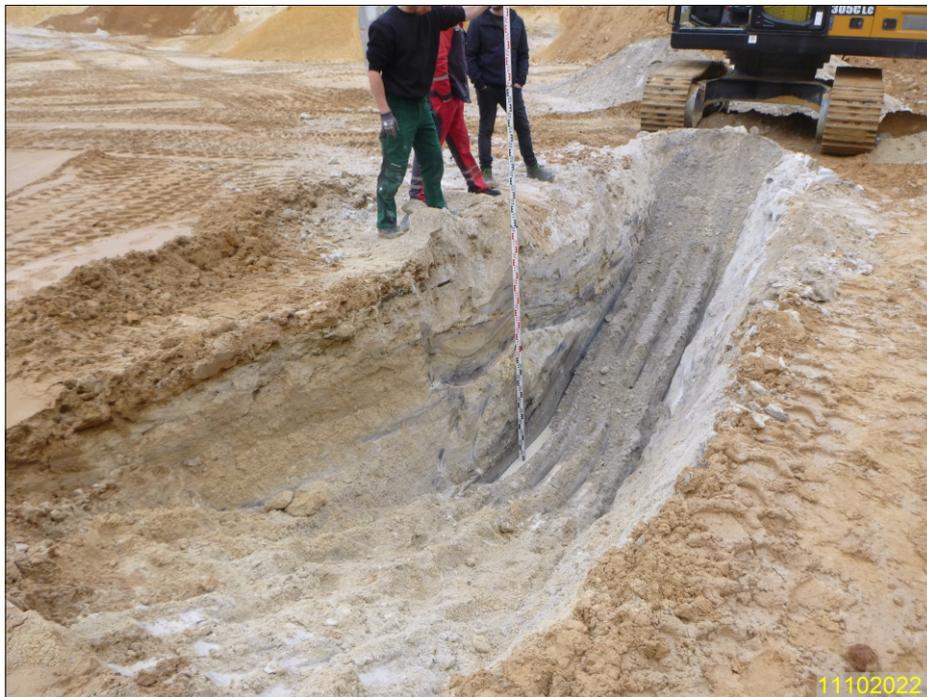


Bild 1: Aufschluss 1 (A1), Probenentnahme aus Gümbelschem Sandstein, entnommene Proben: A1SP1 und A1SP2 (Rückstellprobe)



Bild 2: Aufschluss 2 (A2), Probenentnahme aus Rhätton, entnommene Proben: A2TP1 und A2TP2 (Rückstellprobe)



Anlage	4
Projekt	Bocksrück, Abbauerweiterung, Standorteinstufung und gutachterliche Beratung
Projektnr.	17350



Bild 3: Aufschluss 3 (A3), Probenentnahme aus Gümbelschem Sandstein und Rhätton, entnommene Proben: A3SP1 (G. Sandstein) und A3TP1 (Rhätton)

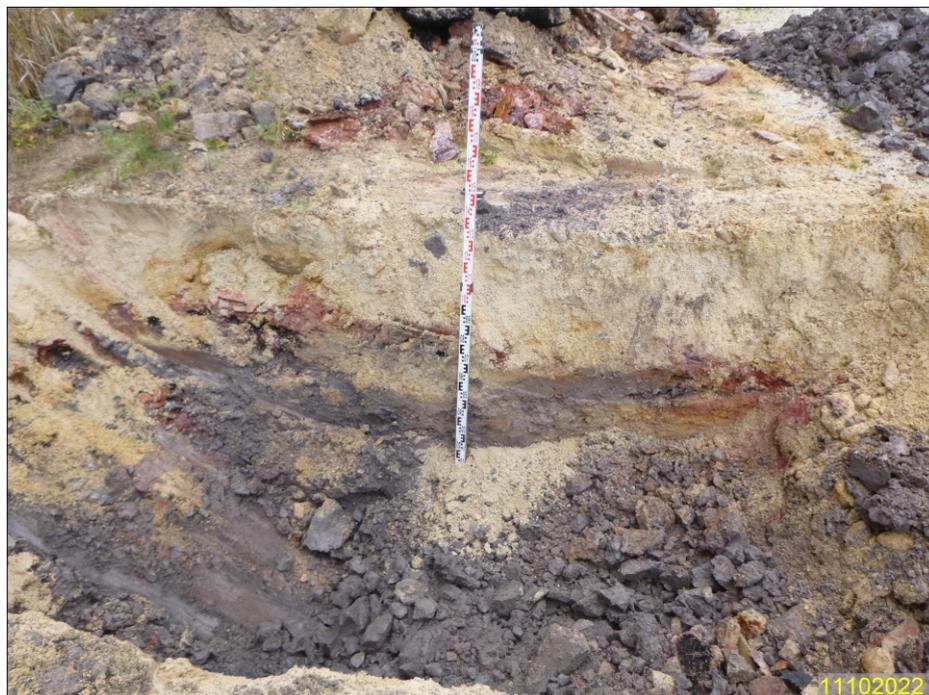


Bild 4: Aufschluss 4 (A4), Probenentnahme aus Rhätton, entnommene Probe: A4TP1



Anlage	4
Projekt	Bocksrück, Abbauerweiterung, Standorteinstufung und gutachterliche Beratung
Projektnr.	17350



Bild 5: Aufschluss 5 (A5), Probenentnahme aus Gümbelschem Sandstein und Rhätton, entnommene Proben: A5SP1 (G. Sandstein) und A5TP1 (Rhätton)



Bild 6: Aufschluss 6 (A6), Probenentnahme aus Rhätton, entnommene Probe: A6TP1